PUBLICACIONES

MANUALES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN CON ACERO

ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN

VALORES ESTÁTICOS

ESTRUCTURAS ELEMENTALES



TOMO 2

TABLA DE CONVERSION

Para convertir	En	Se multiplica por
Acre	Pie cuadrado	43 560,00
Acre	Metro cuadrado	4 047,00
Acre	Milla cuadrada	$1{,}562 \times 10^{-3}$
Acre	Yarda cuadrada	4 840,00
Acre-pie	Pie cúbico	43 560,00
Acre-pie	Galón	$3{,}259 \times 10^{5}$
Area	Yarda cuadrada	119,60
Area	Acre	0,02471
Area	Metro cuadrado	100,00
Atmósfera	Tonelada/pulgada^2	0,007348
Atmósfera	cm de mercurio	76,00
Atmósfera	Pie de agua (a 4° C)	33,90
Atmósfera	Pulgada Hg (a 0° C)	29,92
Atmósfera	kg/cm^2	1,0333
Atmósfera	kg/m^2	10,332
Atmósfera	Libra/pulgada^2	14,70
Atmósfera	Tonelada/pie^2	1,058
Bar	Atmósfera	0,9869
Bar	Dina/centímetro^2	10^{6}
Bar	kg/m^2	$1{,}020 \times 10^{4}$
Bar	Libra/pie^2	2 089
Bar	Libra/pulgada^2	14,50
Barril (U. S. Liam.)	Galón	31,5
Barril (aceite)	Galón (aceite)	42,0
B. T. U.	Litro-atmósfera	10,409
B. T. U.	Ergio	$1{,}0550 \times 10^{10}$
B. T. U.	Pie-libra	778,3
B. T. U.	Gramo-caloría	252,0
B. T. U.	CV-hora	$3{,}931 \times 10^{-4}$
B. T. U.	Julio	1 054,8
B. T. U.	Kilogramo · caloría	0,2520
B. T. U.	Kilogramo · metro	107,5
B. T. U.	Kilovatio · hora	$2{,}928 \times 10^{-4}$
B. T. U./hora	Pie-libra/segundo	0,2162
B. T. U./hora	Gramo-caloría/seg	0,0700
B. T. U./hora	CV-hora	$3{,}929 \times 10^{-4}$
B. T. U./hora	Vatio	0,2931
B. T. U./minuto	Pie-libra/seg	12,96
B. T. U./minuto	Caballo vapor	0,02356
B. T. U./minuto	Kilovatio	0,01757
B. T. U./minuto	Vatio	17,57
B. T. U./pie^2 min	Vatio/pulgada^2	0,1221
Caballo vapor	B. T. U./minuto	42,44
Caballo vapor	Pie-libra/minuto	33 000,00
Caballo vapor	Pie-libra/segundo	550,00
Caballo vapor	Kilovatio	0,7457
Caballo vapor	Vatio	745,70
CV-hora	Ergio	$2{,}6845 \times 10^{13}$
CV-hora	Pie-libra	$1{,}98 \times 10^{6}$
CV-hora	Julio	$2{,}684 \times 10^{6}$
CV-hora	Kilocaloría	641,10
CV-hora	Kilogramo · metro	$2{,}737 \times 10^{5}$
CV-hora	Kilovatio · hora	0,7457
Centígrado	Fahrenheit	(°C × 9/5) + 32
Centigramo	Gramo	0,01

Para convertir	En	Se multiplica por
Centilitro	Pulgada cúbica	0,6103
Centilitro	Litro	0,01
Centímetro	Pie	$3{,}281 \times 10^{-2}$
Centímetro	Pulgada	0,3937
Centímetro	Kilómetro	10^{-5}
Centímetro	Metro	0,01
Centímetro	Milla	$6{,}214 \times 10^{-6}$
Centímetro	Yarda	$1{,}094 \times 10^{-2}$
Centímetro^2	Pie cuadrado	$1{,}076 \times 10^{-3}$
Centímetro^2	Pulgada cuadrada	0,1550
Centímetro^2	Yarda cuadrada	$1{,}196 \times 10^{-4}$
Centímetro cúbico	Pie cúbico	$3{,}531 \times 10^{-5}$
Centímetro cúbico	Pulgada cúbica	0,06102
Centímetro cúbico	Yarda cúbica	$1{,}308 \times 10^{-6}$
Centímetro cúbico	Galones (U. S. Liq.)	$2{,}642 \times 10^{-4}$
Centímetro cúbico	Litro	0,001
Centímetro cúbico	Pinta (U. S. Liq.)	$2{,}113 \times 10^{-3}$
cm de mercurio	Atmósfera	0,01316
cm de mercurio	Pie de agua	0,4461
cm de mercurio	kg/m^2	136,00
cm de mercurio	Libra/pie^2	27,85
cm de mercurio	Libra/pulgada^2	0,1934
Centímetro-dina	Centímetro · gramo	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Centímetro-dina	Metro · kilogramo	$1{,}020 \times 10^{-8}$
Centímetro-dina	Libra · pie	$7{,}376 \times 10^{-8}$
Centímetro-gramo	Centímetro · dina	980,70
Centímetro-gramo	Metro · kilogramo	10^{-5}
Centímetro-gramo	Libra · pie	$7{,}233 \times 10^{-5}$
cm/segundo	Pie/minuto	1,1969
cm/segundo	Pie/segundo	0,03281
cm/segundo	Kilómetro/hora	0,036
cm/segundo	Nudo	0,1943
cm/segundo	Metro/minuto	0,6
cm/segundo	Milla/hora	0,02237
cm/segundo	Milla/minuto	$3{,}728 \times 10^{-4}$
Centímetro/seg^2	Pie/seg^2	0,03281
Centímetro/seg^2	Km/hora/seg	0,036
Centímetro/seg^2	Metro/segundo^2	0,01
Centímetro/seg^2	Milla/hora/seg	0,02237
Circunferencia	Radián	6,283
Cuadrante	Grado	90,0
Cuadrante	Minuto	5 400,0
Cuadrante	Radián	1,571
Cuadrante	Segundo	$3{,}24 \times 10^{5}$
Día	Segundo	86 400,0
Dina/cm^2	Atmósfera	$9{,}869 \times 10^{-7}$
Dina/cm^2	Pulgada Hg a 0° C)	$2{,}953 \times 10^{-5}$
Dina/cm^2	Pulgada agua (a 4° C)	$4{,}015 \times 10^{-4}$
Dina	Gramo	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Dina	Julio/centímetro	10^{-7}
Dina	Julio/m (Newton)	10^{-5}
Dina	Kilogramo	$1{,}020 \times 10^{-6}$
Dina	Libra	$2{,}248 \times 10^{-6}$
Dina/cm^2	Bar	10^{-6}
Ergio	B. T. U.	$9{,}480 \times 10^{-11}$
Ergio	Dina · centímero	1,0

Para convertir	En	Se multiplica por
Ergio	Pie · libra	$7{,}367 \times 10^{-8}$
Ergio	Gramo · centímetro	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Ergio	Caballo vapor-hora	$3{,}7250 \times 10^{-14}$
Ergio	Julio	10^{-7}
Ergio	Kilocaloría	$2{,}389 \times 10^{-11}$
Ergio	km · m	$1{,}020 \times 10^{-8}$
Ergio	Kilovatio-hora	$0{,}2778 \times 10^{-13}$
Ergio	Vatio · hora	$0{,}2778 \times 10^{-10}$
Ergio/segundo	B. T. U./minuto	$5\,688 \times 10^{-9}$
Ergio/segundo	Libra · pie/minuto	$4{,}427 \times 10^{-6}$
Ergio/segundo	Libra · pie/segundo	$7{,}3756 \times 10^{-8}$
Ergio/segundo	Caballo vapor	$1{,}341 \times 10^{-10}$
Ergio/segundo	Kilocaloría/minuto	$1{,}433 \times 10^{-9}$
Ergio/segundo	Kilovatio	10^{-10}
Fathom	Metro	1,828804
Fathom	Pie	6,0
Galón	Centímetro cúbico	3 785,0
Galón	Pie cúbico	0,1337
Galón	Pulgada cúbica	231,0
Galón	Metro cúbico	$3{,}785 \times 10^{-3}$
Galón	Yarda cúbica	$4{,}951 \times 10^{-3}$
Galón	Litro	3,785
Galón inglés	Galón (U. S.)	1,20095
Galón (U. S.)	Galón inglés	0,83267
Galón de agua	Libra de agua	8,3453
Galón/minuto	Pie cúbico/segundo	$2{,}228 \times 10^{-3}$
Galón/minuto	Litro/segundo	0,06308
Galón/minuto	Pie cúbico/hora	8,0208
Grado (ángulo)	Cuadrante	0,01111
Grado (ángulo)	Radián	0,01745
Grado (ángulo)	Segundo	3 600,0
Gramo	Dina	980,7
Gramo	Onza (AVDP)	0,03527
Gramo	Libra	$2{,}205 \times 10^{-3}$
Hectárea	Acre	2,471
Hectárea	Pie cuadrado	$1{,}076 \times 10^{5}$
Hora	Día	$4{,}167 \times 10^{-2}$
Hora	Semana	$5{,}952 \times 10^{-3}$
Julio	B. T. U.	$9{,}480 \times 10^{-4}$
Julio	Ergio	10^{7}
Julio	Pie · libra	0,7376
Julio	Kilocaloría	$2{,}389 \times 10^{-4}$
Julio	Kilogramo · metro	0,1020
Julio/centímetro	Gramo	$1{,}020 \times 10^{4}$
Julio/centímetro	Dina	10^{7}
Julio/centímetro	Libra	22,48
Kilogramo	Dina	980 665
Kilogramo	Julio/centímetro	0,09807
Kilogramo	Julio/m (Newton)	9,807
Kilogramo	Libra	2,205
Kilogramo	Tonelada (larga)	$9{,}842 \times 10^{-4}$
Kilogramo	Tonelada (corta)	$1{,}102 \times 10^{-3}$
kg/cm^2	Atmósfera	0,9678
kg/cm^2	Pie de agua	32,81
kg/cm^2	Pulgada de Hg	28,96
kg/cm^2	Libra/pulgada^2	14,22
Kilogramo/metro	Libra/pie	0,6720
Kilogramo · metro	B. T. U.	$9{,}294 \times 10^{-3}$
Kilogramo · metro	Ergio	$9{,}804 \times 10^{7}$
Kilogramo · metro	Libra-pie	7,233
Kilogramo · metro	Julio	9,804
Kilogramo · metro	Kilovatio-hora	$2{,}723 \times 10^{-6}$
kg/m^2	Atmósfera	$9{,}678 \times 10^{-5}$
kg/m^2	Bar	$98{,}07 \times 10^{-6}$
kg/m^2	Pie de agua	$3{,}281 \times 10^{-3}$
kg/m^2	Pulgada de Hg	$2{,}896 \times 10^{-3}$
kg/m^2	Libra/pie^2	0,2048
kg/m^2	Libra/pulgada^2	$1{,}422 \times 10^{-3}$
kg/m^3	Gramo/cm^3	0,001
kg/m^3	Libra/pie^3	0,06243
kg/m^3	Libra/pulgada^3	$3{,}613 \times 10^{-5}$
kg/mm^2	Kilogramo/m^2	10^{6}
Kilómetro	Pie	3 281,0
Kilómetro	Pulgada	$3{,}937 \times 10^{4}$
Kilómetro	Metro	1 000,0
Kilómetro	Milla	0,6214
Kilómetro	Yarda	1 094,0
Kilómetro^2	Acre	247,1
Kilómetro/hora	cm/segundo	27,78
Kilómetro/hora	Pie/minuto	54,68
Kilómetro/hora	Pie/segundo	0,9113
Kilómetro/hora	Nudo	0,5396
Kilómetro/hora	Metro/minuto	16,67
Kilómetro/hora	Milla/hora	0,6214
Kilovatio	B. T. U./minuto	56,92
Kilovatio	Libra · pie/minuto	$4{,}426 \times 10^{4}$
Kilovatio	Libra · pie/segundo	737,6
Kilovatio	Caballo vapor	1,341
Kilovatio-hora	B. T. U.	3 413,0
Kilovatio-hora	Ergio	$3{,}600 \times 10^{13}$
Kilovatio-hora	Libra · pie	$2{,}655 \times 10^{6}$
Kilovatio-hora	Julio	$3{,}6 \times 10^{6}$
Kilovatio-hora	Kilogramo · metro	$3{,}671 \times 10^{5}$
Kips	Libra	1 000,0
Libra	Dina	$44{,}4823 \times 10^{4}$
Libra	Julio/centímetro	0,04448
Libra	Julio/m (Newton)	4,448
Libra	Kilogramo	0,4536
Libra/pie	Kilogramo/metro	1,488
Libra/pie^2	Atmósfera	$4{,}725 \times 10^{-4}$
Libra/pie^2	Pie de agua	0,01602
Libra/pie^2	Libra/pulgada^2	$6{,}944 \times 10^{-3}$
Libra/pie^3 cúbico	Gramo/centímetro^3	0,01602
Libra/pie cúbico	Kilogramo/metro^3	16,02
Libra/pie cúbico	Libra/pulgada^3	$5{,}787 \times 10^{-4}$
Libra-pie	Dina · centímetro	$1{,}356 \times 10^{7}$
Libra-pie	Gramos · centímetro	13 825,0
Libra-pie	Kilogramo · metro	0,1383

(Continúa en las guardas finales)

ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACION

VALORES ESTATICOS

ESTRUCTURAS ELEMENTALES

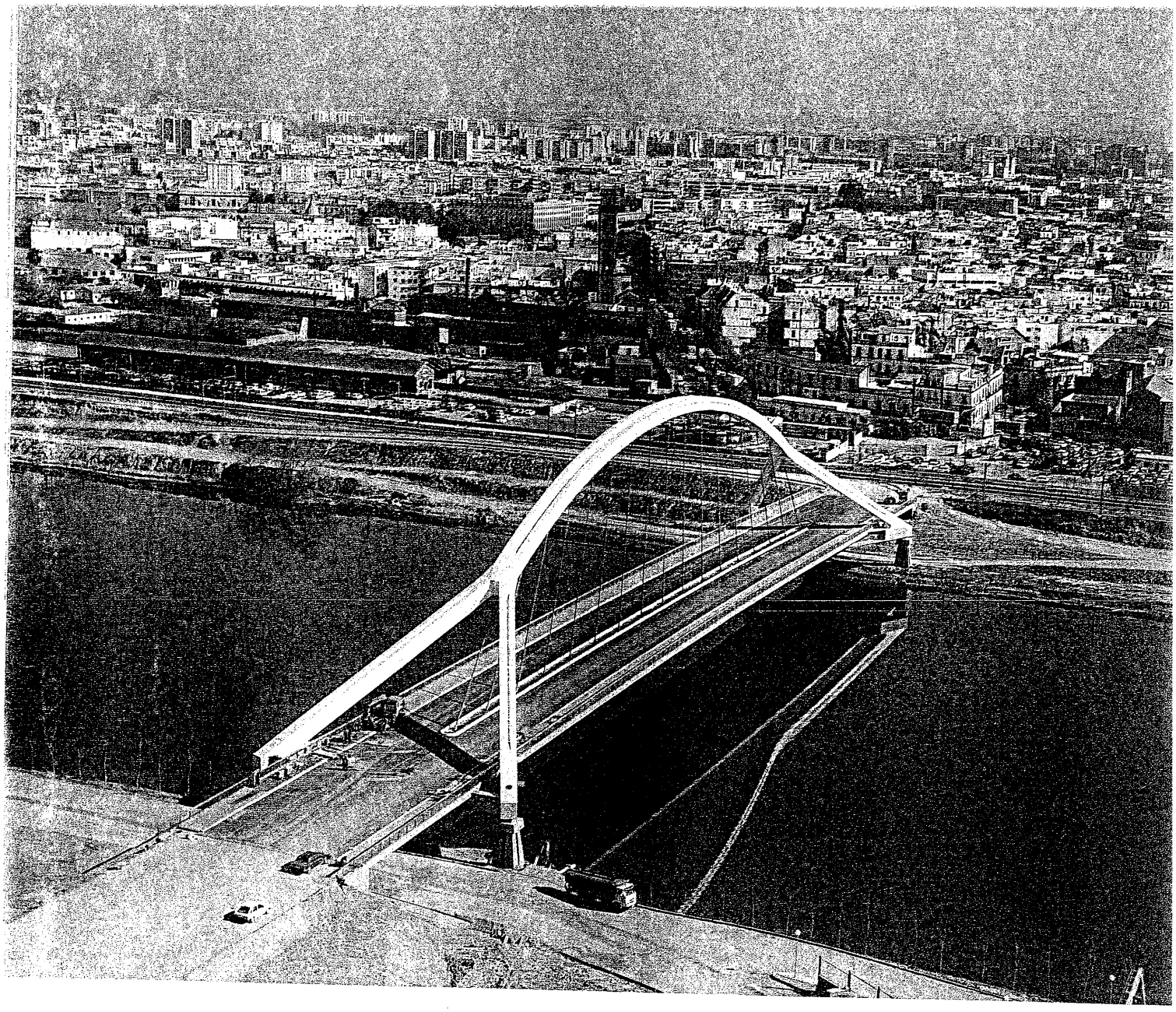
primera edición: diciembre 1967/250
segunda edición: mayo 1969/5.000
tercera edición: diciembre 1969/5.000
cuarta edición: mayo 1975/7.000
quita edición: octubre 1978/5.000
sexta edición: septiembre 1982/7.000
séptima edición: septiembre 1990/5.000

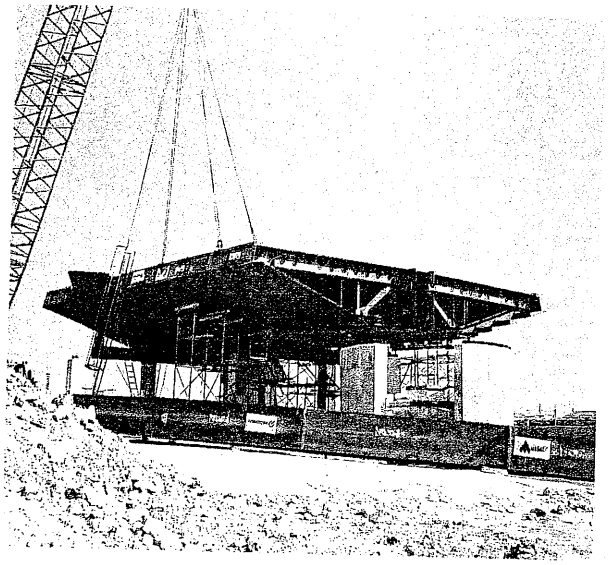
© Empresa Nacional Siderúrgica, S. A.
Plaza América, 10
33005-OVIEDO (Asturias)
Oficina en Madrid:
C/ Velázquez, 134 bis
28006-MADRID
Derechos reservados. Prohibida la reproducción
total o parcial sin los permisos correspondientes

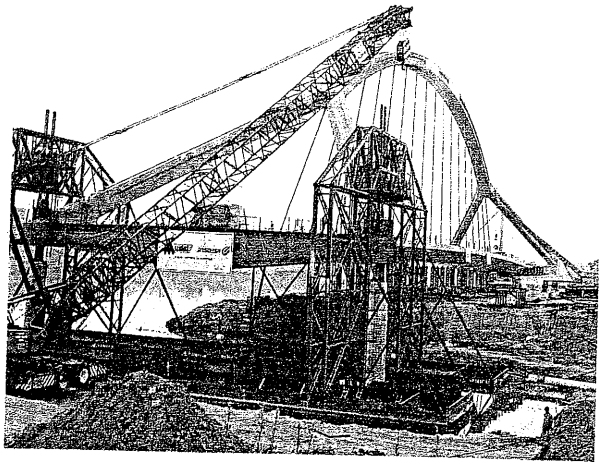
I.S.B.N.: 84-87405-05-3 tomo 2
Depósito Legal: M. 27.222-1990
Impresión: Mateu Cromo, S. A. Ctra. Pinto a Fuenlabrada, s/n.
PINTO (Madrid)



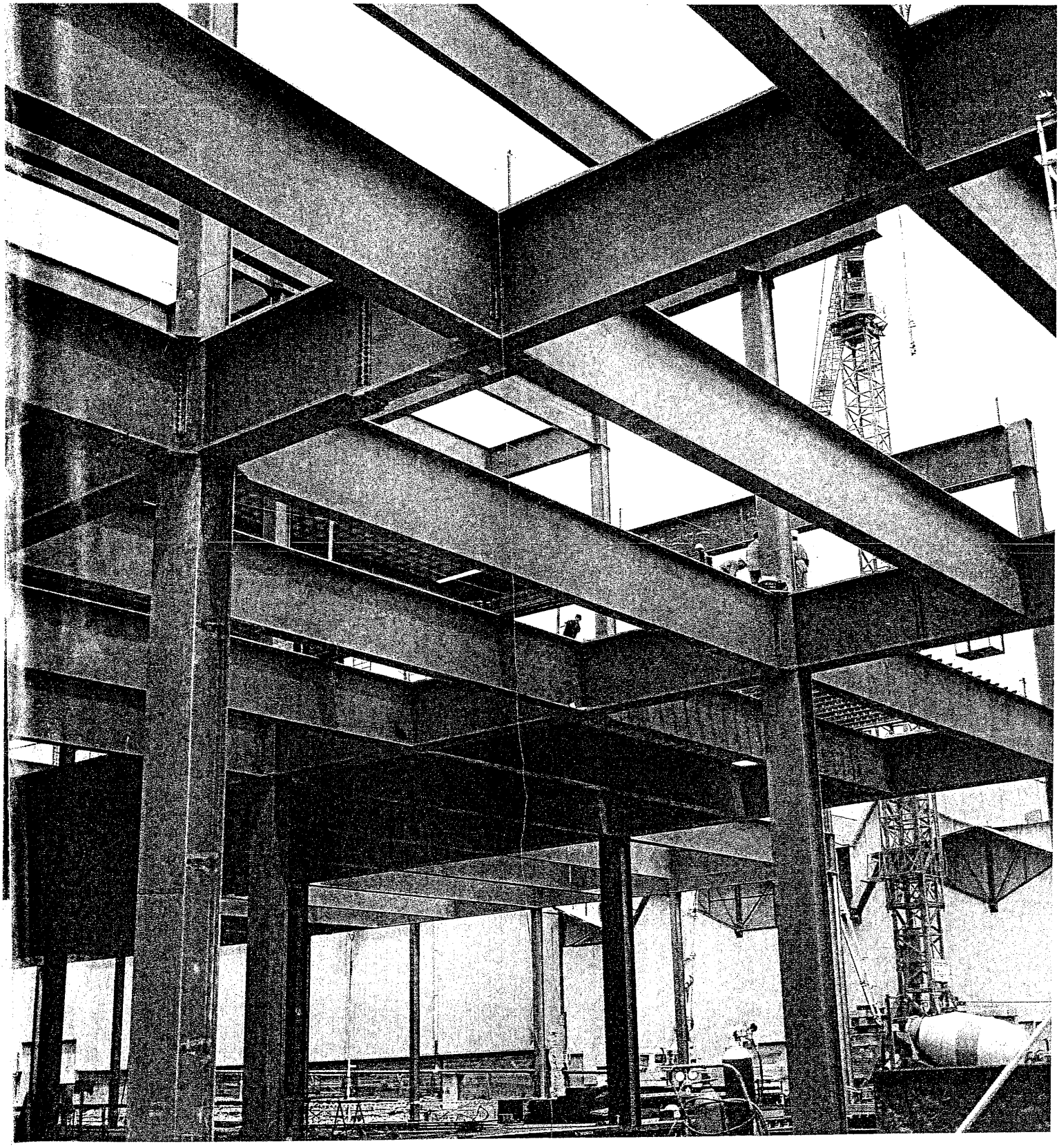
TORRE PICASSO. MADRID.
10.000 Tm. de productos siderúrgicos suministrados por Ensidesa.



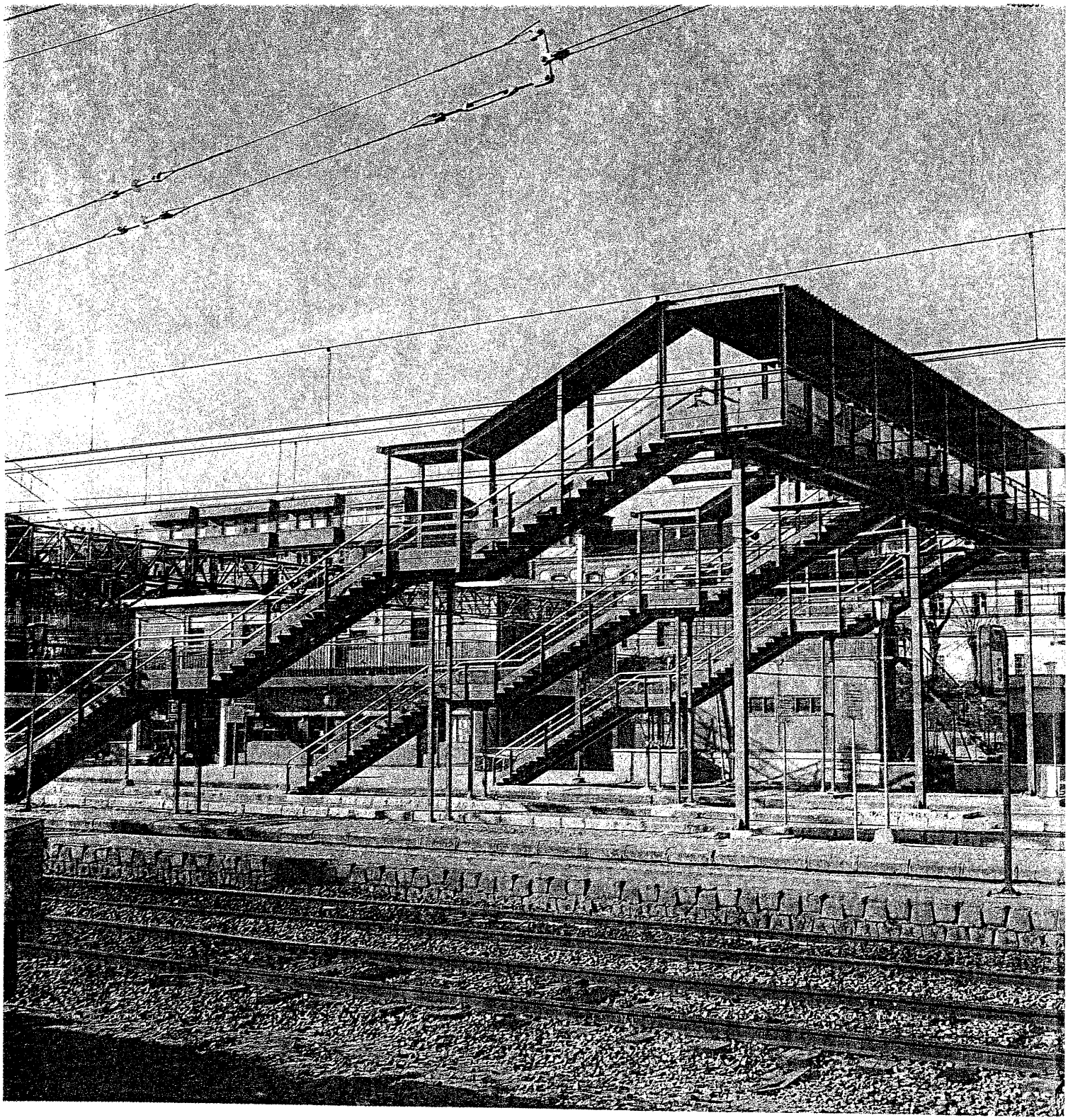




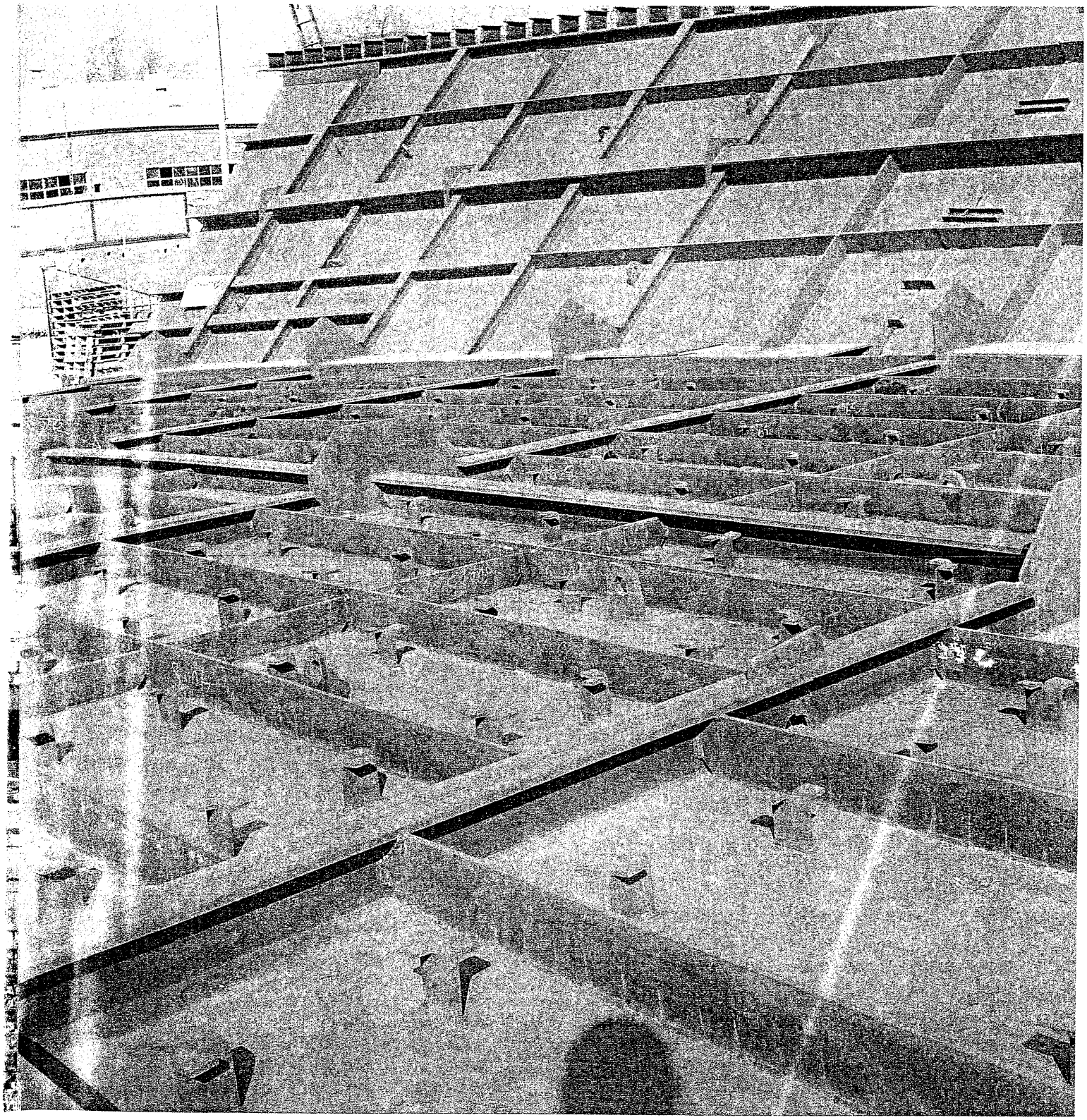
PUENTE DE LA BARQUETA.
2.500 Tm. de estructura, suministro de Ensidesa y fabricado y montado en U.T.E. con AUXINI.



AMPLIACION FERIA DE MUESTRAS DE BILBAO.
10.000 Tm. de estructura suministradas, fabricadas y montadas por Ensidesa.



PASARELA PEATONAL VILLAVERDE BAJO. MADRID.
Proyectada y construida por Ensidesa.



PUENTE SOBRE EL RIO TURIA. VALENCIA.
Proyecto alternativo estructura mixta realizado por Ensidesa que se complementó con fabricación y montaje.
Detalle fabricación cajón.

INTRODUCCION A LA SEPTIMA EDICION

Al haberse agotado la sexta edición del PRONTUARIO ENSIDESA, Tomo I, superándose así la venta de veintisiete mil ejemplares, nos complace publicar una nueva edición, que al quererla incluir en la serie de PUBLICACIONES ENSIDESA «Manuales sobre la construcción con Acero», aparece como Tomo 2 de la misma.

Atendiendo las sugerencias recibidas de los usuarios del Prontuario, incluimos un capítulo sobre Aceros para Estructuras de la Edificación, que hemos denominado Capítulo 0, por considerarlo una eficaz introducción al estudio de Valores Estadísticos y Estructuras Elementales, capítulos que han definido la obra.

Desde aquí queremos agradecer el magnífico trabajo efectuado por D. Ernesto Ema Bastardín, autor de este nuevo Capítulo 0 «Aceros para Estructuras de la Edificación». Consideramos la gran labor realizada para condensar todo el proceso de fabricación y así poder extenderse en la fabricación de los aceros para la construcción y la descripción de la normativa de los mismos. En esta parte se intuye su especialización profesional en el campo de la normalización que, sin duda, es lo que le ha permitido analizar los aceros tanto desde el punto de vista de las normas nacionales como de las europeas y adelantar los tipos de acero de las nuevas normas.

Como siempre agradeceremos cuantas sugerencias consideren oportunas y que servirán para que esta obra pueda seguir perfeccionándose.

Indice

0. ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACION 17
0.1. Definiciones y generalidades 19
0.2. Reseña histórica 21
0.3. Fabricación del acero. Procesos actuales 25

0.3.1. Primeras materias: los minerales de hierro, el coque y la chatarra de acero 25
0.3.2. Fabricación del arrabio: el Horno Alto 30
0.3.3. Elaboración del acero 33
0.3.4. Metalurgia fuera del horno 36
0.3.5. Colada del acero 37
0.3.6. Conformación del acero: laminación, forja y estampación y moldeo 39

0.4. Clasificación y designación de los aceros 44

0.4.1. Criterios de clasificación 44
0.4.2. Clasificación según la composición química: aceros aleados y aceros no aleados 45
0.4.3. Clasificación según las propiedades de empleo: aceros de base, aceros de calidad y aceros especiales 45
0.4.4. Designación de los aceros 46

0.5. Características de los aceros 47

0.5.1. Microestructura del acero. Diagrama Hierro-Carbono 47
0.5.2. Composición química del acero 53
0.5.3. Proceso de laminación. Aceros con tratamiento termomecánico 54
0.5.4. Características principales de los aceros de construcción 55
0.5.5. Características utilizadas para definir los aceros de construcción: resistencia, energía de rotura por flexión y soldabilidad 56

0.6. Aceros empleados en la construcción 68

0.6.1. Aceros de uso general 69
0.6.2. Aceros soldables de alto límite elástico: aceros de estructura ferrita-perlita, aceros de perlita reducida y aceros con estructuras bainítica y martensítica 75
0.6.3. Aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica 81
0.6.4. Aceros con propiedades garantizadas en el sentido del espesor 81
0.6.5. Aceros recubiertos 85
0.6.6. Aceros inoxidables 85
0.6.7. Aceros para tornillos 86
0.6.8. Calidad superficial de los productos de acero 87

0.7. Consideraciones sobre la elección de los aceros 87
0.8. Consideraciones sobre el control de la calidad 90
0.9. Los productos empleados en la construcción con acero 92
0.10. La normativa sobre los aceros de construcción 93

Apéndice. Relación de normas citadas 95

1. VALORES ESTATICOS 97
1.1. Perfiles laminados. Sección bruta 99
1.1.1. Un perfil **IPN**. Sección bruta 100
1.1.2. Un perfil **IPE**. Sección bruta 102
1.1.3. Un perfil **HEB**. Sección bruta 104
1.1.4. Un perfil **HEA**. Sección bruta 106
1.1.5. Un perfil **HEM**. Sección bruta 108
1.1.6. Un perfil **UPN**. Sección bruta 110
1.1.7. Un perfil **L**. Sección bruta 112
1.1.8. Un perfil **LD**. Sección bruta 118
1.1.9. Un perfil **T**. Sección bruta 126
1.2. Perfiles laminados. Sección neta, sección semineta y disposición de agujeros 129
1.2.1. Un perfil **IPN**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 130
1.2.2. Un perfil **IPE**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 132
1.2.3. Un perfil **HEB**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 134
1.2.4. Un perfil **HEA**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 136
1.2.5. Un perfil **HEM**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 138
1.2.6. Un perfil **IPN**. Agujeros en el alma. Disposición 140
1.2.7. Un perfil **IPE**. Agujeros en el alma. Disposición 141
1.2.8. Un perfil **HEB**. Agujeros en el alma. Disposición 142
1.2.9. Un perfil **HEA**. Agujeros en el alma. Disposición 143
1.2.10. Un perfil **HEM**. Agujeros en el alma. Disposición 144
1.2.11. Un perfil **UPN**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 145
1.2.12. Un perfil **UPN**. Agujeros en el alma. Disposición 146
1.2.13. Un perfil **L**. Agujeros en las alas. Disposición 147
1.2.14. Un perfil **LD**. Agujeros en las alas. Disposición 151
1.2.15. Casquillo aprietatuercas. Diámetro exterior 159
1.3. Perfiles **T** obtenidos por corte longitudinal de vigas **I** 161
1.3.1. Medio perfil **IPN** 162
1.3.2. Medio perfil **IPE** 163
1.3.3. Medio perfil **HEB** 164
1.3.4. Medio perfil **HEA** 165
1.3.5. Medio perfil **HEM** 166
1.3.6. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **IPN** 167
1.3.7. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **IPE** 168
1.3.8. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEB** 169
1.3.9. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEA** 170
1.3.10. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEM** 171
1.4. Perfiles formados por chapas soldadas 173
1.4.1. Perfiles no tipificados. Limitaciones dimensionales 176
1.4.2. Un perfil **IPES** 178
1.4.3. Un perfil **HEBS** 178
1.4.4. Un perfil **HEAS** 179
1.4.5. Un perfil **HEMS** 179
1.4.6. Un perfil **PCBS** 180
1.4.7. Un perfil **PCAS** 180
1.4.8. Un perfil **PCMS** 181
1.4.9. Un perfil **PVS** 182
1.4.10. Un perfil **PAS** 196
1.4.11. Un perfil **TS** 228
1.4.12. Platabandas 230
1.5. Composición de perfiles 240
1.5.1. Dos perfiles **IPN** dos distintas separaciones entre ejes 242
1.5.2. Dos perfiles **IPN** en cruz 247

 1.5.3. Dos perfiles **IPN** perpendiculares 248
 1.5.4. Un perfil **IPN** con dos platabandas soldadas 250
 1.5.5. Dos perfiles **IPN** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes 254
 1.5.6. Un perfil compuesto por un **IPN** y un **UPN** 262
 1.5.7. Un perfil compuesto por un **IPN** y un **UPN** 263
 1.5.8. Dos perfiles **IPE** con distintas separaciones entre ejes 264
 1.5.9. Dos perfiles **IPE** perpendiculares 268
 1.5.10. Conjunto de tres perfiles **IPE** 270
 1.5.11. Dos perfiles **IPE** en cruz 272
 1.5.12. Un perfil **IPE** con dos platabandas soldadas 273
 1.5.13. Un perfil **IPE** con dos platabandas soldadas 274
 1.5.14. Dos perfiles **IPE** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes 276
 1.5.15. Dos perfiles **HEB** con distintas separaciones entre ejes 283
 1.5.16. Un perfil **HEB** con dos platabandas soldadas 288
 1.5.17. Un perfil **HEB** con dos platabandas soldadas 292
 1.5.18. Un perfil **HEA** con dos platabandas soldadas 293
 1.5.19. Un perfil **HEM** con dos platabandas soldadas 294
 1.5.20. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre alas 295
 1.5.21. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre almas 296
 1.5.22. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre almas 302
 1.5.23. Dos perfiles **UPN** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre almas ($i_x = i_y$) 309
 1.5.24. Dos perfiles **L** con distintas separaciones 310
 1.5.25. Dos perfiles **L** con distintas separaciones 312
 1.5.26. Cuatro perfiles **L** con distintas separaciones 314
 1.5.27. Cuatro perfiles **L** con distintas separaciones 320
 1.5.28. Dos perfiles **LD** con distintas separaciones 330
 1.5.29. Dos perfiles **LD** con distintas separaciones 334

1.6. Perfiles de sección variable y aligerados 339

 1.6.1. Un perfil **IPN** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 340
 1.6.2. Un perfil **IPE** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 341
 1.6.3. Un perfil **HEB** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 342
 1.6.4. Un perfil **IPN** con aligeramientos hexagonales 343
 1.6.5. Un perfil **IPE** con aligeramientos hexagonales 344
 1.6.6. Un perfil **HEB** con aligeramientos hexagonales 345
 1.6.7. Un perfil **HEA** con aligeramientos hexagonales 346

1.7. Perfiles huecos 347

 1.7.1. Un perfil hueco redondo 348
 1.7.2. Un perfil hueco cuadrado 352
 1.7.3. Un perfil hueco rectangular 356

1.8. Perfiles conformados en frío 363

 1.8.1. Un perfil **LF** conformado en frío 364
 1.8.2. Un perfil **LDF** conformado en frío 366
 1.8.3. Un perfil **UF** conformado en frío 370
 1.8.4. Un perfil **CF** conformado en frío 376
 1.8.5. Un perfil **OF** conformado en frío 380
 1.8.6. Un perfil **ZF** conformado en frío 382
 1.8.7. Un perfil **NF** conformado en frío 386

1.9. Valores de sección para el cálculo con computador 389

 1.9.1. Un perfil **IPN** 390
 1.9.2. Un perfil **IPE** 392
 1.9.3. Un perfil **HEB** 394
 1.9.4. Un perfil **HEA** 396
 1.9.5. Un perfil **HEM** 398
 1.9.6. Un perfil **UPN** 400

403

1.10. Valores de sección para el cálculo plástico 404

I 1.10.1. Un perfil **IPN** 405
I 1.10.2. Un perfil **IPE** 406
H 1.10.3. Un perfil **HEB** 407
H 1.10.4. Un perfil **HEA** 408
H 1.10.5. Un perfil **HEM** 409

1.11. Magnitudes características de la torsión 410

I 1.11.1. Un perfil **IPN** 414
I 1.11.2. Un perfil **IPE** 418
H 1.11.3. Un perfil **HEB** 422
H 1.11.4. Un perfil **HEA** 426
H 1.11.5. Un perfil **HEM** 431

1.12. Perfiles laminados por ENSIDESA según Norma ASTM A6-79. Sección bruta 432

I 1.12.1. Un perfil **W18** 432
I 1.12.2. Un perfil **W16** 434
I 1.12.3. Un perfil **W14** 436
I 1.12.4. Un perfil **W12** 438
I 1.12.5. Un perfil **W10** 438
I 1.12.6. Un perfil **W8** 440
I 1.12.7. Un perfil **W6** 440
I 1.12.8. Un perfil **W5** 442
H 1.12.9. Un perfil **HP** 443

1.13. Perfiles europeos y americanos ordenados en sentido decreciente de sus valores estáticos 444

1.13.1. Tabla de momentos de inercia 446
1.13.2. Tabla de módulos resistentes 449

2. RESISTENCIA DE MATERIALES - ESTRUCTURAS ELMENTALES 451
2.1. Vigas 452

Convenio de signos 453

Vigas simples 455
Apoyadas en los extremos 475
Empotradas en los extremos 493
Apoyadas en un extremo y empotradas en el otro 509
En voladizo 525
Flecha máxima para vigas **IPN, IPE, HEB, HEA** y **HEM** 531

Vigas continuas 531
De vanos iguales 533
Dos vanos 537
Tres vanos 545
Cuatro vanos 557
Infinitos vanos 563
De vanos desiguales 565
Dos vanos 583
Tres vanos 597
Cuatro vanos 611
Líneas de influencia del momento flector 621

Vigas de inercia variable 622
Empotradas en los extremos con cartela de inercia variable 623
Sección rectangular .....

Cartela recta en un extremo 624
Cartela parabólica en un extremo 634
Cartela recta en los extremos 644
Cartela parabólica en los extremos 652
Sección de dos platabandas 659
Cartela recta en un extremo 660
Cartela recta en los extremos 670
Con tramos de inercia constante 679
Empotradas en los extremos, simétricas, con cinco tramos 680
Empotradas en los extremos con tres tramos 757
Empotradas en un extremo y apoyadas en el otro, con tres tramos 791

Pórticos simples 833

Convenio de signos 834

Pórticos simples biarticulados a la misma altura 835

Triangulares 837
Dintel horizontal 841
Dintel inclinado 851
Dintel a dos aguas 857
Dintel curvo 865
Trapeciales simétricos 873

Pórticos simples biarticulados a distinta altura 879

Dintel horizontal y dos columnas 881
Dintel horizontal y una columna 887

Pórticos simples biempotrados a la misma altura 893

Dintel horizontal 895
Dintel a dos aguas 903

CAPITULO 0

Aceros para estructuras de edificación

Por Ernesto Ema Bastardin [1]

[1] Doctor Ingeniero de Minas.

0.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Entre los materiales utilizados en la construcción, el acero es el de mayor resistencia por unidad de sección, lo que, junto con sus propiedades de conformabilidad en caliente y en frío, hacen de este material uno de los más ampliamente utilizados en un gran número de aplicaciones industriales.

La norma UNE 36-004 (EN 10 020) define así el acero:

«El material en el que:

- *el hierro es el elemento predominante;*
- *el contenido en carbono es, generalmente, inferior al 2 por 100.*
- *contiene además otros elementos.*

Para un limitado número de aceros al cromo, el contenido en carbono puede ser superior al 2 por 100, pero este valor es el contenido límite habitual que separa el acero de la fundición».

Sin embargo, la mayoría de los aceros utilizados en la construcción no rebasan el 0,25 por 100 de carbono y, salvo el manganeso, no contienen otros elementos de aleación.

Es frecuente denominar **hierro** a un acero de bajo contenido en carbono, con un contenido relativamente alto en impurezas y unas exigencias bajas en relación con sus propiedades.

La producción de acero y el consumo por habitante se han convertido en indicadores de la marcha económica de un país. En [0.1.1] se recogen los valores de estos indicadores, para los principales productores de acero.

País	*Producción de acero bruto millones de toneladas (año 1989)*	*Consumo por habitante kg (año 1988)*
Alemania R.F.	41,0	612,7
Bélgica + Luxemburgo	14,6	431,5
Dinamarca	0,6	337,7
España	12,8	269,4
Francia	19,3	277,5
Grecia	0,9	212,3
Irlanda	0,3	136,0
Italia	25,1	460,0
Países Bajos	5,7	297,2
Portugal	0,7	182,9
Reino Unido	18,8	306,6
TOTAL CECA	138,5	371,9
Unión Soviética	160,7	575,0
RESTO EUROPA ORIENTAL	62,2	
Estados Unidos	88,9	451,2
Japón	107,9	706,1
TOTAL MUNDIAL	783,5	151,7
Fuente: UNESID.		

[0.1.1]

España ocupa el lugar decimosexto entre los productores de acero, si bien en el consumo por habitante ocupa un lugar más bajo. Este índice alcanzó su valor máximo de 334 kg en 1974.

En [0.1.2] se recoge la evolución de la producción de acero en España. Se han añadido los datos relativos a Alemania (R.F.), Francia y Reino Unido como base de comparación.

Año	*Producción en 10^6 t*					*Consumo por habitante en kg*			
	España	*Alemania R.F.*	*Francia*	*Reino Unido*	*Total mundial*	*España*	*Alemania R.F.*	*Francia*	*Reino Unido*
1900	0,167	—	—	—	27,8	15	—	—	—
1910	0,321	—	—	—	59,3	19	—	—	—
1920	0,321	—	—	—	71,9	23	—	—	—
1930	0,954	11,6	9,4	7,4	95,1	44	—	—	—
1940	0,804	18,0	4,4	13,2	141,5	30	—	—	—
1950	0,815	12,1	8,6	16,5	189,4	29	—	—	—
1955	1,213	21,3	12,6	20,1	269,3	50	—	—	—
1960	1,919	34,1	17,3	24,7	346,6	55	525	235	367
1965	3,515	36,8	19,6	27,4	458,9	187	535	306	425
1970	7,394	45,0	17,3	28,3	593,9	258	658	326	422
1974	11,476	53,2	27,0	22,4	708,1	334	565	444	458
1975	11,091	40,4	21,5	20,1	644,5	281	566	381	347
1976	10,982	42,4	23,3	22,3	675,5	279	590	445	407
1977	11,168	38,9	22,1	20,4	673,6	278	591	368	349
1978	11,345	41,3	22,8	20,3	717,4	228	526	367	359
1979	12,254	46,1	23,4	—	741,9	212	602	395	368
1980	12,643	43,8	23,2	11,3	717,8	228	549	373	247
1981	12,896	41,6	21,3	15,6	707,5	219	503	325	267
1982	13,178	35,9	18,4	13,7	645,6	213	436	318	254
1983	13,009	35,7	17,6	15,0	663,8	208	486	276	249
1984	13,497	39,4	18,8	15,2	710,5	189	489	276	256
1985	14,193	40,4	18,6	15,7	720,8	178	481	258	254
1986	11,882	37,1	17,6	14,7	715,8	211	483	254	252
1987	11,691	36,2	17,4	17,1	737,5	228	454	258	264
1988	11,886	41,0	19,0	18,9	780,0	—	—	—	—
1989 (*)	12.797	41,0	19,3	18,8	783,5	—	—	—	—

Fuente: UNESID e IISI.
(*) Provisionales.

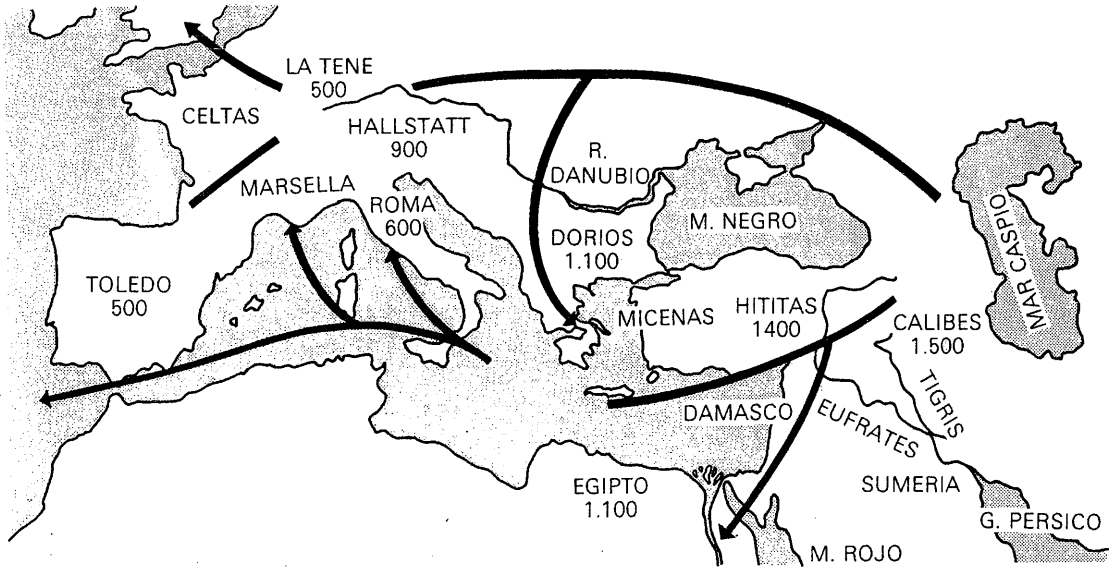
[0.1.2]

0.2. RESEÑA HISTORICA

El uso de utensilios de hierro ha dado nombre a la última de las etapas de la Prehistoria: La Edad del Hierro, posterior a la Edad de Piedra y de la Edad del Bronce.

Aunque se han encontrado objetos de hierro en tumbas egipcias del siglo XXVIII a. de C. y en las excavaciones más antiguas de la Mesopotamia prehistórica, los primeros indicios de una metalurgia del hierro – es decir, la transformación de los minerales en utensilios de este material – deben situarse en el siglo XVII a. de C. Geográficamente, la cuna de la metalurgia se sitúa entre el Mar Negro y el Mar Caspio donde se han encontrado vestigios de hornos y los más antiguos restos de instrumentos agrícolas construidos de hierro. El hierro permitió a los Hititas – pueblo de la Turquía suroriental – dominar en el siglo XV a. de C. todo el Oriente Medio.

Desde el Mar Negro, el uso del hierro se extendió progresivamente por Europa Central usando la vía natural del Danubio y por Egipto y Grecia, a través del Mediterráneo [0.2.1].



Expansión de la metalurgia del hierro en el Mediterráneo entre 1500 y 500 años (a.C.).

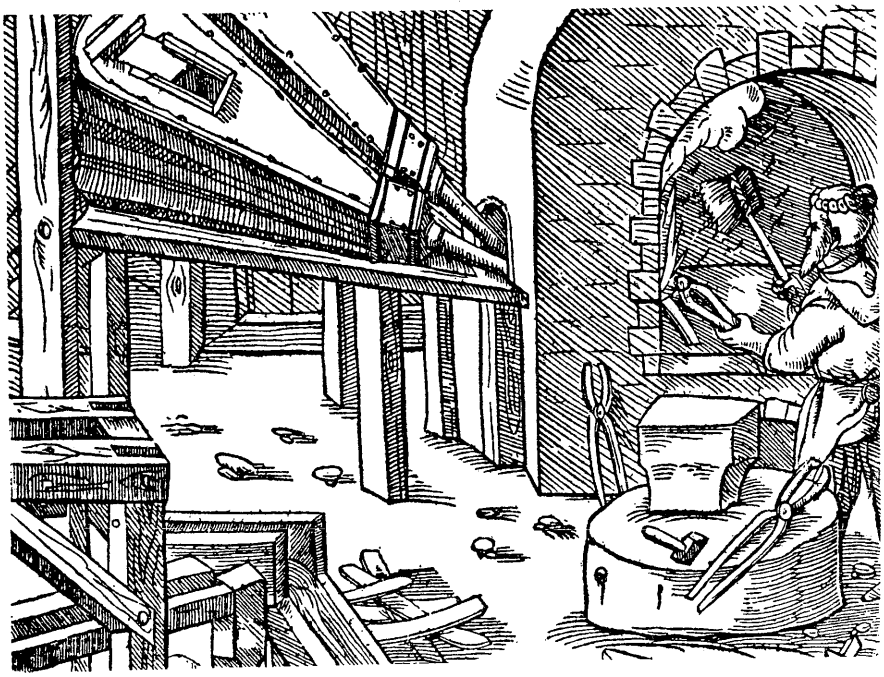
[0.2.1]

La técnica primitiva consistía en la reducción de los minerales ferrosos por carbón de madera en hornos bajos. El metal así obtenido, muy bajo en carbono, se endurecía poniéndolo en contacto con materias carbonosas y nitrogenadas, con frecuencia de origen orgánico, procesos que tienen el mismo fundamento que las actuales técnicas de cementación y nitruración. Esta técnica de obtención del hierro permanece inalterada hasta la Edad Media.

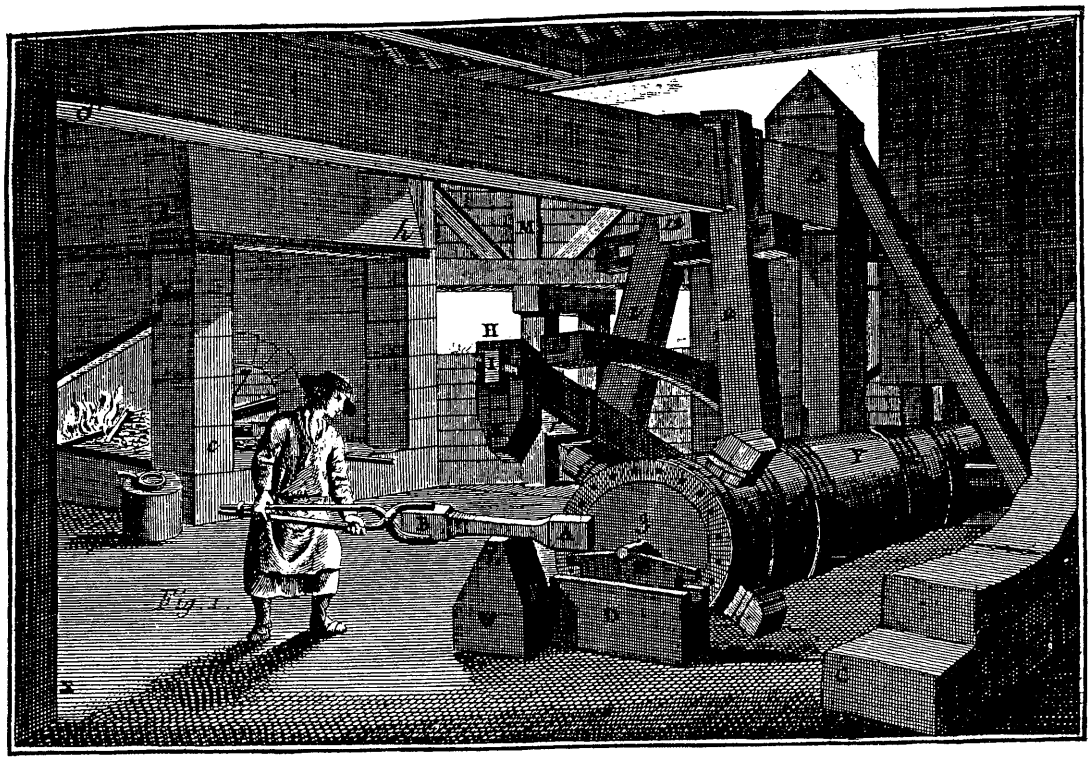
En esta época, los monjes van perfeccionando la metalurgia del hierro, en particular el uso de conducciones de insuflación de aire [0.2.2]. Se obtenía así una masa metálica que era afinada mediante el golpeo con grandes martillos (hierro batido). [0.2.3].

Debido a la dificultad técnica de alcanzar las altas temperaturas de fusión del hierro, hasta este momento no se había obtenido material fundido, ya que las temperaturas de los hornos bajos sólo permitían la obtención de una masa pastosa – el hierro pudelado –.

Con el perfeccionamiento de las técnicas de soplado y la elevación de la altura del horno se consiguieron, en el siglo XIII, temperaturas más elevadas, lo que permitió la obtención de un metal líquido. Este metal líquido, que no era otra cosa que nuestro actual arrabio; era muy

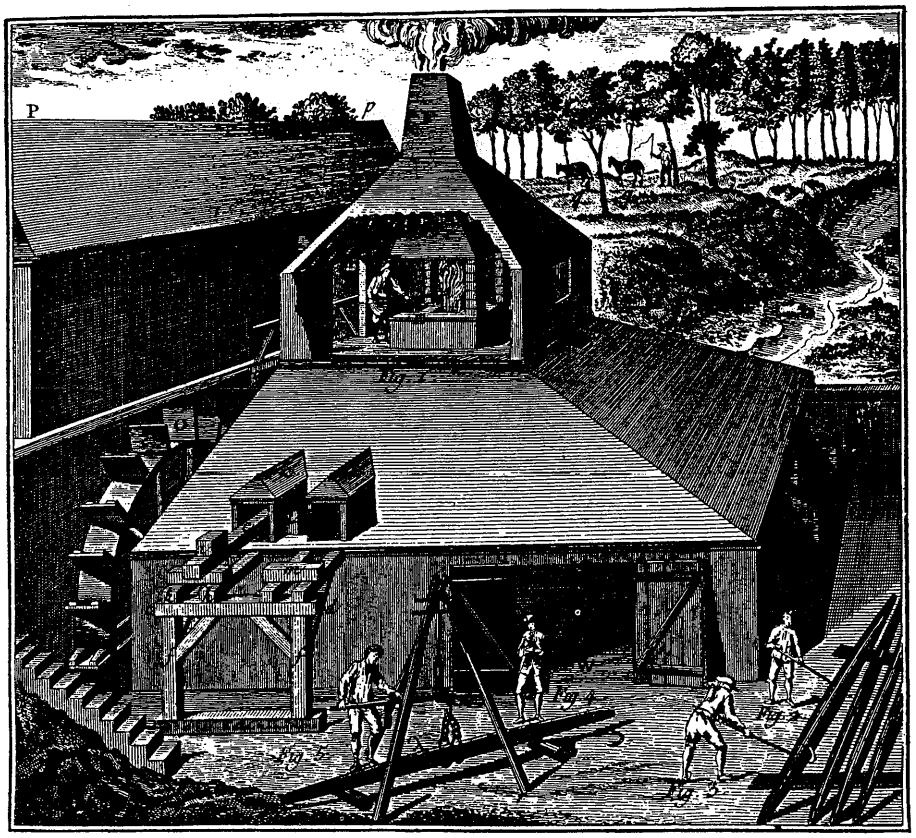


[0.2.2]



[0.2.3]

frágil y no permitía que fuera forjado. Era preciso afinar este material, eliminando el exceso de carbono para convertirlo en un material forjable: el acero [0.2.4].



[0.2.4]

En el siglo XVIII se sustituye el carbón vegetal por el carbón de coque obtenido por destilación de la hulla. No obstante, la siderurgia o metalurgia del hierro – como hoy la conocemos – data de mediados del siglo XIX, en que Bessemer (1855) perfecciona los sistemas de afino mediante la insuflación de aire en un convertidor en el que se cargaba el arrabio líquido.

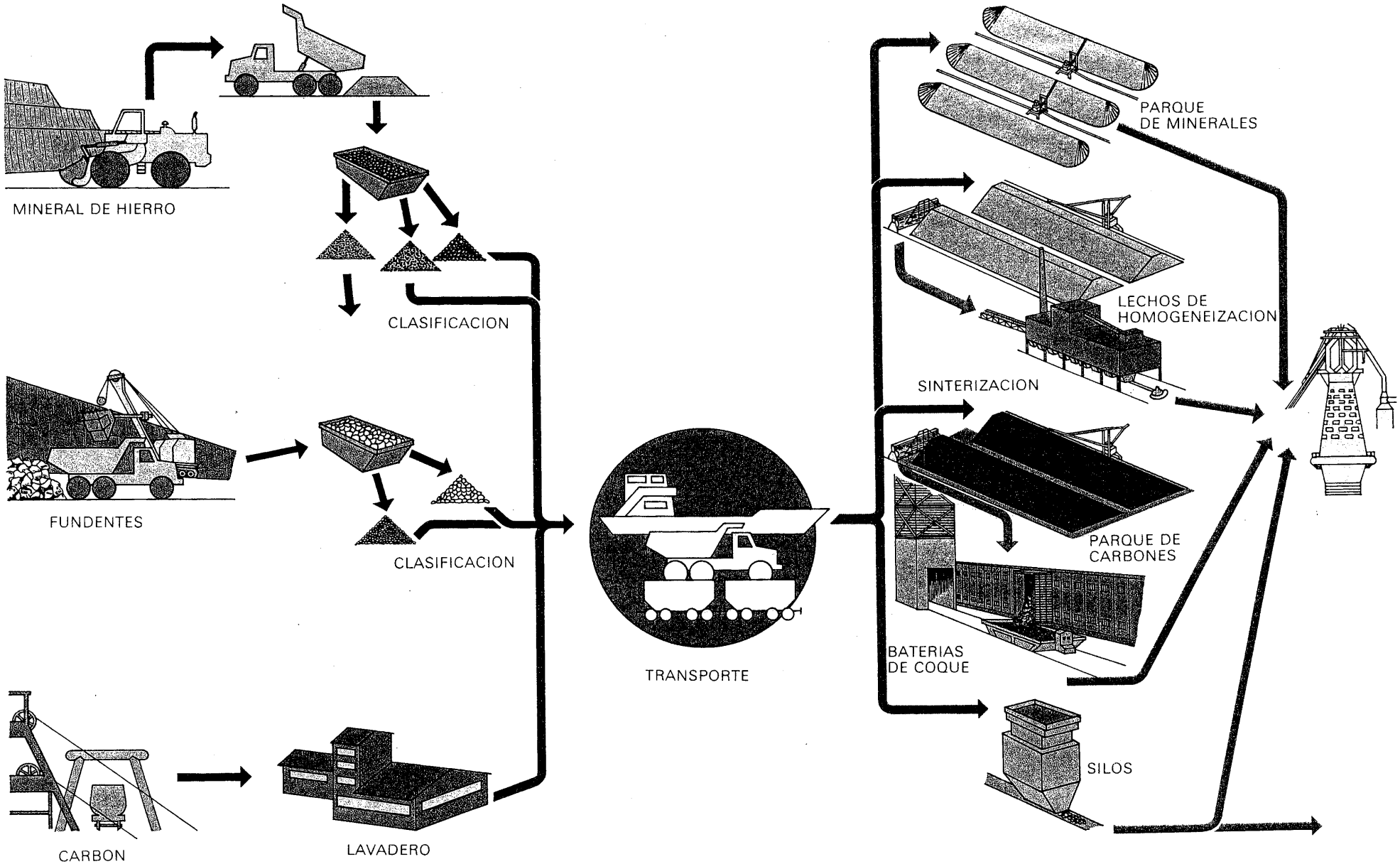
En 1865 se pone a punto el procedimiento de afino en hornos de reverbero (hornos Martín-Siemens) que han estado funcionando en España hasta hace pocos años.

Durante la siguiente centuria, se perfeccionan los procedimientos ya establecidos, mejorando de forma continuada las técnicas conocidas y, hasta mediados del presente siglo, no se produce ninguna innovación tecnológica renovadora. Pero desde los años cincuenta se producen algunas modificaciones de gran importancia técnica y trascendencia económica. Estas innovaciones se han orientado en tres direcciones principales. Dentro de la primera, se encuentran la **concentración y aglomeración** de minerales (pelletización, sinterización, etc.) y la obtención del acero por reducción directa; lo que pretende mejorar la productividad de los hornos altos y las instalaciones de cabecera.

La segunda afecta al proceso de afino de acero: el **convertidor soplado con oxígeno** por la boca, que ha desbancado al proceso Martín-Siemens por su mejor rendimiento económico.

Por último, la **colada continua** que permite suprimir las instalaciones intermedias, entre la acería y la laminación, de desbastado de lingotes.

Estos procedimientos, plenamente vigentes


MINERAL DE HIERRO
CLASIFICACION
FUNDENTES
CLASIFICACION
CARBON
LAVADERO
TRANSPORTE
PARQUE
DE MINERALES
LECHOS DE
HOMOGENEIZACION
SINTERIZACION
PARQUE DE
CARBONES
BATERIAS
DE COQUE
SILOS

[0.3.1]

en la actualidad, se describen en los párrafos siguientes.

Con independencia de estas grandes líneas de innovación, en la industria siderúrgica se han ido produciendo en el último siglo una continua evolución en sus métodos de producción: inyección de combustibles y aumento de las dimensiones de los hornos altos, técnicas de recuperación de calor, mejora de los trenes de laminación, introducción de los trenes continuos, automatización de las instalaciones y del control de los medios de producción y otras mejoras técnicas que tienen por objeto hacer al acero más competitivo frente al uso creciente de otros materiales.

0.3. FABRICACION DEL ACERO. PROCESOS ACTUALES

0.3.1. PRIMERAS MATERIAS

— **Los minerales de hierro.** El elemento químico hierro es uno de los más abundantes en la naturaleza, ocupando con un 5 por 100, el cuarto lugar, después del oxígeno, el silicio y el aluminio.

Sólo en muy escasas ocasiones se encuentra en estado puro, casi siempre en los restos de grandes meteoritos caídos del cielo (el nombre de siderurgia proviene de la palabra griega que significa «estrella»).

En la mayoría de los casos se halla combinado con otros elementos formando parte de un sin número de rocas (en forma de silicatos) y de minerales.

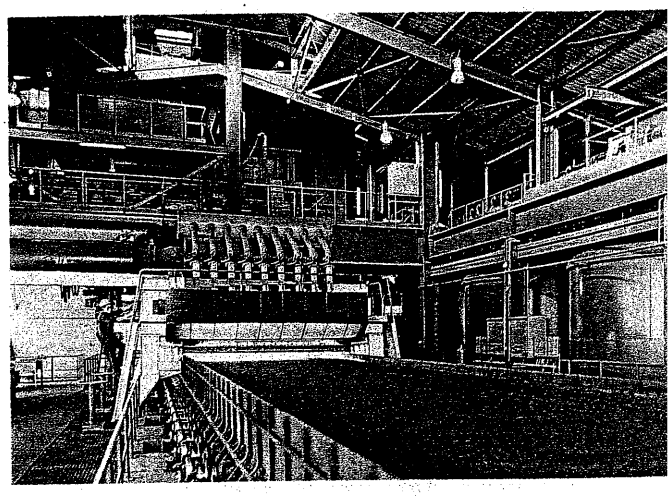
A pesar de esta abundancia, sólo dos tipos de minerales son aprovechables en la industria siderúrgica: las distintas variedades de óxidos (magnetitas, hematites y limonitas) y el carbonato (siderita).

Los minerales extraídos de las minas se transportan hasta las factorías siderúrgicas. Antes de dicho transporte existe la tendencia de hacer una preparación previa (trituración primaria y preconcentración), con el fin de eliminar parte de la ganga, que es inútil en el proceso siderúrgico y de esta forma abaratar el transporte [0.3.1]

Incluso, ante el progresivo agotamiento de los yacimientos más ricos y mejor situados geográficamente, se están estudiando métodos de concentración y aglomeración de los que se obtiene un producto de alto contenido en hierro (pellas o «pellets», sinterizado, etc.)

De estos procesos, la sinterización y la peletización son los más importantes.

La sinterización consiste en aglomerar a elevada temperatura las partículas de mineral (inferiores a 10 mm) mezcladas con un combustible (generalmente polvo de coque) [0.3.2]



[0.3.2]

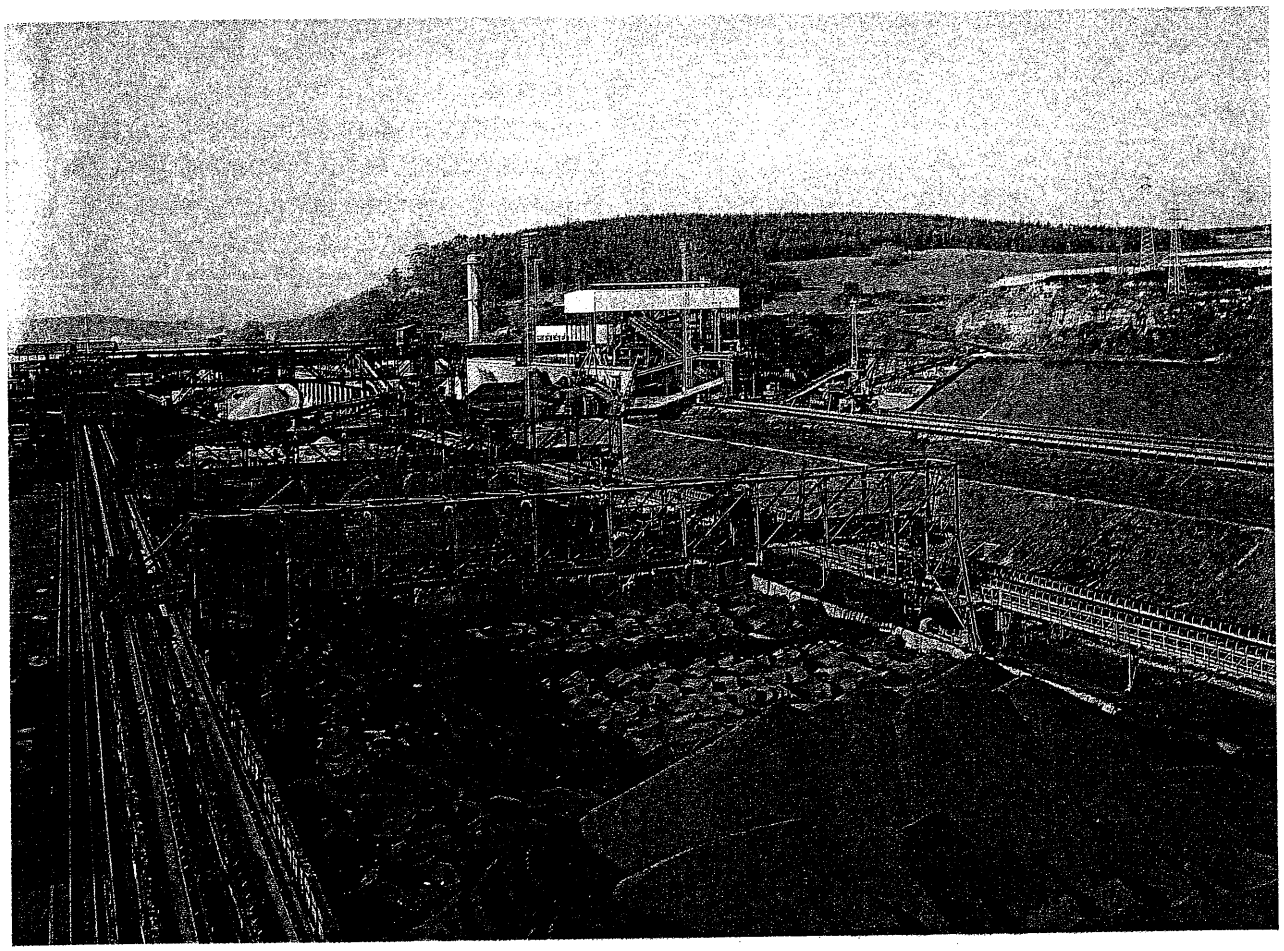
En la peletización, se amasan las partículas de mineral con agua, polvo de carbón y aglomerantes, obteniéndose así las **pellas crudas,** y posteriormente se someten a un proceso de cocción para su endurecimiento.

Los minerales que llegan a la factoría siderúrgica tienen una composición química y una granulometría distintas unos de otros.

La marcha económica de los modernos hornos altos exige la mayor regularidad posible de la carga, para poder obtener una calidad uniforme de los arrabios y un mínimo consumo de coque. Esta homogeneidad sólo puede conseguirse mediante la mezcla de distintos minerales.

En la actualidad, el sinterizado constituye una proporción notable de la carga del horno (más del 70 por 100) por lo que los minerales llegan a la factoría en forma de finos (tamaño inferior a 10 mm).

Los minerales se apilan en el parque de minerales, se criban y, si es necesario, se trituran, pasando a los parques de preparación de cargas donde se forman pilas o **parvas**, mezclando los distintos minerales, debidamente clasificados por tamaños, para homogeneizar su composición química [0.3.3].



[0.3.3]

Para obtener una tonelada de arrabio se utilizan del orden de 1 200 kg de sinterizado, 300 kg de pellas y 150 kg de mineral grueso.

— **El coque.** Es un combustible de extraordinaria importancia en la industria siderúrgica. Es el residuo sólido que se obtiene por destilación de ciertos tipos de hullas (hullas coquizables) en cámaras cerradas, fuera del contacto del aire, a temperaturas superiores a los 1 000 °C.

El coque ha substituido, como combustible siderúrgico, al carbón vegetal utilizado hasta el siglo XIX, en las instalaciones de producción de arrabio.

La producción de coque en España alcanzó su máximo en el año 1975 con 4,6 millones de toneladas y, desde esta fecha, se ha reducido en cerca de un 30 por 100, a pesar del aumento de la producción de arrabio. La mejora de las técnicas del horno alto, ha sido la consecuencia de la disminución de un 45 por 100 del consumo específico de coque (cantidad de coque necesaria para producir una tonelada de arrabio) [0.3.4]

Año	España	
	Producción 10^3 t	Consumo específico kg/t
1901	17	—
1910	289	—
1920	258	—
1930	588	1.140
1940	736	1.152
1950	787	1.167
1955	1.269	1.130
1960	2.345	1.128
1965	2.679	908
1970	3.891	752
1975	4.604	562
1976	4.211	524
1977	4.159	519
1978	4.023	526
1979	3.759	525
1980	3.966	530
1981	3.852	540
1982	3.918	541
1983	3.326	503
1984	3.078	509
1985	3.245	511
Fuente: UNESID.		

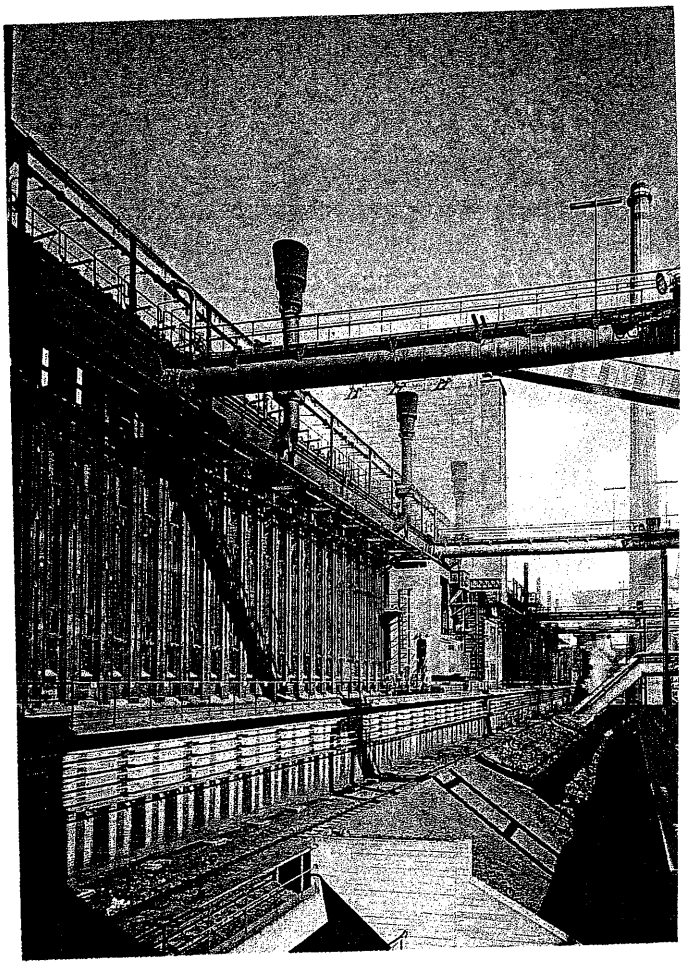
[0.3.4]

El carbón es la primera materia utilizada en la fabricación del coque. De los distintos tipos de carbón, sólo algunos tipos de hullas son aptas para la fabricación de coque que son las denominadas hullas grasas y semigrasas de llama corta con un contenido en materias volátiles comprendido entre 22 y 26 por 100.

Son cada vez más escasas las hullas que, directamente extraídas de la mina, pueden utilizarse en los hornos de coque; el carbón utilizado actualmente en casi todas las siderúrgicas se obtiene por mezclas de carbones.

La preparación de las mezclas, además de las características de composición, exige un control de granulometría y del porcentaje de cenizas (estériles) que no debe ser superior al 6,5 por 100.

La coquización, o destilación seca de la hulla, es un proceso que consiste en calentar la hulla hasta una temperatura superior a los 1 000 °C en una cámara cerrada, en ausencia de aire [0.3.5].



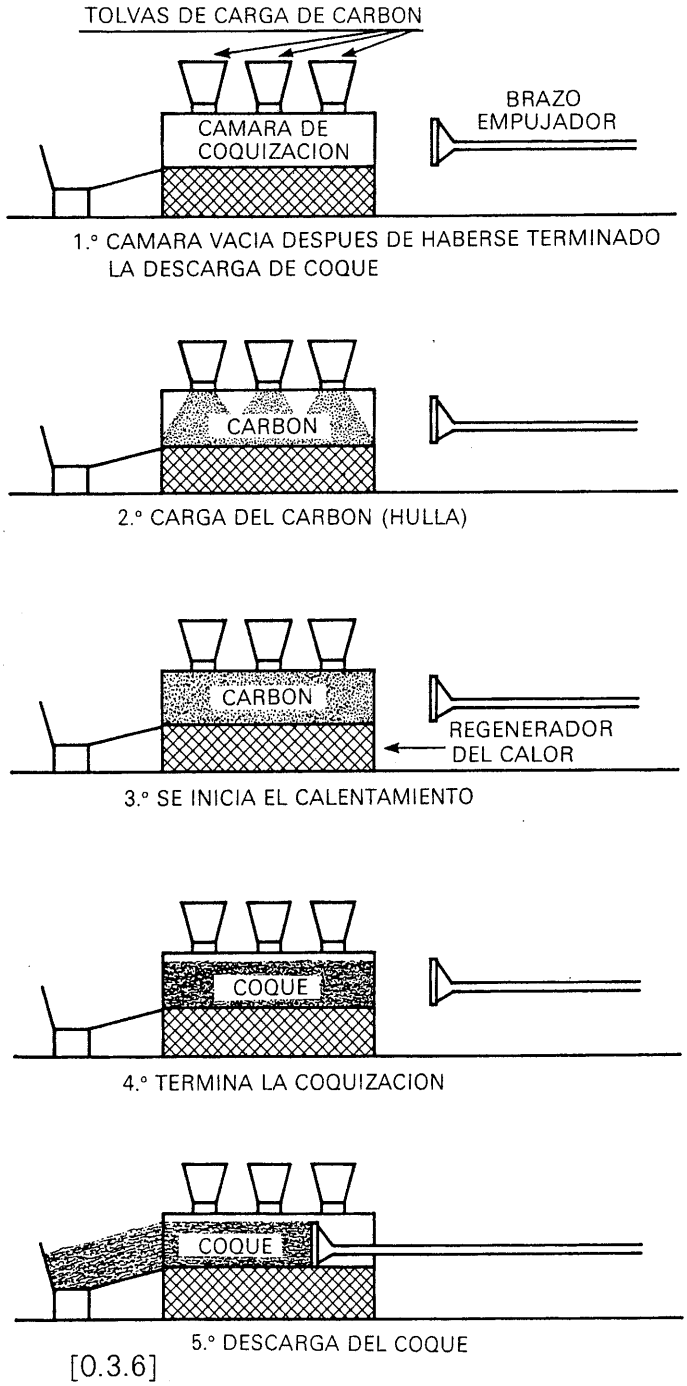
[0.3.5]

La mezcla de carbones, con la granulometría adecuada (2 a 3 mm), se introduce en el horno mediante las tolvas de carga y se caldea por contacto con las paredes calientes del horno, comenzando el proceso por el secado de la carga y prosiguiendo con el desprendimiento de las materias volátiles que contiene el carbón. Cuando se ha alcanzado una temperatura del orden de los 1 200 °C se han desprendido todas las materias volátiles y queda un residuo duro y poroso con un contenido en carbón superior a 90 por 100, el coque.

Una vez completado el proceso de coquización, se retiran las puertas que forman las paredes anterior y posterior del horno. Por la parte posterior se introduce una placa (empujadora) de anchura ligeramente inferior a la del horno que empuja la carga y la expulsa por la parte anterior. El coque al rojo se vierte sobre un vagón que lo transporta hasta la torre de apagado, donde una intensa lluvia de agua enfría rápidamente al coque hasta la temperatura ambiente [0.3.6].

Desde el apagado, el coque se traslada mediante cintas transportadoras a las instalaciones de cribado donde se separan los finos de coque (menor de 16 mm), que se mezclan con los finos de minerales para sintetizar. El coque mayor de 16 mm se almacena en silos para su carga en el horno alto.

En el proceso de coquización de la hulla, además del coque siderúrgico, que es el producto principal, se obtienen otros subproductos tales



[0.3.6]

como: gas de batería, brea y alquitrán, aceites y naftas, hidrocarburos, ácido sulfhídrico y amónico (base para la fabricación de abonos) y otros muchos que son utilizados en la industria química.

En [0.3.7] se indican los principales productos obtenidos de la destilación de la hulla.

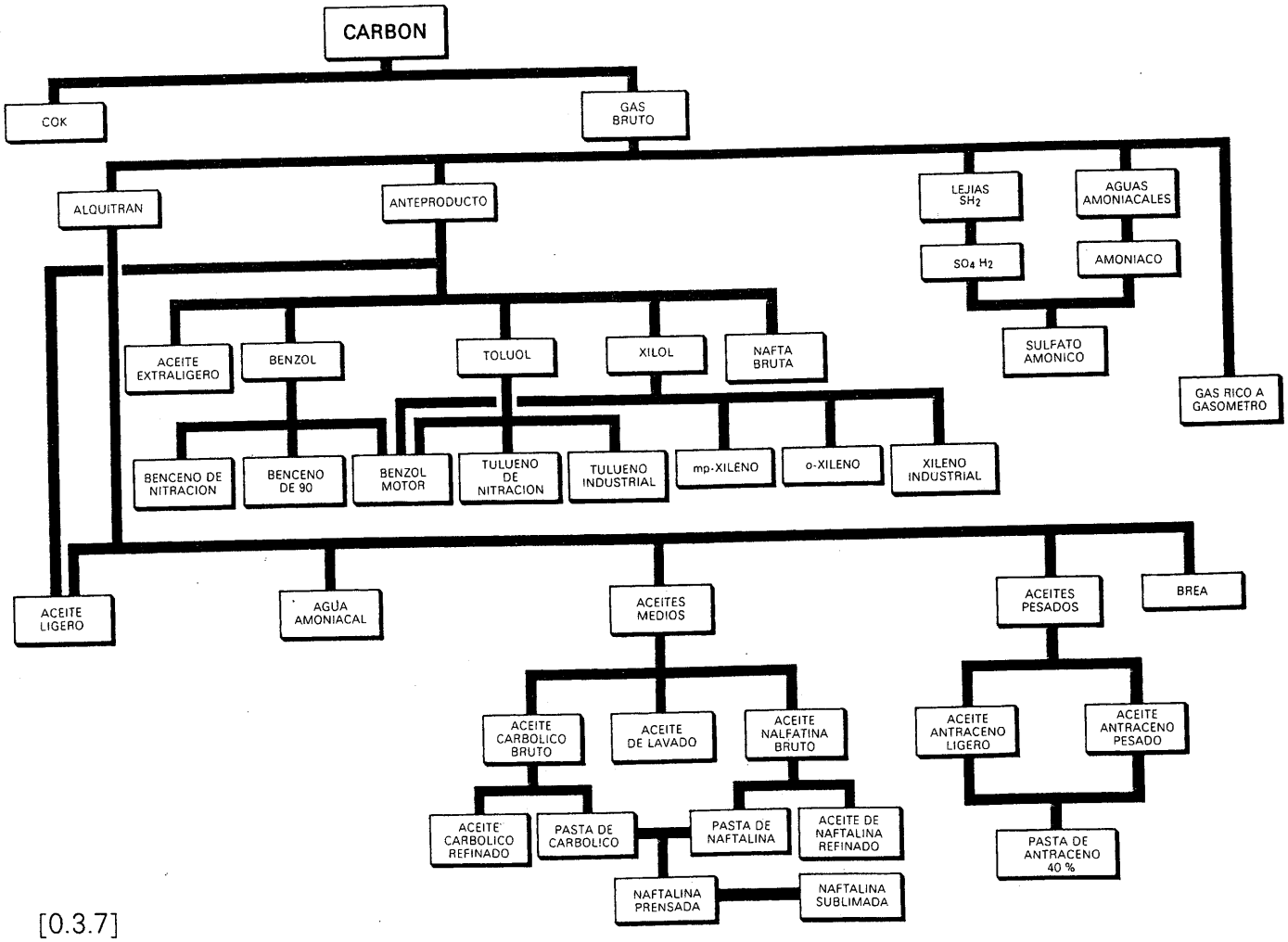
— **La chatarra de acero.** Junto con los minerales de hierro, es la primera materia para la fabricación del acero.

Como se verá más adelante, algunos procesos de elaboración del acero (convertidor) utilizan la chatarra mezclada con el arrabio, mientras otros (los hornos eléctricos) utilizan solamente la chatarra.

La chatarra puede clasificarse (véase UNE 36-199) según su origen en:

— **chatarra reciclada:** es la obtenida en los propios procesos siderúrgicos en forma de despuntes, y recortes de los productos obtenidos;
— **chatarra de transformación:** es la obtenida como recortes en las industrias transformadoras de productos siderúrgicos (automoción, industria naval, fabricación de envases, construcción con acero, etc.);
— **chatarra de recuperación:** es la procedente del desgüace y deshecho de bienes de equipo cuyo componente principal es el acero (automóviles, maquinaria, etc.).

Actualmente se está utilizando, en sustitución de la chatarra, un producto obtenido por **reducción directa** de los minerales. Sin embargo, en general, el alto coste de la reducción directa no permite una utilización masiva de es-



[0.3.7]

tos productos y lo condiciona al precio internacional de la chatarra.

En [0.3.8] se indica la evolución del consumo de primeras materias.

0.3.2. FABRICACIÓN DEL ARRABIO: EL HORNO ALTO

El arrabio es un producto intermedio en la fabricación del acero, obtenido en el horno alto, a partir de los minerales. Es la primera materia para la obtención del acero en el convertidor o en los hornos Martín-Siemens (hoy prácticamente en desuso, por razones económicas).

Para la obtención del hierro a partir de los minerales, el primer paso es la reducción de los óxidos, utilizando como reductor el monóxido de carbono procedente de la combustión del coque que se mezcla con el mineral en la carga del horno [0.3.9].

— **La marcha del horno alto.** El horno alto es el aparato diseñado para que en él se produzcan las reacciones químicas de reducción de los minerales de hierro [0.3.10].

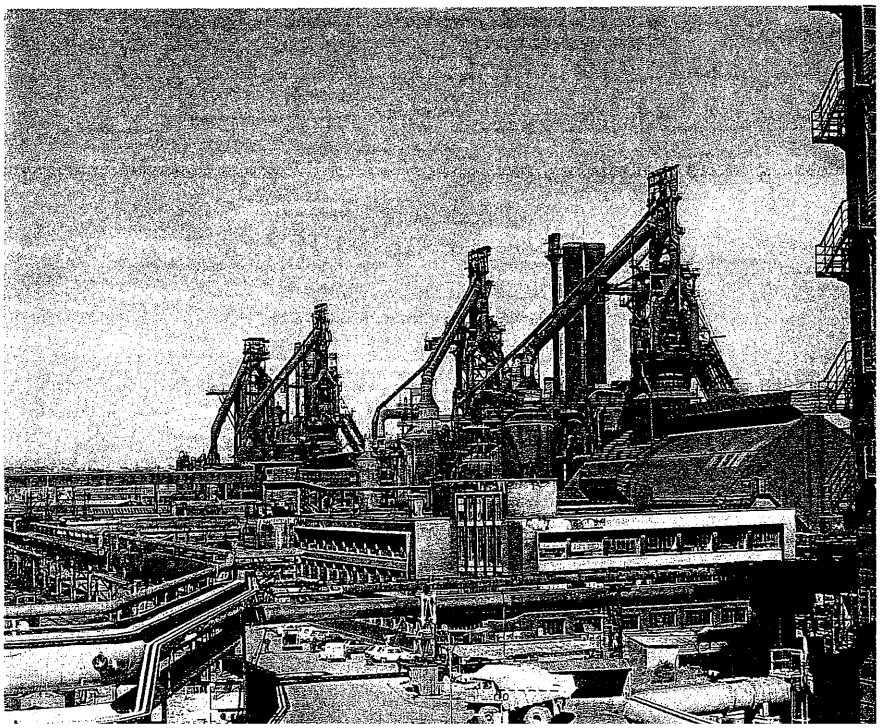
El funcionamiento del horno alto, en esquema es el siguiente [0.3.11]:

— Por la parte alta del horno (el tragante) se introducen las cargas de mineral, coque y fundentes, que en su descenso se encuentran con una co-

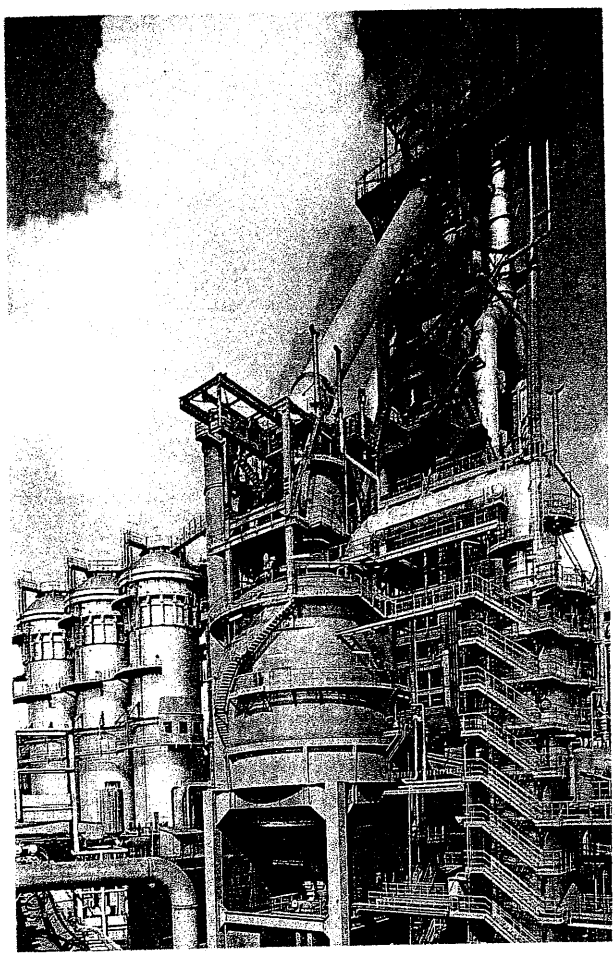
Año	*Carbón*	*Mineral*	*Chatarra*
1930	839	1.145	570
1940	1.026	1.165	416
1950	1.140	1.313	389
1955	1.822	1.900	597
1960	3.299	3.879	998
1965	3.684	4.839	1.969
1970	5.253	7.463	4.790
1975	6.406	12.076	6.507
1976	5.713	10.993	6.579
1977	5.674	12.111	6.749
1978	5.495	11.656	7.211
1979	5.151	12.281	8.000
1980	5.407	12.030	8.510
1981	5.303	12.005	8.306
1982	5.396	12.294	9.113
1983	4.612	10.326	9.709
1984	4.315	10.159	10.099
1985	4.522	10.042	10.677
1986	4.087	8.175	8.761
1987	3.801	7.798	8.314
1988	3.936	7.550	8.814

Fuente: UNESID.

[0.3.8]



[0.3.9]



[0.3.10]

rriente ascendente de viento, insuflado por la parte inferior del horno (zona de toberas) de forma que se establece un contacto íntimo con los materiales cargados y los gases reductores.

— En la parte baja del horno los gases de combustión del coque alcanzan una temperatura próxima a los 2 000 °C y van cediendo su calor a la carga, elevando su temperatura hasta que se alcanza la adecuada para que se produzcan las reacciones de reducción de los óxidos y las de formación de las escorias.

— La carga sólida, en su descenso, va sufriendo una serie de transformaciones en su composición: los óxidos se reducen; el oxígeno liberado se combina con el carbono formando óxidos de carbono que escapan en la corriente de gases por la parte alta del horno; el hierro liberado, – por efecto de la temperatura, en estado líquido – va colando hasta recogerse en la parte baja del horno **(crisol)**; los componentes de la ganga se combinan con los fundentes y forman la escoria – que es una mezcla compleja de silicatos – que también en estado líquido, va colando hasta el crisol y, debido a su menor densidad, sobrenada sobre el hierro fundido.

Las impurezas que acompañan al mineral también sufren las mismas reacciones químicas que el hierro; unas se mezclan en el crisol con el hierro obtenido, algunos elementos mejorando sus cualidades, otros impurificándole. Por último ciertos elementos pasan a la escoria.

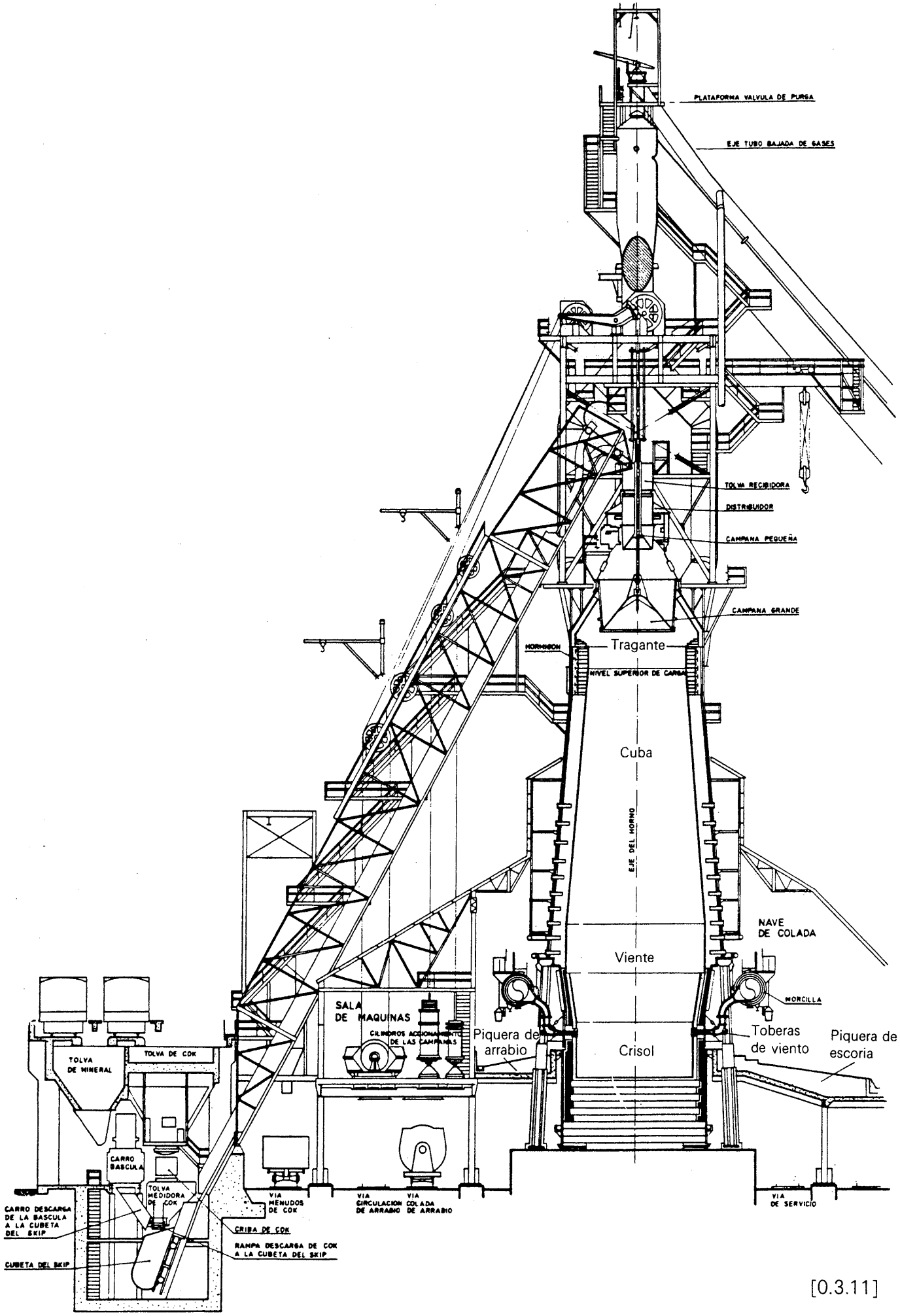
Periódicamente se **«sangra»** el horno, es decir, se vacía el crisol por un orificio practicado en la parte baja del mismo **(piquera)**. Por encima de la piquera de arrabio se sitúan una o dos piqueras para la evacuación de las escorias.

El arrabio se conduce por unas **regueras** de arena hasta colarlo en las cucharas que pueden ser abiertas o cerradas **(cuchara torpedo)**. Estas últimas permiten conservar el calor del caldo durante el transporte o durante los tiempos de espera [0.3.12].

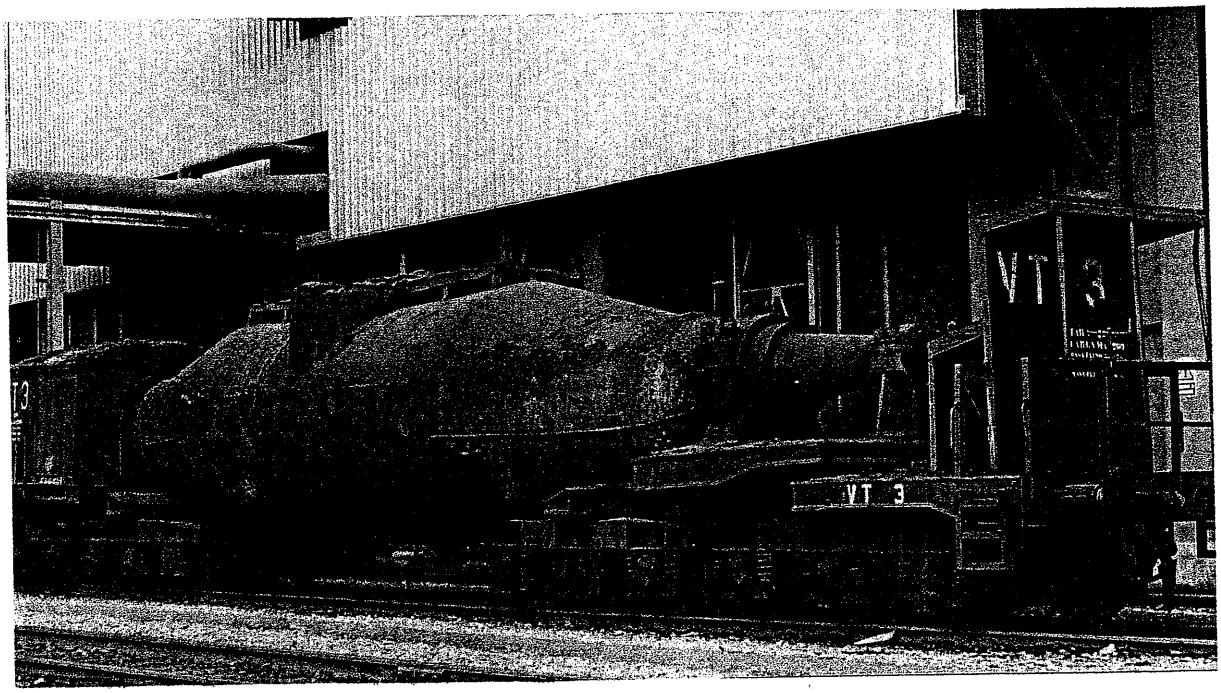
Las cucharas transportan el arrabio, bien a la acería para su transformación en acero (afino de arrabio), bien a la máquina de colar, donde se vierte en moldes para conseguir un producto sólido (lingote de hierro), que posteriormente se trata en los cubilotes, o en hornos eléctricos o de inducción, para la obtención de fundición utilizada en la fabricación de piezas fundidas.

El arrabio está compuesto en su mayor proporción por hierro (de 90 a 95 por 100), carbono (del 3 al 4 por 100) procedente del coque de la carga, silicio (hasta un 2,5 por 100) procedente de la ganga que acompaña al mineral y otros elementos químicos presentes en los minerales y que no son retenidos por las escorias.

La producción de un horno alto varía según su tamaño y condiciones de funcionamiento y, si prescindimos de hornos antiguos cuya producción no alcanza las 1 000 t diarias, la producción de los modernos hornos altos puede variar entre 1 500 t diarias, para los hornos más pequeños, hasta 5 000 t diarias; algunos hornos gigantes pueden alcanzar hasta 10 000 t/día.


PLATAFORMA VALVULA DE PURGA
EJE TUBO BAJADA DE GASES
TOLVA RECEBIDORA
DISTRIBUIDOR
CAMPANA PEQUEÑA
CAMPANA GRANDE
HORMIGON
Tragante
NIVEL SUPERIOR DE CARGA
Cuba
EJE DEL HORNO
NAVE DE COLADA
Viente
MORCILLA
Toberas de viento
Piquera de escoria
Piquera de arrabio
Crisol
SALA DE MAQUINAS
CILINDROS ACCIONAMIENTO DE LAS CAMPANAS
TOLVA DE COK
TOLVA DE MINERAL
CARRO BASCULA
TOLVA MEDIDORA DE COK
CARRO DESCARGA DE LA BASCULA A LA CUBETA DEL SKIP
CUBETA DEL SKIP
CRIBA DE COK
RAMPA DESCARGA DE COK A LA CUBETA DEL SKIP
VIA MENUDOS DE COK
VIA CIRCULACION DE ARRABIO
VIA COLADA DE ARRABIO
VIA DE SERVICIO

[0.3.11]



[0.3.12]

En [0.3.13] se recoge la evolución de la producción de arrabio en España.

Año	*Arrabio 10 ^{6} t*
1900	0,2911
1910	0,4076
1920	0,2581
1930	0,6234
1940	0,5831
1950	0,6645
1955	0,9636
1960	1,890
1965	2,338
1970	4,164
1975	6,841
1976	6,626
1977	6,636
1978	6,254
1979	6,454
1980	6,379
1981	6,259
1982	5,994
1983	5,419
1984	5,338
1985	5,470
1986	4,808
1987	4,804
1988	4,691
1989	5,535
Fuente: UNESID.	

[0.3.13]

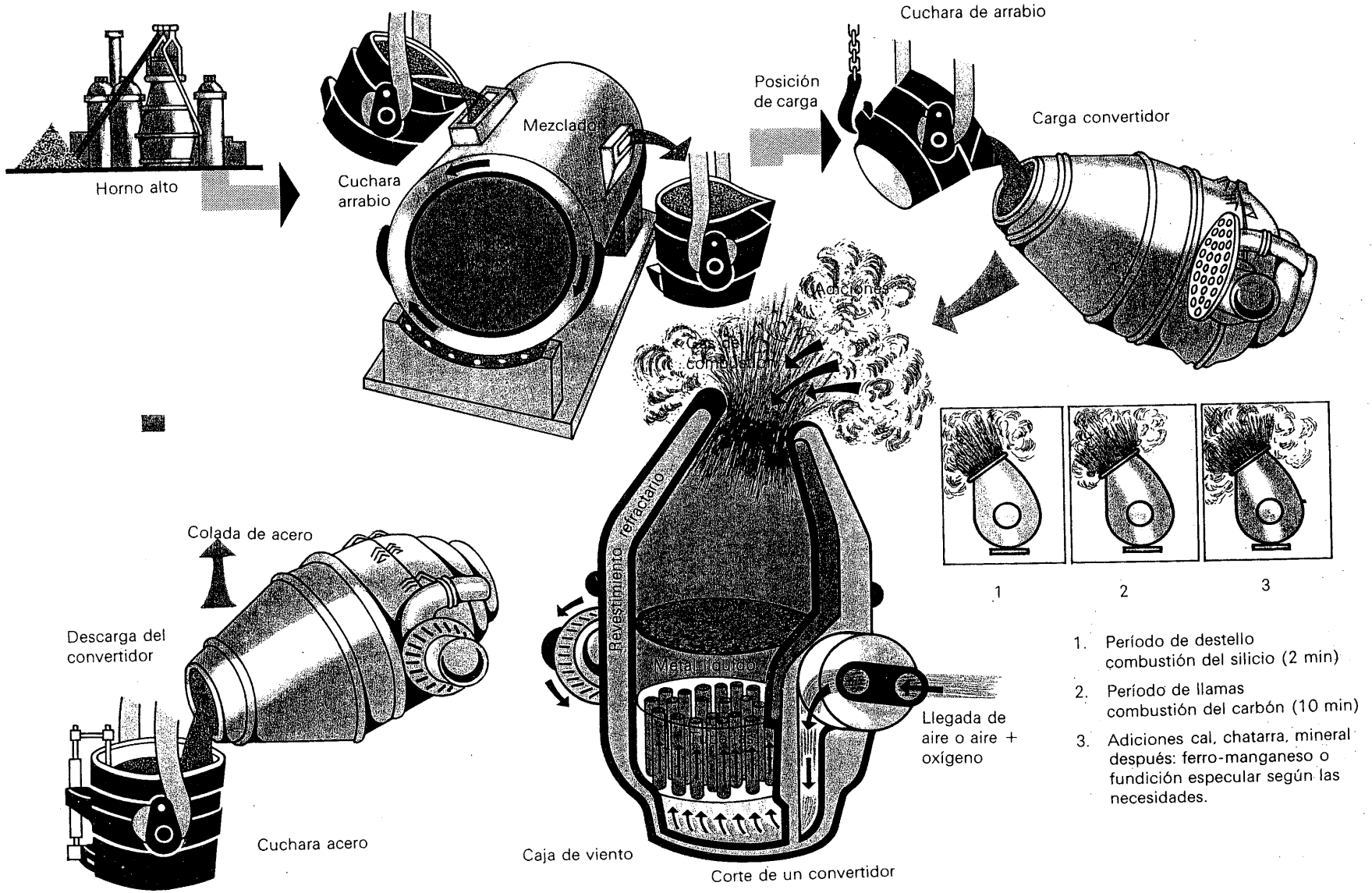
0.3.3. ELABORACION DEL ACERO

Como ya se ha indicado, para la fabricación del acero se puede partir del arrabio obtenido en el horno alto, o de las chatarras (y, modernamente, de los prerreducidos).

Esencialmente, la fabricación del acero consiste en oxidar las impurezas de las primeras materias y fijarlas en una escoria. Las reacciones de oxidación se producen a elevadas temperaturas (superiores a 1 500 °C) por lo que los hornos de acero precisan el aporte de energía necesario para conseguir estas altas temperaturas.

Los distintos procesos de obtención del acero difieren en la forma de aportar esta energía.

En los convertidores soplados por oxígeno, la energía necesaria para la fusión y afino la aporta la combustión de los elementos contenidos en el arrabio, principalmente el carbono, provocada por la inyección de un chorro de oxígeno. En los antiguos convertidores, Bessemer y Thomas, se inyectaba por el fondo aire o una mezcla de aire y oxígeno. En los modernos convertidores se inyecta oxígeno puro mediante una lanza introducida por la boca del convertidor, si bien en algunas variantes de este proceso se insufla simultáneamente por la boca y por el fondo [0.3.14].



Elaboración del acero en convertidores Thomas, OBM y LWS.

[0.3.14]

En los hornos Martín-Siemens, la energía la aporta un combustible, líquido o gaseoso, que se quema mediante unos mecheros situados en las paredes del horno.

Por último en los hornos eléctricos la energía se aporta mediante una corriente eléctrica, bien sea por el calor generado por una chispa que se hace saltar entre dos electrodos (hornos de arco) o bien mediante corrientes inducidas en la carga metálica.

El proceso Martín-Siemens ha caído prácticamente en desuso. Hoy día no se montan nuevas instalaciones con este tipo de hornos. En España, la última instalación de hornos Siemens dejó de funcionar en 1983. Así pues, en la actualidad, existen dos procesos de fabricación de acero: el convertidor soplado por oxígeno (procesos LD y similares) por el que en 1989 se produjo el 43,9 por 100 del total de acero, y el horno eléctrico, con el 56,1 por 100. En [0.3.15] se indica la evolución en España de los distintos procesos de fabricación de acero.

Año	*Bessemer*		*Martin-Siemens*		*Eléctrico*		*Soplado con O_2*	
	10^3 t	*%*	*10^3 t*	*%*	*10^3 t*	*%*	*10^3 t*	*%*
1930	260	25,5	711,7	69,7	50	4,8	—	—
1940	227	28,2	526	65,4	51	6,4	—	—
1950	187	22,9	540	66,3	88	10,8	—	—
1955	242	20,0	769	63,4	202	16,6	—	—
1960	266	13,9	1.383	72,1	270	14,0	—	—
1963	226	8,2	1.716	62,1	720	26,0	103	3,7
1965	232	6,6	1.810	51,5	1.062	30,2	411	11,7
1969	11	0,2	1.886	31,5	2.177	36,4	1.908	31,9
1970	—	—	1.951	26,4	2.605	35,2	2.838	38,4
1975	—	—	1.100	9,9	3.907	35,2	6.084	54,9
1976	—	—	929	8,5	4.142	37,7	5.911	53,8
1977	—	—	956	8,6	4.312	38,6	5.900	52,8
1978	—	—	608	5,4	4.821	42,5	5.916	52,1
1979	—	—	655	5,3	5.630	46,0	5.969	48,7
1980	—	—	634	5,0	6.224	49,2	5.785	45,8
1981	—	—	601	4,7	6.352	49,2	5.943	48,1
1982	—	—	419	3,2	6.839	51,9	5.920	44,9
1983	—	—	254	2,0	7.399	56,9	5.356	41,1
1984	—	—	—	—	8.106	60,1	5.391	39,9
1985	—	—	—	—	8.734	61,5	5.459	38,5
1986	—	—	—	—	7.008	59,0	4.874	41,0
1987	—	—	—	—	6.761	57,8	4.930	42,2
1988	—	—	—	—	7.135	60,0	4.751	40,0
1989	—	—	—	—	7.180	56,1	5.617	43,9

Fuente: UNESID.

[0.3.15]

El proceso del convertidor requiere que, al menos, una parte de la carga sea arrabio fundido para que, con el calor del baño, se inicien las reacciones de combustión hasta que se alcance la temperatura de afino. Por el contrario, en los hornos eléctricos se parte exclusivamente de chatarra que se funde por el calor del arco y una vez acabada la fase de fusión se pasa al afino del baño.

Fundida la carga, se adiciona cal y otros fundentes cuya misión es la formación de una escoria que atrape los óxidos, formados en la combustión, de los elementos indeseables que impurifican el baño.

Una vez eliminados en su mayor parte estos elementos (afino) se adicionan, si procede según el tipo de acero, las ferroaleaciones que aportan los elementos de aleación y se vierte el contenido del horno en las cucharas de colada.

Desde la cuchara, el acero líquido puede tener tres destinos:

— las lingoteras (colada convencional);
— la colada continua;
— los moldes de piezas (acero moldeado).

El primer proceso de convertidor tomó el nombre de proceso LD en recuerdo de las ciudades austríacas de Linz y Donawitz, donde se desarrollaron las primeras investigaciones de este proceso y se instaló la primera planta industrial.

A partir de esta idea se han desarrollado una gran variedad de procesos, designados por las letras iniciales de las características que los definen. En [0.3.16] se indican algunos de estos procesos que reciben la designación genérica de **Conversión con oxígeno.**

0.3.4. METALURGIA FUERA DEL HORNO

En el horno se realizan dos operaciones fundamentales: la fusión de la carga y el afino. La primera requiere un mayor aporte de energía y la segunda requiere una serie de complejas operaciones para que se produzca la oxidación que elimine las impurezas. Muchas de estas reacciones precisan condiciones diferentes y en ocasiones opuestas. Desde hace unos años se está abriendo camino la práctica de dedicar el horno fundamentalmente a las operaciones de fusión y acabar el afino en la cuchara. Con esta práctica se consigue mejor aprovechamiento de cada instalación, una demanda de energía más regular (lo que es especialmente importante en los hornos eléctricos), una mayor homogenei-

Proceso	*Característica principal*
LD	Inyección de oxígeno por lanza.
LD-CL	La lanza está dotada de un movimiento circular.
AOD	Inyección de oxígeno y gas inerte por el fondo, a través de toberas.
LD-AC y OLP	Por la lanza se inyecta oxígeno y polvo de cal.
KALDO	Convertidor rotatorio e inyección a baja presión.
ROTOR	Horno horizontal rotatorio con lanza de oxígeno.
LD-OB	Inyección de oxígeno con lanza y soplado de oxígeno por el fondo a través de toberas.
LD-AB y LD-KG	Se combina la inyección de oxígeno por lanza superior con el soplado de un gas inerte por el fondo a través de toberas.
LBE	Combina la inyección de oxígeno por lanza con el soplado de argón a través de ladrillos porosos.
Q-BOP	Soplado por el fondo de oxígeno y propano.
K-BOP	Combina el proceso Q-BOP con el LD.
KMS	Soplado por el fondo de oxígeno, hidrocarburos, polvos de cal y carbón a través de toberas.

[0.3.16]

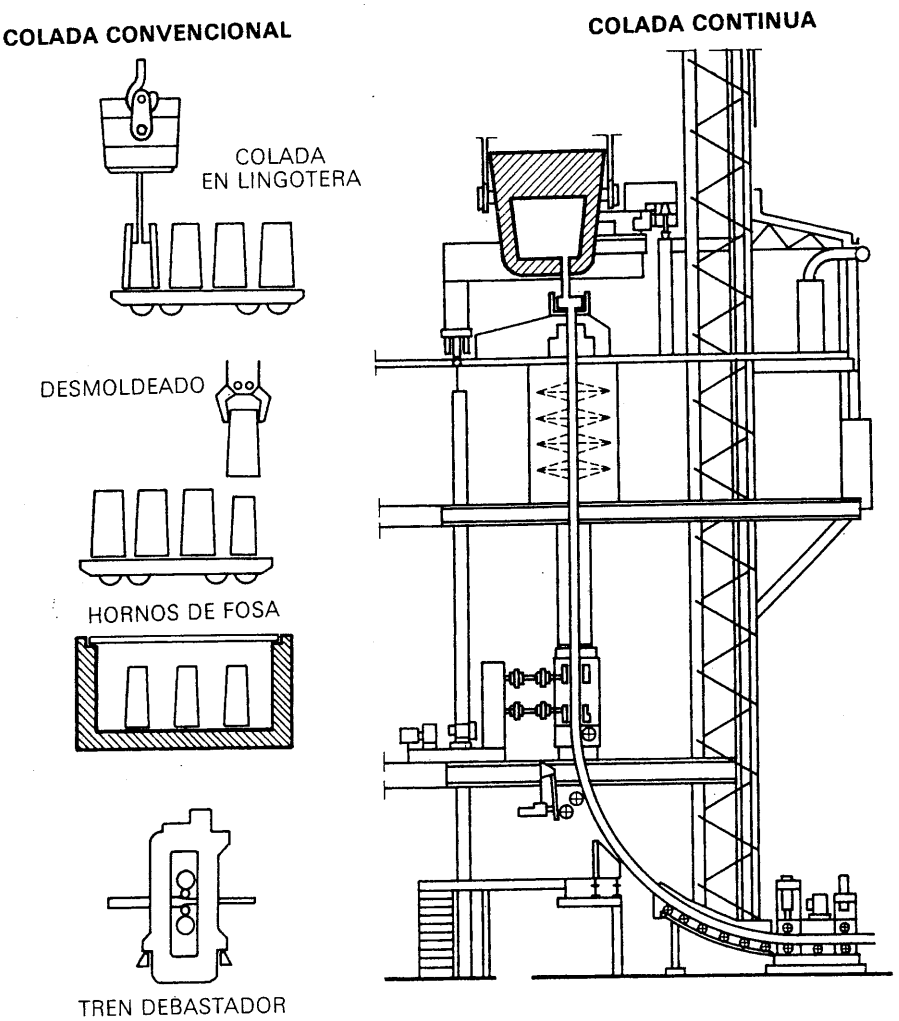
dad de la composición y de la temperatura del caldo y en general una mayor productividad.

Las principales operaciones de la metalurgia fuera del horno son:

— **agitación:** mediante inyección de gas inerte o por inducción, para homogeneizar la temperatura y la composición;
— **desfosforación:** mediante la adición de escorias sintéticas;
— **desulfuración:** con escorias sintéticas o con adiciones de compuestos de calcio y/o magnesio;
— **descarburación;**
— **desoxidación y control de inclusiones:** por agitación, con técnicas de vacío y por adición de desoxidantes;
— **desgasificación:** mediante técnicas de vacío se consigue la eliminación del nitrógeno y del hidrógeno, y
— **control de la composición:** mediante las adiciones necesarias de ferroaleaciones.

0.3.5. COLADA DEL ACERO

El acero líquido de la cuchara se puede verter directamente sobre moldes de arena con la forma de la pieza que se desea obtener o bien solidificarlo para su conformación por forja o laminación. Para esto último, existen dos procedimientos: la **colada convencional** y la **colada continua** [0.3.17]. En los últimos veinte años, la colada continua ha experimentado un gran incremento, debido a la notable reducción de costes ya que, como se indicará más adelante, permite eliminar las instalaciones de hornos de fosa y los trenes desbastadores de lingote. En [0.3.18] se recoge la evolución en los últimos años de estos dos procesos de colada.



[0.3.17]

(Miles de toneladas)

Año	*Convencional*	*%*	*Continua*	*%*	*Total*
1974	9.258	81	2.218	19	11.476
1975	8.758	79	2.333	21	11.091
1976	8.489	77	2.493	23	10.982
1977	8.281	74	2.887	26	11.168
1978	8.058	71	3.287	29	11.345
1979	8.369	68	3.885	32	12.254
1980	8.047	64	4.608	36	12.643
1981	7.798	60	5.098	40	12.896
1982	7.653	58	5.525	42	13.178
1983	7.044	54	5.965	46	13.009
1984	6.831	51	6.666	49	13.497
1985	6.109	43	8.084	57	14.193
1986	4.615	39	7.267	61	11.882
1987	3.739	32	7.797	68	11.536
1988	2.883	25	8.843	75	11.726
1989	1.603	13	11.012	87	12.615

Fuente: UNESID.

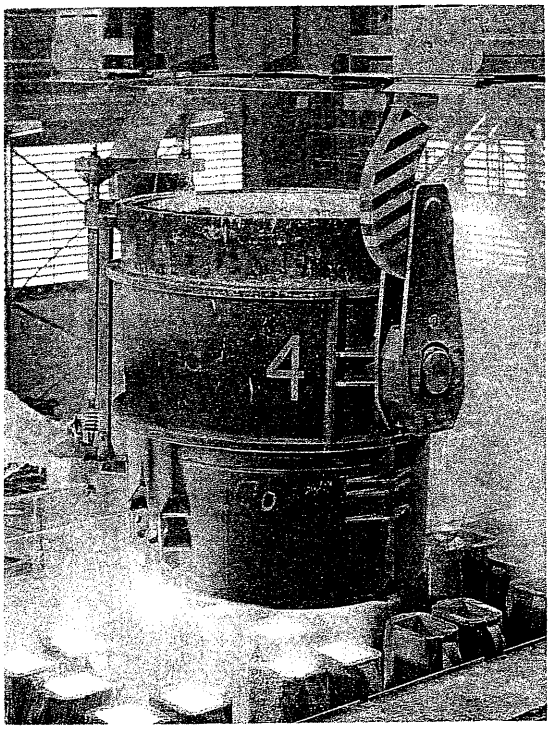
[0.3.18]

En la colada convencional, el acero se cuela en moldes prismáticos de sección cuadrada, rectangular, poligonal o con formas especiales, según el producto que se desea obtener [0.3.19].

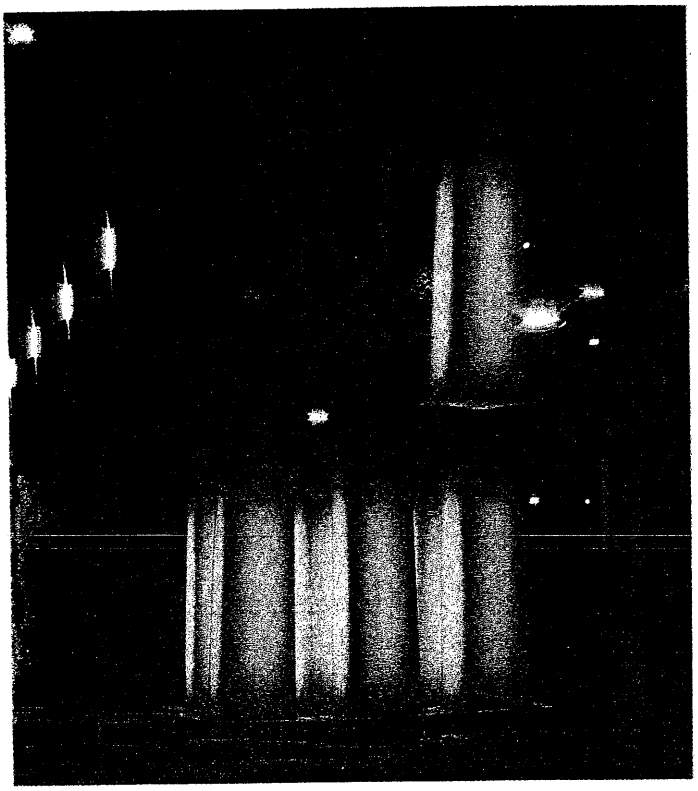
Los lingotes tienen una altura del orden de 2 m y su peso puede variar desde algunos cientos de kilogramos hasta 100 t si bien los más frecuentes oscilan entre 10 t y 30 t.

Se debe cuidar el proceso de solidificación y desoxidación del acero ya que esta operación puede afectar la calidad y pureza del acero obtenido.

Cuando se ha conseguido una solidificación suficiente, se desmoldean los lingotes y, en lo posible, se cargan los más rápidamente en los **hornos de fosa** hasta que se alcanza la temperatura para su laminación en el tren desbastador, en los que se transforman en desbastes: planos, rectangulares o cuadrados. Otros lingotes se destinan a ser conformados por forja [0.3.20].



[0.3.19]

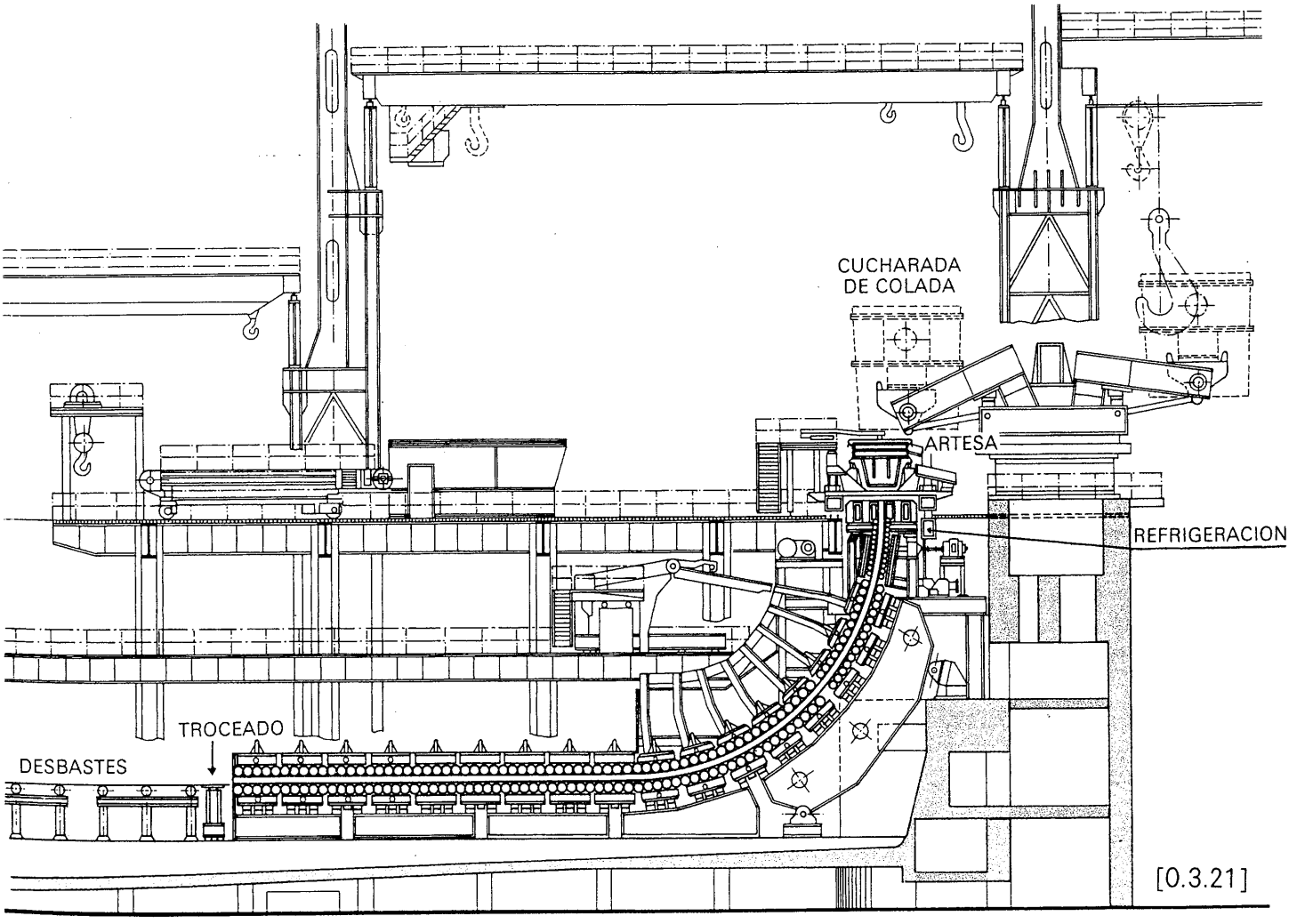


En la colada continua, el acero líquido se vierte sobre un molde de fondo desplazable que se refrigera por medio de chorros de agua, con lo que se consigue una rápida solidificación. Mediante unos rodillos extractores, se arrastra la barra así obtenida de forma continua y, cuando se ha conseguido la solidificación de toda la sección, se trocea a las longitudes deseadas mediante soplete [0.3.21].

0.3.6. CONFORMACION DEL ACERO

Una de las propiedades que confieren al acero sus amplias posibilidades de utilización es su aptitud a la conformación mediante la aplicación de un esfuerzo mecánico, es decir, su maleabilidad.

Desde muy antiguo se conoce esta técnica de dar forma al acero mediante golpeo con una masa movida por energía hidráulica (martinete), o con martillo (forja).



[0.3.21]

En la actualidad los sistemas de conformación del acero se limitan a:

— laminación;
— forja y estampación;
— moldeo.

En [0.3.22] se indican los tonelajes producidos en España por cada proceso en los últimos años.

— **Laminación.** Es el proceso de conformar un producto inicial, variando su sección, mediante la presión ejercida por dos cilindros, entre los cuales se hace pasar el material.

La laminación puede realizarse a temperaturas elevadas (alrededor de los 1 000 °C) – laminación en caliente – o a la temperatura ambiente – laminación en frío –.

En la laminación en caliente se aprovecha la mayor plasticidad del material a elevadas temperaturas y se pueden conseguir mayores reducciones de sección.

Sólo son susceptibles de obtenerse por laminación productos de sección uniforme y de forma relativamente sencilla.

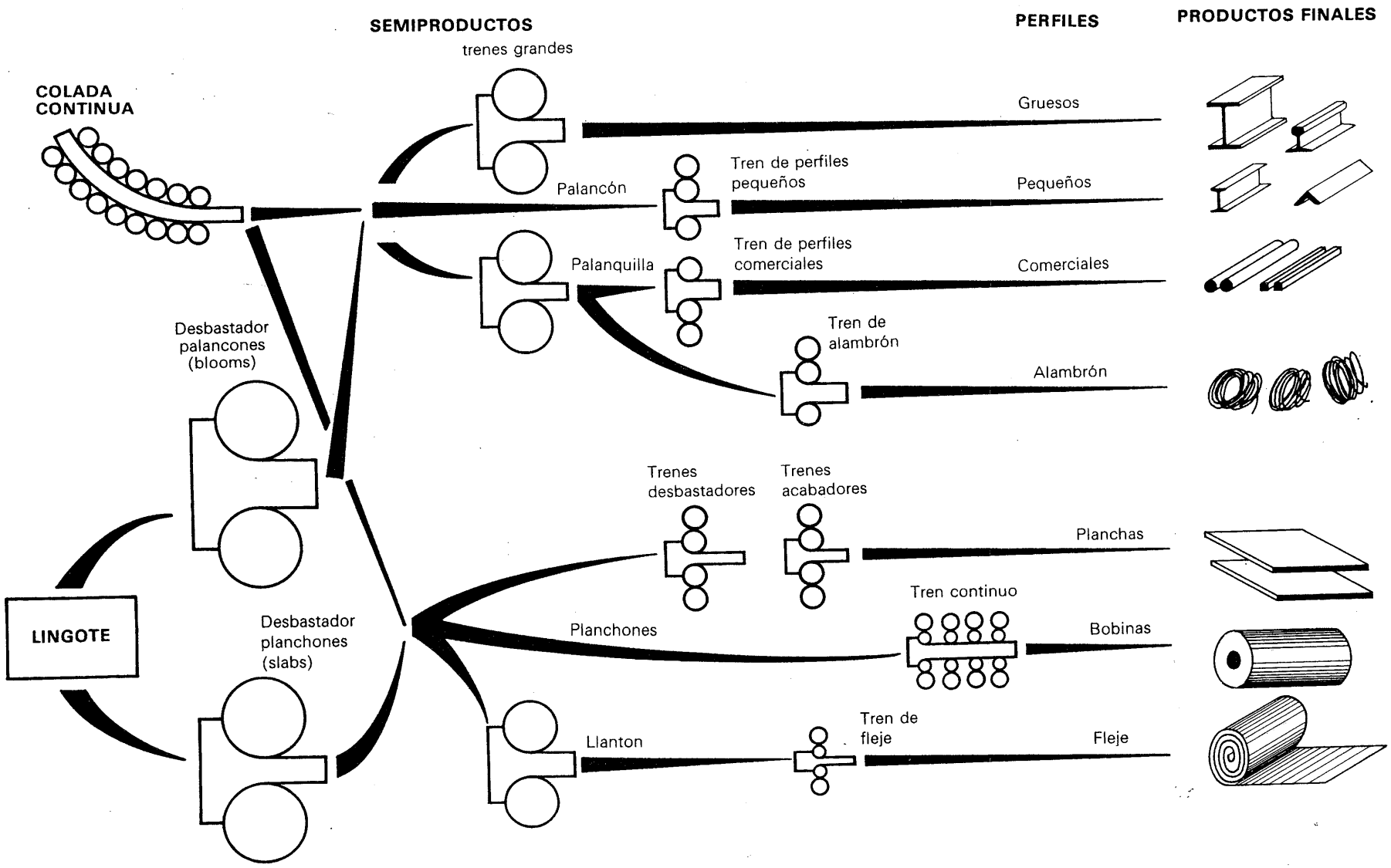
El producto que alimenta los trenes de laminación en caliente, denominado desbaste, se puede obtener bien a partir de los lingotes obtenidos en la colada convencional o bien a partir de los productos obtenidos por colada continua [0.3.23].

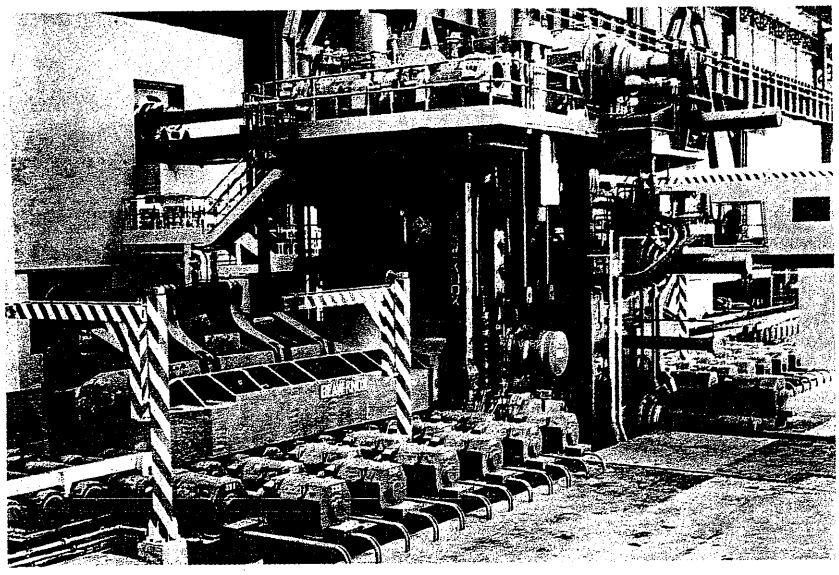
En el primer caso, los lingotes, después de su desmoldeo y calentamiento en los hornos de fosa, se laminan en los trenes desbastadores

Año	*Productos laminados 10^3 t*			*Acero moldeado 10^3 t*	*Acero forjado 10^3 t*
	Largos	*Planos*	*Total*		
1974	4.552	4.428	8.980	143	102
1975	4.041	4.254	8.295	138	100
1976	4.667	4.195	8.862	110	81
1977	4.653	4.392	9.045	111	74
1978	4.966	3.919	8.885	110	68
1979	5.488	3.697	9.185	109	62
1980	5.598	3.966	9.564	115	74
1981	5.876	3.778	9.654	118	75
1982	5.937	3.374	9.311	109	74
1983	6.313	3.811	10.124	98	58
1984	6.828	3.875	10.703	100	51
1985	7.199	3.796	10.995	94	44
1986	6.186	3.683	9.869	92	—
1987	5.962	3.856	9.819	88	—
1988	6.171	4.343	10.515	92	—
1989	6,158	4.846	11.004	102	—

Fuente: UNESID.

[0.3.22]


SEMIPRODUCTOS
PERFILES
PRODUCTOS FINALES
trenes grandes
COLADA CONTINUA
Gruesos
Palancón
Tren de perfiles pequeños
Pequeños
Palanquilla
Tren de perfiles comerciales
Comerciales
Tren de alambrón
Alambrón
Desbastador palancones (blooms)
Trenes desbastadores
Trenes acabadores
Planchas
Tren continuo
LINGOTE
Desbastador planchones (slabs)
Planchones
Bobinas
Llanton
Tren de fleje
Fleje

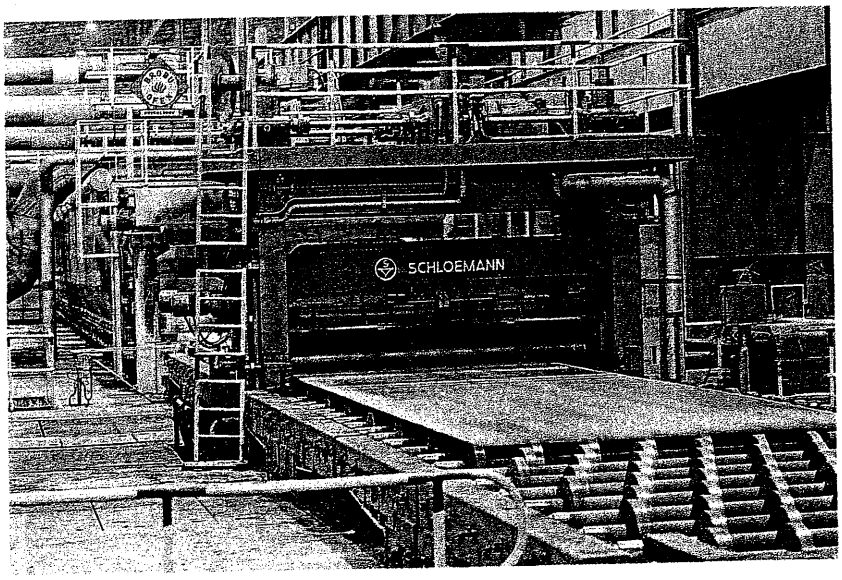


[0.3.24]

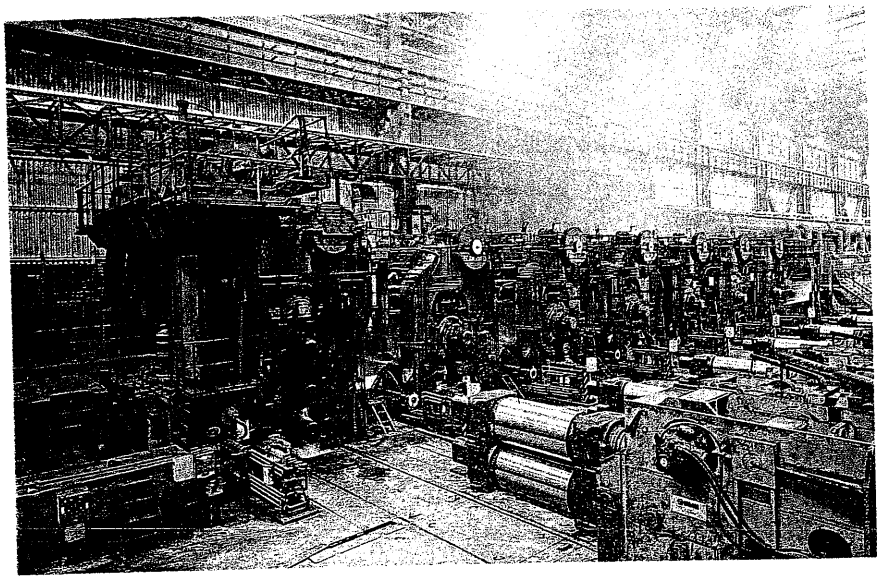
[0.3.24] donde en sucesivas pasadas, se transforman en desbastes de sección plana (planchones o «slabs») o de sección cuadrada o rectangular (palancones o «blooms») según el producto final que se desea obtener.

Las chapas y bandas – productos planos – se obtienen a partir de los desbastes planos, es decir, mucho más anchos que gruesos que, después de calentados en unos hornos adecuados, se hacen pasar repetidas veces entre dos cilindros lisos (trenes reversibles), reduciendo su espesor en cada pasada, hasta obtener el deseado para el producto final. Se obtienen así las chapas gruesas (de espesor superior a 6 mm) que posteriormente se despuntan, se cortan a las dimensiones finales y se dejan enfriar en las instalaciones de acabado [0.3.25].

Para la obtención de chapas de menor espesor es preciso obtener un producto plano intermedio, de anchura igual al producto acabado y de un espesor del orden de los 10 mm. Este producto intermedio se hace pasar por una serie de cajas (trenes continuos o trenes de bandas) que reducen sucesivamente su espesor. Algunos trenes denominados semicontinuos, tienen primero una caja desbastadora, generalmente cuarto reversible, que en sucesivas pasadas laminan un desbaste, hasta las dimensiones adecuadas para su laminación en continuo en las



[0.3.25]

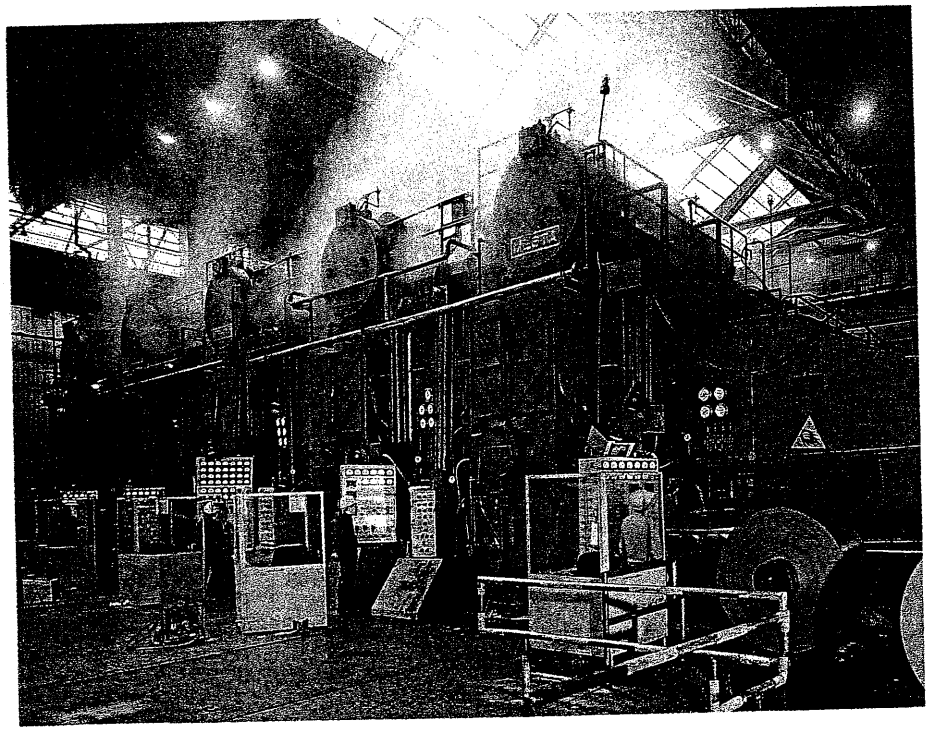


[0.3.26]

cajas sucesivas [0.3.26]. En ambos casos el metal se estira, a la vez que se adelgaza, y se obtiene así una banda de gran longitud, la cual se arrolla para formar una bobina. Esta bobina se deja enfriar y posteriormente se procesa; una bobina puede tener uno de los siguientes destinos:

— línea de corte transversal para obtener chapas cortadas;
— relaminar en frío;
— conformación en frío, con o sin un corte longitudinal previo, para la fabricación de otros productos planos (chapa conformada) o productos largos (tubos, perfiles, etc.).

En el caso de bobinas destinadas a procesar en las líneas de laminación en frío, las bobinas laminadas en caliente se limpian con ácido **(decapan)** y su espesor se reduce haciendo pasar la banda entre una serie de cajas de laminación **(tren tandem)** [0.3.27]



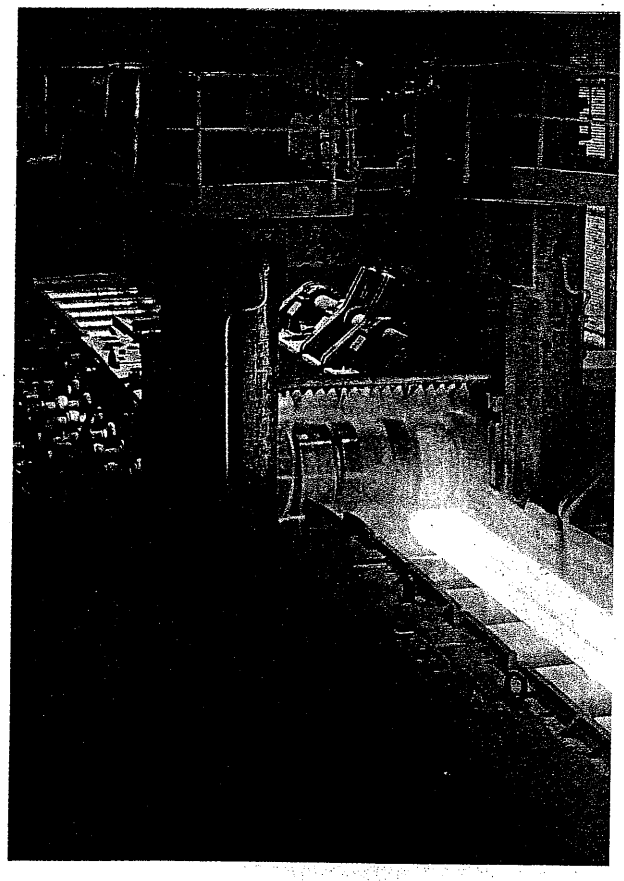
[0.3.27]

hasta la obtención del espesor final; después sufren un proceso de recocido (en hornos de campana o en continuo) y una laminación de acondicionamiento o temperado («skin-pass»).

La bobina laminada en frío se puede destinar a:

— cortar en chapas a longitud fija;
— recubrir (galvanizar, estañar, hojalata, etc.);
— conformar (chapa ondulada, fabricación de tubos, perfiles).

Los productos largos se obtienen por laminación en caliente de los desbastes cuadrados en trenes con cilindros de forma adecuada, según el perfil que se desea obtener [0.3.28]. Se obtiene así las vigas, los perfiles U, los carriles, los ángulos y otros perfiles especiales.



[0.3.28]

— **Forja y estampación.** La mayor parte del acero producido se conforma por laminación. Sin embargo, una parte se destina a la forja, que es la técnica más antigua para la conformación del acero. La forja del acero consiste en dar forma a una barra o tocho mediante golpeo. La forja manual, que tanta importancia tuvo en tiempos pasados para la fabricación de utensilios de hierro – las famosas herrerías – ha caído en desuso y se limita en la actualidad a trabajos artesanales y de obras de arte. Las forjas actuales utilizan martillos pilones movidos por vapor o por prensas hidráulicas y pueden alcanzar potencias considerables.

La estampación es un caso particular de forja en la que se golpea con una matriz que lleva en hueco la forma de la pieza que se desea obtener.

— **Moldeo.** El moldeo consiste en verter el acero líquido en un molde que contiene una cavidad que reproduce la forma de una pieza. Al solidificar el acero colado en el molde se obtiene la pieza deseada y, salvo operaciones de acabado, la pieza así obtenida no se somete a transformaciones posteriores por deformación.

La fabricación de una pieza consta de las siguientes etapas:

— fabricación del molde;
— elaboración del acero líquido;
— colada del acero en el molde;
— desmoldeo (con molde recuperable o no recuperable);
— acabado de la pieza: mecanizado.

0.4. CLASIFICACION Y DESIGNACION DE LOS ACEROS [1]

0.4.1. CRITERIOS DE CLASIFICACION

Los aceros se clasifican [0.4.1] atendiendo a:

— composición química;
— principales características de utilización.

---

[1] Para una mayor precisión sobre los criterios de clasificación de aceros, consúltese la norma UNE 36-004 (EN 10 020) y sobre los criterios de designación la norma UNE 36-009 (EN 10 027).

Utilización / *Composición química*	*Base*	*Calidad*	*Especiales*
No aleados	x	x	x
Aleados	—	x	x

[0.4.1]

0.4.2. CLASIFICACION SEGUN LA COMPOSICION QUIMICA

Atendiendo a la composición química, los aceros se clasifican en dos grupos: aceros no aleados y aceros aleados. En [0.4.2] se indican los valores límites de los elementos de aleación que separan los aceros aleados de los no aleados, de acuerdo con UNE 36-004 (EN 10 020).

Elemento especificado	*Contenido límite %*
Aluminio	0,10
Bismuto	0,10
Boro	0,0008
Cromo	0,30
Cobalto	0,10
Cobre	0,40
Lantánidos, cada uno individualmente	0,05
Manganeso	1,65
Molibdeno	0,08
Níquel	0,30
Niobio	0,06
Plomo	0,40
Selenio	0,10
Silicio	0,50
Telurio	0,10
Titanio	0,05
Tungsteno	0,10
Vanadio	0,10
Circonio	0,05
Otros (excepto: carbono, fósforo, azufre, nitrógeno y oxígeno) cada uno individualmente	0,05

[0.4.2]

0.4.3. CLASIFICACION SEGUN LAS PROPIEDADES DE EMPLEO

— **Aceros de base:** son aquellos aceros no aleados que no son objeto de prescripciones de calidad que necesiten precauciones especiales para su fabricación. En tonelaje, son los de mayor consumo y son los que mayoritariamente se utilizan en la construcción con acero.

— **Aceros de calidad:** son aquellos aceros, no aleados o aleados, a los que no se les exige una regularidad de respuesta a los tratamientos térmicos. Debido a sus condiciones de utilización, a estos aceros se les puede exigir prescripciones más rigurosas – tales como resistencia a la rotura frágil, estructura, aptitud a la deformación –, lo que puede precisar precauciones especiales para su fabricación. En particular, algunos aceros de calidad, para responder a ciertas condiciones de uso o servicio, contienen algunos elementos de aleación que los clasifican como aceros aleados [0.4.2].

— **Aceros especiales:** son aquellos aceros, no aleados o aleados, que, un ajuste preciso de su composición química y unas condiciones particulares de elaboración y control, les confieren propiedades muy diversas de conformabilidad y aptitud de empleo. Se incluyen entre estos aceros los de características físicas especiales, resistencia a la corrosión (inoxidables), a la oxidación en caliente, a

la fluencia, los aceros para rodamientos, para herramientas de construcciones metálicas, construcción mecánica, etc.

Dentro de esta clasificación general se establecen un sin número de agrupaciones, atendiendo más bien a criterios de utilización que a criterios de clasificación, así se habla de los aceros de construcción, de los aceros para herramientas, de los aceros para calderas o de los aceros para construcción metálica.

Sin embargo, esta clasficación, que más bien es una **agrupación** de los aceros en familias según aplicaciones, no se corresponde con la establecida en la norma UNE 36-004 (EN 10 020) y, para una misma familia, existen aceros de las tres clases arriba establecidas.

0.4.4. DESIGNACION DE LOS ACEROS

La norma UNE 36-009 (EN 10 027) que establece los criterios para la designación de los aceros está actualmente en fase de información pública recogiendo el proyecto de Norma Europea 10 027 que está asimismo en fase de encuesta.

Aunque después de esta fase puede sufrir algunas modificaciones de detalle exponemos a continuación los principios generales que previsiblemente no serán modificados.

En primer lugar esta norma se desdobla en dos partes: la primera recoge los principios de la designación simbólica a base de números y letras. La segunda, dedicada a la designación numérica, recoge íntegramente el nuevo sistema alemán de designación numérica (Werkstoffnumber) que amplía a seis cifras el anterior de cinco. Estos dos tipos de designaciones tienen aplicaciones diferentes y complementarias; la designación simbólica se basa en las principales características del acero, y es de carácter abierto (número desigual de símbolos) y acumulativo (se añaden símbolos para designar las diferentes variantes), la designación numérica es de carácter cerrado y salvo para grandes grupos de aceros tiene un carácter arbitrario. La designación numérica es más adecuada, por su carácter cerrado, para su tratamiento informático, mientras que la designación simbólica, por su carácter mnemotécnico, es más adecuada para los trabajos técnicos.

Para los aceros utilizados en la construcción el uso ha impuesto como más frecuente la designación simbólica, la cual, según la nueva norma UNE 36-009/1 (EN 10 027/1), se compone de una parte básica que puede complementarse con una parte facultativa que designa aplicaciones específicas.

La parte básica se compone de una «letra clave» que designa el empleo; esta letra clave es:

S para los aceros de construcción metálica
P para los aceros para los aparatos a presión
L para los aceros para conducciones y tuberías
B para los aceros para hormigón (armado y pretensado)
E para los aceros para construcción mecánica.

A la letra clave sigue un número que indica el límite elástico mínimo especificado para el intervalo de espesor de 3 a 16 mm y expresado en megapascales (MPa).

Ejemplo: S 235

El grado de acero, se designa mediante dos símbolos que indican, el primero, el nivel de energía absorbida que debe alcanzarse en el ensayo de flexión por choque y un segundo que indica la temperatura de ensayo de acuerdo con la siguiente tabla [0.4.3]:

Temperatura de ensayo °C	*Energía de rotura*	
	27 J	*40 J*
20	GR	JR
0	G0	J0
−20	G2	J2
−30	G3	J3
−40	G4	J4
−50	G5	J5
−60	G6	J6

[0.4.3]

Ejemplo: La antigua designación AE 275-C definida por un límite elástico mínimo de 275 MPa y una energía de rotura por choque de 27 J a 0 °C se designará como:

S 275 G0

Las aplicaciones específicas se designarán mediante una letra añadida a continuación de la letra clave. Esta letra es la siguiente:

- D aptitud al trefilado y calibrado
- B aptitud al plegado
- V aptitud para el forjado y el estampado
- S aptitud para la conformación en frío (perfilado)
- W aptitud para la fabricación de tubos soldados
- F aptitud para la conformación
- P aptitud para la construcción de aparatos a presión
- L aptitud con requisitos de energía de rotura por choque a bajas temperaturas.

Ejemplo: Una banda de acero AE 235 B suministrada con garantía de aptitud para la fabricación de tubos soldados se designará:

SW 235 GR

Para evitar toda ambigüedad, ya que la designación simbólica no puede incluir todas las características que se definen en la norma, se especificará a continuación de la designación del acero, la Norma (Europea, nacional o particular) en la que se define este acero; así la designación anterior debe completarse:

SW 235 JR EN 10 025

Este detalle es sumamente importante y el utilizador suele omitirlo. La norma es el único documento que define con detalle todos los requisitos que debe cumplir un suministro y puede darse el caso que aceros similares se recojan en distintas normas nacionales con requisitos suplementarios diferentes lo que puede dar lugar a enojosos litigios después del suministro. No obstante, el compromiso antes aludido de adoptar en toda Europa las normas EN, atenuará estos inconvenientes. Debe advertirse que puede darse el caso que una misma letra tenga diferentes significados según su posición relativa dentro de una determinada secuencia por lo cual es importante el orden en que se coloca cada símbolo.

Recordemos que todo lo expuesto tiene un carácter orientativo y provisional hasta la aprobación definitiva de la norma UNE 36-009/EN 10 027, a cuyo texto remitimos al lector para completar los criterios de interpretación de las designaciones de los diferentes tipos de acero.

0.5. CARACTERISTICAS DE LOS ACEROS

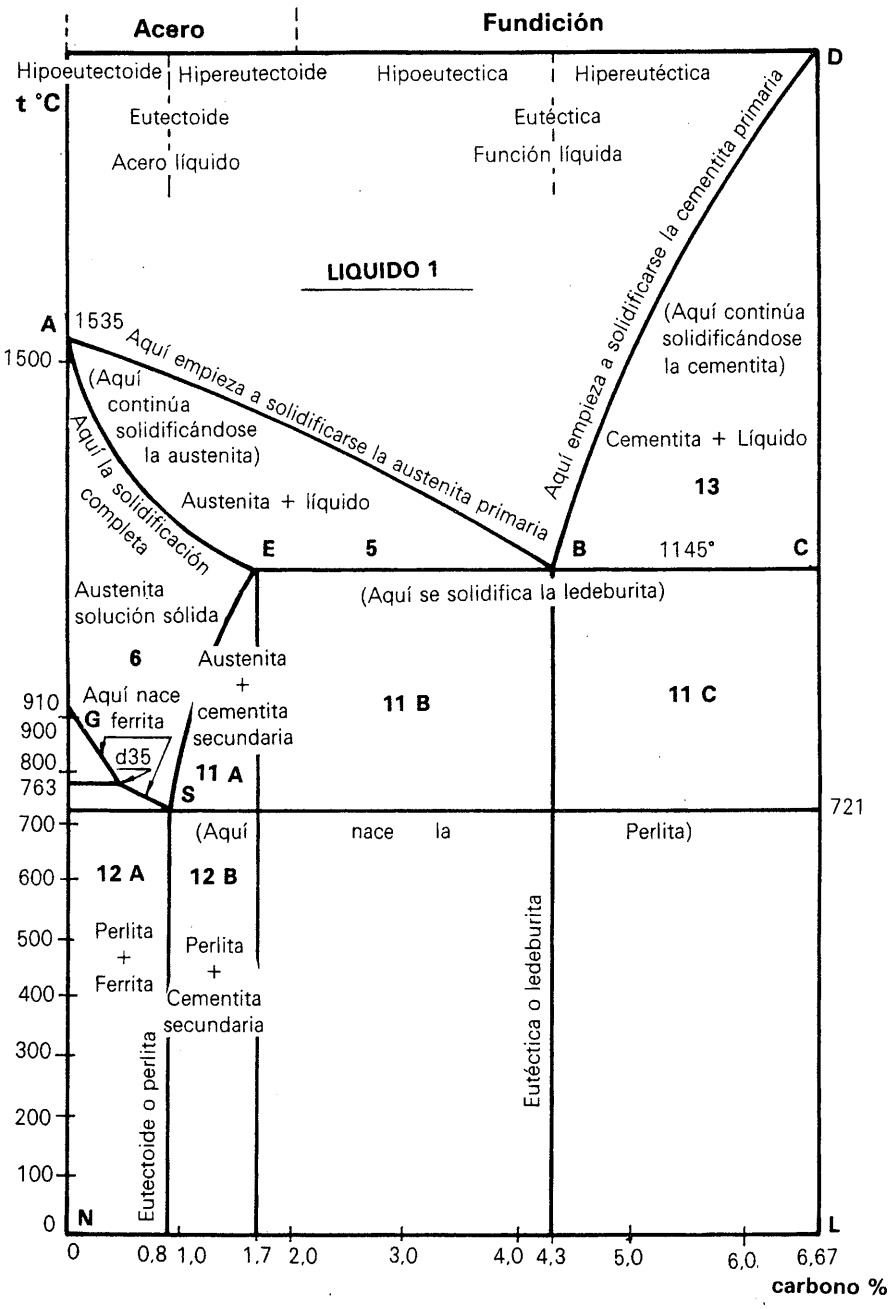
0.5.1. MICROESTRUCTURA DEL ACERO. DIAGRAMA HIERRO-CARBONO

Durante la solidificación de una aleación se producen complejos fenómenos de cristalización, redisolución y segregación que condicionan las propiedades de la aleación sólida.

El diagrama hierro-carbono es una representación gráfica de las transformaciones y componentes que se forman durante la solidificación de una masa líquida de acero.

En este diagrama se representan en abscisas los contenidos en carbono en tanto por ciento y en ordenadas las temperaturas. En [0.5.1] se ha representado un diagrama simplificado (omitiendo las transformaciones alotrópicas del hierro).

Mientras la temperatura permanece por encima de la curva ABD (zona 1), el metal permanece en estado líquido. Al descender la temperatura, empieza la solidificación y coexisten las fases sólida y líquida. Según el contenido en carbono del líquido original, esta parte sólida es austenita (zona 5) o cementita (zona 13). La composición de la masa sólida y líquida va variando durante el proceso ya que las temperaturas de solidificación son diferentes para cada componente. Cuando se rebasa la curva AEBC (zonas 6, 11A, 11B y 11C) toda la masa es sólida, pero se inician los procesos de segregación en disolución sólida que da lugar a nuevos componentes (curva GSE). De este diagrama, para los aceros, sólo interesa la zona a la izquierda de la ordenada del 2 por 100 de carbono que marca la separación entre aceros y fundiciones (zonas 6 y 11A).



[0.5.1]

Ya se ha indicado que el acero es, fundamentalmente, una aleación de hierro y carbono. Prácticamente la totalidad del carbono existente en un acero se combina con el hierro para formar el compuesto químico carburo de hierro, CF_3, dènominado **cementita**. La cementita contiene el 6,67 por 100 de carbono; como los aceros contienen porcentajes en carbono muy inferiores a este valor, hay un exceso de hierro que no puede combinarse con el carbono y que solidificará como hierro prácticamente puro – **ferrita** – (contiene un 0,04 por 100 de carbono). Es blanda y muy ductil y maleable.

La cementita es soluble en el hierro, pero su solubilidad, es decir, la cantidad de carburo que puede disolverse en la masa de hierro, es variable con la temperatura. Esta solución sólida de CF_3 en hierro se denomina **austenita;** es el componente duro y frágil del acero y al enfriar, se

separa en sus dos componentes, hierro (ferrita) y carburo (cementita).

En las aleaciones de dos componentes A y B no solubles uno en el otro (como el caso del hierro y el carbono), cuando ambos componentes están en una determinada proporción, la mezcla líquida solidifica bruscamente, generalmente, en una estructura típica de laminillas alternadas de ambos componentes. Esta composición se denomina **composición eutéctica** y la estructura, **eutéctica**. Este fenómeno se observa en el diagrama en el punto B en el que la curva **liquidus** (ABD) toca a la curva **sólidus** (AEBC), lo que explica que no coexistan las fases líquida y sólida. La composición eutéctica (que se deriva del griego «fácil fusión») tiene la temperatura más baja de fusión/solidificación de todas las composiciones posibles.

En la aleación hierro-carbono, la composición eutéctica se produce para un contenido del 4,3 por 100 de carbono y el compuesto eutéctico se denomina **ledeburita**; este contenido es muy superior al límite del 2 por 100 de los aceros, por lo que no cae dentro del ámbito de este trabajo.

Cuando en el transcurso de la solidificación se produce el desdoblamiento de un componente sólido, por diferencias de solubilidad a diferentes temperaturas, se produce un fenómeno similar al descrito para la composición eutéctica; para una determinada composición, denominada **eutectoide**, todo el compuesto sólido se transforma bruscamente en una solución sólida eutectoide que presenta igualmente una estructura típica.

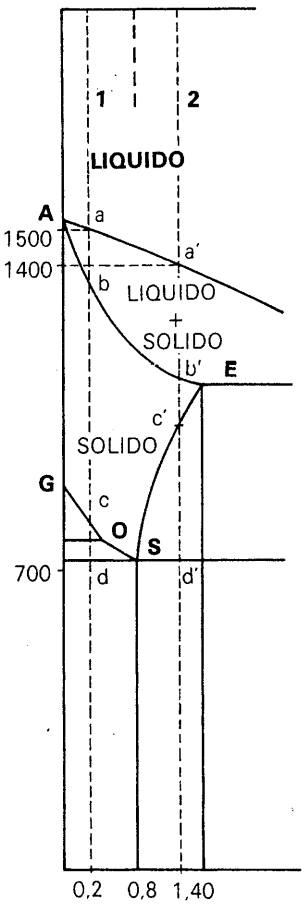
En el acero, la composición eutectoide corresponde a un valor alrededor del 0,80 por 100 de carbono y el componente eutectoide se denomina **perlita** que corresponde a una estructura alternada de finas laminillas de ferrita y cementita [0.5.2].

Por esta razón los aceros con menos de 0,80 por 100 de carbono se denominan **hipoeutectoides** y los de más de 0,80 por 100 **hipereutectoides.**

Para explicar los procesos de solidificación, sigamos el proceso para varios tipos de aceros [0.5.3].



[0.5.2]



[0.5.3]

Consideremos en primer lugar un acero de 0,20 por 100. En el diagrama se señala la ordenada correspondiente al contenido en carbono 0,20 por 100.

A una temperatura que se sitúe por encima del punto «a», el acero permanece en estado líquido. Al llegar a la temperatura correspondiente al punto «a» (aproximadamente 1 500 °C), se forma el primer cristal de austenita. Si se prosigue el enfriamiento, hasta el punto «b» coexisten las fases líquida y sólida. El diagrama nos indica la proporción de sólido y de líquido y la composición de cada una de las fases.

Si la difusión de la fase sólida fuera perfecta, toda la masa solidificada tendría la misma composición; sin embargo, esto no ocurre en la realidad y los primeros cristales de austenita son más pobres en carbono que los formados en fases ulteriores. La austenita precipitada es heterogénea y el contenido en carbono en los límites de los granos es superior al valor medio.

Mientras el acero atraviesa la región austenítica (entre «b» y «c»), la difusión en fase sólida continúa y, si se dejase pasar el tiempo suficiente, la heterogeneidad del metal desaparecería. Sin embargo, las velocidades habituales de enfriamiento no permiten que se produzca una difusión completa y en la estructura final existirán «granos» con distinta composición.

Al alcanzar el punto «c» en la curva GOS, se inicia la transformación de la austenita; se empiezan a separar cristales de ferrita (hierro prácticamente puro); el resto de la austenita se enriquece en carbono y cuando alcanza el 0,80 por 100 de la mezcla eutéctica (lo que ocurre aproximadamente a los 700 °C, punto «d», el resto de la austenita se transforma bruscamente en perlita. El resultado final es, pues, una mezcla de cristales de perlita y ferrita. La cantidad existente de cada componente depende del contenido en carbono inicial.

Si repetimos el proceso con un acero hipereutectoide, por ejemplo de 1,40 por 100 de carbono (línea 2), la solidificación de la austenita comienza en este caso a temperatura inferior (aproximadamente a 1 400 °C) – punto «a'» – y termina, también a temperatura inferior «b'», coexistiendo entre «a'» y «b'» la fase líquida y la fase sólida. Al alcanzar el punto «c'» se inicia la formación de cristales de cementita, ya que nos encontramos en una zona superior al punto eutectoide, y se prosigue el proceso hasta los 700 °C en que la austenita restante, que en la zona «c'-d'» se ha ido «empobreciendo» en carbono, al alcanzar el contenido eutéctico del 0,80 por 100, se transforma bruscamente en perlita. La composición estructural es en este caso cementita y perlita.

En [0.5.4] se recoge un cuadro resumen de los constituyentes principales de un acero.

En la realidad, los fenómenos son más complejos ya que a las transformaciones indicadas se suman las transformaciones alotrópicas del hierro (hierro $\gamma \rightarrow$ hierro α).

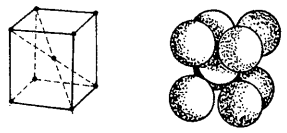
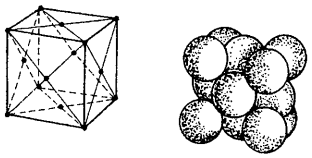
La velocidad de enfriamiento determina, además de la diferente difusión de los elementos, el tamaño de los granos; una velocidad lenta favorece la formación de grandes granos, mientras que un enfriamiento rápido da lugar a la formación de granos más pequeños y en mayor número. El tamaño de grano austenítico tiene una gran influencia en las propiedades del acero. A su vez, los granos de austenita que, como se ha indicado están bordeados de un material más rico en carbono, se fragmentan en granos de ferrita y perlita cuyo tamaño también influye en las propiedades mecánicas (tamaño de grano ferrítico).

Los productos obtenidos a partir de la solidificación de un acero líquido pueden destinarse a una conformación en caliente, por forja o laminación, o bien, en el caso de los aceros moldeados utilizarse sin conformación ulterior.

En ambos casos se precisa un tratamiento térmico para obtener en el producto final la estructura adecuada.

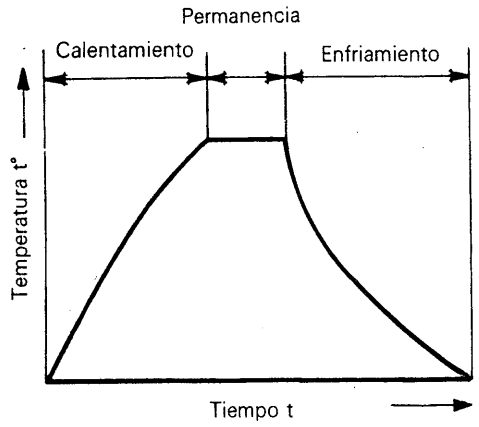
La forja y la laminación producen una rotura violenta de la estructura inicial de solidificación. El propio calor residual de la transformación produce, en cierta medida, una regeneración y la estructura resultante se denomina **bruto de laminación** o **bruto de forja**. Sin embargo, para muchas aplicaciones es necesario obtener una nueva estructura, lo que se consigue mediante los tratamientos térmicos.

Por tratamiento térmico se entiende el conjunto de operaciones de calentamiento, permanencia y enfriamiento de un acero, en estado sólido, con el fin de modificar su estructura y conseguir unas propiedades físicas y mecánicas

Ferrita 	Es hierro alfa prácticamente puro (puede contener hasta un máximo de 0,008 de carburo de hierro a temperatura ambiente). Cristaliza en el sistema cúbico centrado, es decir, que ocho átomos de hierro se sitúan en los vértices y uno en el centro del cubo. Es un constituyente blando, maleable y magnético.
Cementita	Es un carburo de hierro, CFe (6,67 por 100 de C y 93,33 por 100 de Fe). Es un constituyente duro y frágil de los aceros. Cristaliza en el sistema ortorrómbico (paralelepípedo).
Perlita	Es el contituyente eutectoide formado por capas alternadas de ferrita y cementita. Su composición es constante y definida (13,5 por 100 de cementita y 86,5 por 100 de ferrita, o bien 0,9 por 100 de C y 99,1 por 100 de Fe). La perlita aparece en el enfriamiento de la austenita por segregación sólida de sus componentes; según la velocidad de enfriamiento, esas laminillas aparecen más o menos separadas.
Austenita 	Solución sólida de cementita en hierro gamma (es decir, cúbico de caras centradas). Puede contener desde 0 a 1,7 por 100 de carbono. Es estable a temperaturas superiores al punto crítico A_c (alrededor de los 700 °C). Aunque en aceros de alta aleación, como cromo-níquel, la austenita aparece a la temperatura ambiente (aceros austeníticos), si el enfriamiento es suficientemente lento, al descender la temperatura, la austenita se desdobla en ferrita-perlita (aceros hipoeutectoides) o en cementita-perlita (aceros hipereutectoides).
Martensita	Es una solución sólida sobresaturada de cementita en hierro alfa y se obtiene por enfriamiento rápido de la austenita. Es el constituyente de los aceros templados y presenta un aspecto acicular con agujas en zigzag. Cristaliza en el sistema tetragonal.
Troostita	Agregado fino de cementita y hierro alfa. Se produce por enfriamiento de la austenita a una velocidad inferior a la crítica de temple.
Sorbita	Agregado fino de cementita y hierro alfa, obtenido por enfriamiento de la austenita a una velocidad intermedia entre la de temple y la de recocido.

[0.5.4]

determinadas. En [0.5.5] se esquematiza el tratamiento térmico del acero.



[0.5.5]

Las variables con las que se puede jugar en un tratamiento térmico son:

— velocidad de calentamiento;
— temperatura de permanencia;
— tiempo de permanencia;
— velocidad de enfriamiento.

El diagrama hierro-carbono ya comentado, vuelve a ser la clave de las modificaciones que se producen en el tratamiento.

Al calentar un acero, se producen los mismos fenómenos ya descritos pero en sentido inverso.

Según el diagrama de equilibrio, por debajo de la temperatura eutectoide A_1 (~ 700 °C, simbolizada por d en los diagramas anteriores), los aceros hipoeutectoides tienen una estructura ferrita + perlita y los aceros hipereutectoides, la de perlita + cementita. Al calentar por encima del punto $d(A_1)$, comienza la transformación de hierro α en hierro γ y la disolución de la cementita en el hierro α. Entre los puntos d y c del diagrama [0.5.3], el acero tiene una estructura de ferrita y austenita en proporción variable; al calentar por encima del punto $c(A_3)$ (línea GOSE) toda la ferrita se ha transformado nuevamente en austenita.

Se comprende que en la fase de calentamiento se debe alcanzar la temperatura A_{c3} (puntos c ó c') para asegurar que se han transformado todos los componentes en austenita. El tiempo de permanencia permite que toda la masa del acero alcance la temperatura adecuada y pueda producirse esta transformación. Es por esto que el tiempo de permanencia depende del espesor de la pieza tratada.

La transformación de perlita en austenita va acompañada de la formación de austenita de grano fino. A temperaturas superiores al punto crítico A_3 se produce un crecimiento del grano, tanto mayor cuanto sea la temperatura y el tiempo de permanencia.

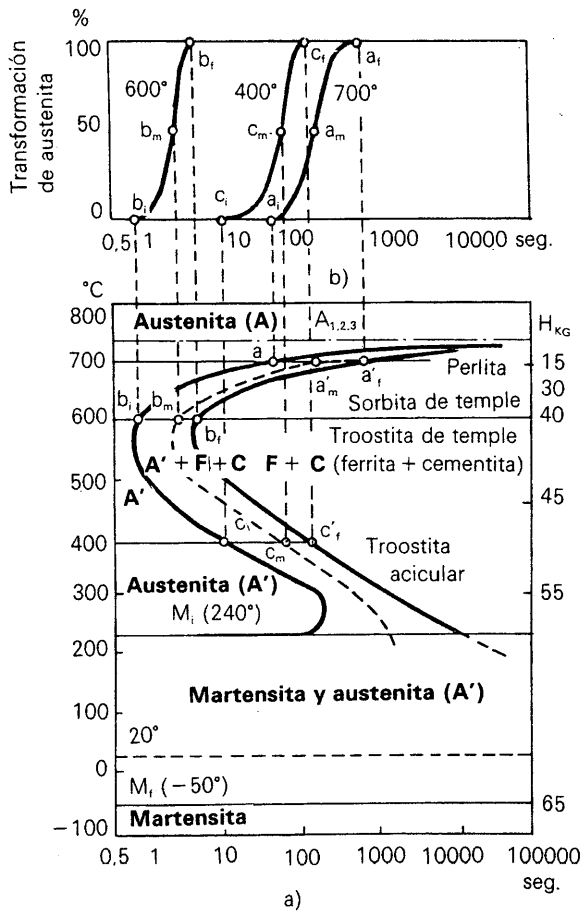
Concluido el tiempo de permanencia, se inicia el período de enfriamiento. Al enfriar por debajo del punto A_3 se vuelve a transformar la austenita. La velocidad y el carácter de la transformación dependen de la velocidad de enfriamiento.

Las transformaciones que se producen en el enfriamiento se representa en las llamadas curvas T T T (Temperatura-Tiempo-Transformación) o curvas de la S, por la forma que adoptan las mismas. En ellas figura en abscisas el tiempo y en ordenadas la temperatura. En cada punto se representa la estructura con lo que se obtienen las curvas de inicio y final de la transformación [0.5.6].

Si desde la temperatura de austenización, el acero se enfría bruscamente, no se da tiempo al desdoblamiento de la austenita en sus componentes ferrita + cementita y esta última queda **atrapada** en la red ferrítica dando lugar a una estructura inestable denominada martensítica. Si el enfriamiento es menos enérgico se pueden obtener estructuras intermedias denominadas, sorbítica, troostítica o bainítica, según que se haya permitido una mayor o menor formación de componentes finales de ferrita-cementita o de perlita-cementita que coexistan con la martensita.

Resumiendo, con los tratamientos térmicos se puede modificar la estructura inicial de los aceros modificando:

a) el tamaño de grano austenítico;



[0.5.6]

b) la naturaleza de los componentes (ferrita, cementita, martensita, etc.),
c) el tamaño de grano ferrítico,
d) la forma y distribución de las inclusiones.

La norma UNE 36-006 define los distintos tipos de tratamientos en función de sus parámetros fundamentales: temperatura de permanencia y velocidad de enfriamiento, a ella remitimos al lector para ampliar la información sobre el significado de cada tratamiento.

En los párrafos anteriores se han descrito los procesos de enfriamiento/calentamiento considerando, por simplificación, que en el acero sólo están presentes el hierro y el carbono. La presencia de otros elementos, en unos casos inevitables como impurezas (oxígeno, azufre, fósforo, etc.) y en otros añadidos intencionadamente, alteran y modifican las temperaturas de transformación y la composición de los componentes, dando lugar a inclusiones de distinta naturaleza que modifican las propiedades del acero unas veces de forma beneficiosa, dándole una mayor resistencia, tenacidad o propiedades especiales, por ejemplo, resistencia a la corrosión, y otras de forma perjudicial, debilitando la estructura interna.

La forma, naturaleza y distribución de estas inclusiones influye de forma decisiva en las propiedades de los aceros y explica por qué aceros con una misma o semejante composición química tienen comportamientos muy diferentes para una misma aplicación.

Resumiendo, en las propiedades mecánicas del acero influyen decisivamente:

— el tamaño de grano ferrítico;
— la proporción de perlita en la estructura interna;
— la presencia, proporción y distribución de ciertos elementos susceptibles de provocar un endurecimiento por solución sólida o por precipitación;
— la distribución y naturaleza de las inclusiones.

Los aceros de construcción tienen generalmente una estructura ferrítica-perlítica, si bien cada día están siendo más empleados, para ciertas aplicaciones, acero con otras estructuras (sorbíticas, bainíticas o martensíticas) derivadas de un tratamiento de temple y revenido, o de una laminación controlada (véase apartado 0.5.3).

0.5.2. COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO

Ya se ha indicado en el apartado anterior que los distintos elementos que acompañan al hierro y al carbono modifican las propiedades del acero debido a inclusiones de nuevos componentes en la red cristalina de la matriz férrea o en los bordes de grano.

La mayoría de los aceros utilizados son aceros no aleados o de pequeña aleación (microa-

leados) y el efecto que producen los distintos elementos de aleación se indica en los apartados correspondientes a cada tipo de acero.

Sin embargo, se indicará aquí una idea general del efecto producido por los elementos de aleación más generalmente utilizados en los aceros destinados a la construcción metálica.

El carbono es el elemento de aleación más importante, así como el que tiene una mayor influencia en las propiedades de estos aceros. Un incremento en el contenido en carbono hace aumentar la resistencia y la dureza, pero disminuye su alargamiento, su forjabilidad y su aptitud al soldeo.

El manganeso es otro de los elementos que aumentan la resistencia, pero, dentro de ciertos límites, tiene una menor influencia que el carbono en la forjabilidad y la soldabilidad. Contenidos altos en manganeso dan al acero una gran resistencia al desgaste.

El cobre, en pequeñas proporciones mejora la resistencia del acero a la corrosión atmosférica, mientras que el níquel y/o el cromo aumentan su resistencia a la corrosión y al calor (aceros inoxidables y refractarios).

No todos los elementos son favorables; el hidrógeno y el nitrógeno, en general, fragilizan el acero. El azufre y el fósforo se consideran, en la mayoría de los casos como impurezas, si bien en ciertos casos concretos se adicionan para conseguir una mejor maquinabilidad o una mayor dureza. En el caso del nitrógeno, se están desarrollando acero con este elemento, en forma de nitruros, para aumentar la resistencia y la dureza.

Para conseguir unas adecuadas condiciones de soldabilidad, generalmente, el carbono se mantiene por debajo del 0,25 por 100. El manganeso está comprendido, en la mayoría de los casos, entre 0,50 y 1,00 por 100 si bien, en algunos aceros de alta resistencia, se puede alcanzar hasta 1,60 por 100. Los demás elementos o se consideran como indeseables y su contenido deberá ser lo más bajo posible, o se consideran que no tienen influencia notable en los porcentajes habituales de fabricación (elementos residuales).

Para un determinado número de aplicaciones, se exigen aceros con pequeñas adiciones de ciertos elementos como cromo, molibdeno, vanadio, titanio, etc. (aceros microaleados) para conseguir unas determinadas características de uso.

Por último, en ciertos casos se utilizan aceros fuertemente aleados, como los aceros inoxidables o ciertos aceros criogénicos, empleados en la fabricación de depósitos para su empleo a bajas temperaturas.

0.5.3. EL PROCESO DE LAMINACION. ACEROS CON TRATAMIENTO TERMOMECANICO

Ya se ha indicado que en las propiedades finales de un producto de acero influye notablemente la estructura interna. Una forma de modificar esta estructura es controlar las dos variables fundamentales de la laminación: deformación y temperatura.

En la laminación convencional las deformaciones se producen a altas temperaturas (superiores a 900 °C) en las que la mayor plasticidad del material permite un esfuerzo relativamente bajo para producir la deformación.

Las temperaturas de acabado (superiores a 800 °C) permiten que durante el enfriamiento ulterior a la laminación regenere el grano fuertemente deformado en las fases de laminación dando lugar a una estructura fina de ferrita perlita.

Si se reduce la temperatura de acabado, no se permite la evolución normal de la austenita y se consigue estructuras finales mixtas de sorbita, bainita o martensita.

Estos procesos requieren trenes de laminación con mayor potencia para conseguir deformaciones a temperaturas bajas (entre 700 °C y 800 °C) complementados con potentes sistemas de refrigeración y de enfriamiento controlado.

El concepto de la laminación controlada o de tratamiento termomecánico permite una gran elasticidad ya que se pueden variar las temperaturas de las últimas pasadas con diversos si-

temas de refrigeración, lo que da lugar a distintas denominaciones (laminación controlada, aceros con enfriamiento acelerado, tratamiento termomecánico) dependiendo de la intensidad con que se apliquen estas técnicas, lo que puede inducir a ciertas malas interpretaciones por parte de los utilizadores.

Esta diversidad de tratamientos recomienda la utilización de una terminología que permita una distinción más concreta ya que, como se indica más adelante, estos diferentes grados de tratamiento pueden condicionar la utilización de los productos; así se propone acuñar los términos «conformado de normalizado» y «conformado termomecánico» para designar los dos grupos principales de tratamientos que pueden definirse en este campo.

La nueva UNE 36-080 (EN 10 025) define **«el conformado de normalizado»** como: el proceso de laminación en el que la deformación final se realiza dentro de un intervalo de temperatura tal que el estado del material es equivalente al que se obtendría después de un normalizado y que permite que los valores especificados de las características mecánicas se mantengan aun después de un tratamiento de normalizado. Este estado de suministro y el correspondiente al obtenido por tratamiento de normalizado se designan por la letra *N*.

El **«conformado termomecánico»** se define como: el proceso de conformación en el cual la deformación final se realiza dentro de un cierto intervalo de temperatura de forma que el material presenta unas propiedades que no se alcanzan con un tratamiento térmico; estas características no pueden volverse a alcanzar con un nuevo tratamiento térmico. Un calentamiento ulterior por encima de 580 °C rebaja notablemente los valores de la resistencia a la tracción [1].

[1] En la literatura internacional, tanto para el «conformado de normalizado» como para el «conformado termomecánico» se utiliza la expresión «laminación controlada». Sin embargo, dadas las diferencias en la aplicación de los productos, se deben distinguir ambos tipos de tratamiento mediante términos diferentes.

Los aceros con laminación controlada que es el término genérico empleado para estos procesos, con frecuencia dan lugar a una disminución del rendimiento de los trenes ya que, la técnica generalmente aplicada es la de laminación en dos fases: en la primera a altas temperaturas, con menor esfuerzo se provoca un cierto porcentaje (relativamente alto) de deformación; después se deja enfriar el planchón o la barra hasta que se alcanzan las temperaturas adecuadas para las últimas pasadas. Esta espera es la que reduce la productividad de los trenes. El producto final se enfría de forma controlada de manera que se obtenga la estructura final deseada.

Debe advertirse que esta estructura final puede modificarse con un tratamiento térmico aplicado después de la entrega, por ejemplo, con una conformación en caliente o con un tratamiento de eliminación de tensiones por lo que no es aconsejable someter a estos tratamientos a los aceros termomecánicos ya que se modificarían sustancialmente las características de suministro o dicho de otra manera, los aceros termomecánicos sólo son utilizables en aquellas estructuras que no precisen tratamientos térmicos ulteriores.

0.5.4. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ACEROS DE CONSTRUCCION

No existe unanimidad en el conjunto de actividades que abarca la construcción con acero; así por ejemplo, en Alemania, la construcción de calderas y aparatos a presión está incluida entre las actividades de construcción con acero, mientras que en Francia, no está incluida.

Sin pretender establecer una clasificación definitiva en la construcción con productos férreos podemos diferenciar los siguientes grupos:

a) Construcción con acero propiamente dicha que abarca:

   — las estructuras de acero de edificación;

— las estructuras de acero industriales (naves industriales);
— puentes, pasarelas y estructuras análogas;
— elementos de entibación y sujeción;
— torres de perforación, sondeo y extracción minera;
— torres para líneas eléctricas y postes metálicos;
— carpintería de acero (marcos, armazones, estructuras ligeras de material móvil).

b) Caldedería: que abarca:

— recipientes de acero (sometidos o no a presión);
— gasómetros;
— calderas;
— órganos de contención de aguas (compuertas);
— tuberías y conducciones;
— cisternas.

c) Construcción naval:

— cascos de buque;
— plataformas marinas de perforación.

También se puede incluir en la construcción con acero, las estructuras móviles utilizadas en ferrocarriles, automoción, maquinaria agrícola, etc.

Una gama tan amplia de aplicaciones requiere necesariamente un amplio abanico de tipos de acero para responder a necesidades tan variadas.

0.5.5. CARACTERISTICAS UTILIZADAS PARA DEFINIR LOS ACEROS DE CONSTRUCCION METALICA

Se definen fundamentalmente por dos características:

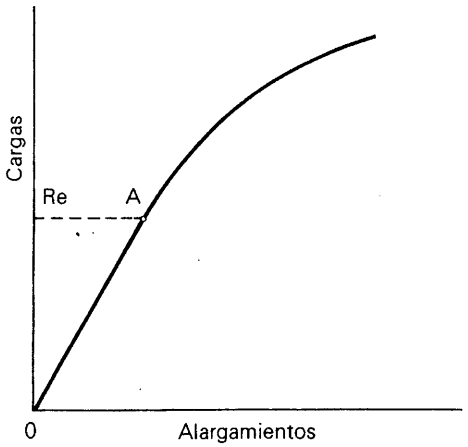
— la resistencia a la tracción, que define el tipo de acero;
— la energía de rotura por flexión [1] o resistencia a la rotura frágil, que define el grado.

Resistencia. Es la capacidad de un acero para soportar esfuerzos de tracción, y con ella se relacionan, en mayor o menor medida, otras características, como la resistencia a la fatiga, la resistencia a la fluencia, la aptitud a la conformación y la aptitud a la embutición.

La resistencia de un acero se determina por el ensayo a la tracción, que debe realizarse según se define en la norma UNE 7-474 (EN 10 002/1).

El comportamiento de un material sometido a un esfuerzo axial de tracción se refleja en [0.5.7], gráfico carga/alargamiento que representa la variación del alargamiento para cargas crecientes.

Este gráfico, en general y de forma esquemática, se inicia con una parte recta *(OA)*, en la que las deformaciones, siguen la ley de Hooke y son proporcionales a las cargas (zona elástica). Cuando la carga unitaria supera el límite elástico, punto *A*, la relación entre la carga y el alargamiento deja de ser lineal (zona plás-



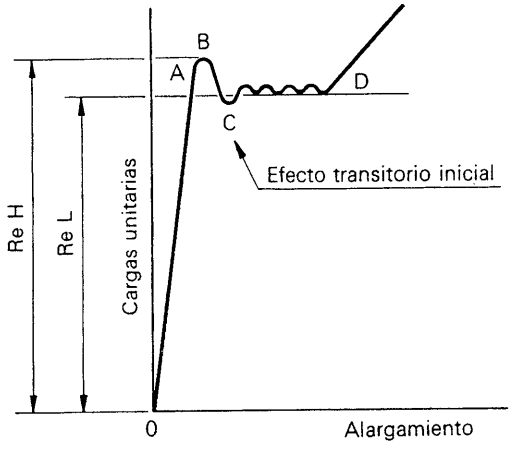
[0.5.7]

[1] Esta característica se conocía en la literatura técnica como «resiliencia» y estaba definida por la energía absorbida en el ensayo Charpy por unidad de superficie de la sección (J/cm²). Sin embargo, se ha comprobado que no son comparables los valores obtenidos con distintas secciones de probeta por lo que se ha pasado a caracterizar el material por la energía absoluta absorbida (J).

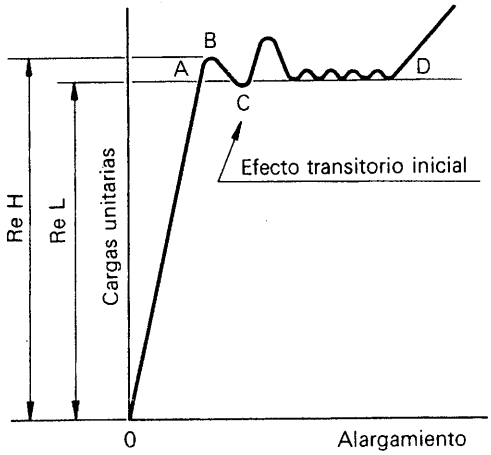
tica). Desde este punto, hasta la carga máxima, los alargamientos no crecen proporcionalmente al aumentar la carga.

En ciertos aceros, en la transición entre la zona de deformación elástica y la de deformación plástica se produce un aumento rápido de deformación sin que aumente la carga. Este fenómeno se conoce con el nombre de **cedencia.**

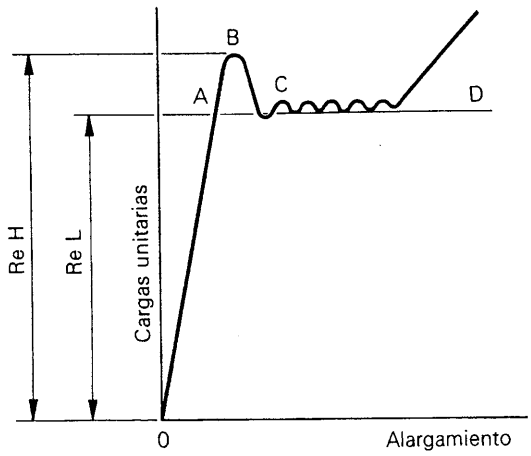
En estos casos, cuando se sobrepasa la zona elástica, la carga pasa por un máximo para luego permanecer sensiblemente constante en tanto que el alargamiento sufre un aumento notable *BD* en [0.5.8], [0.5.9] y [0.5.10]. En ocasiones, puede no apreciarse este máximo sino que la carga permanece constante y el alargamiento presenta el aumento antes aludido. Cuando acaba este fenómeno y hasta la carga máxima, los alargamientos son crecientes con las cargas, si bien no proporcionales.



[0.5.8]



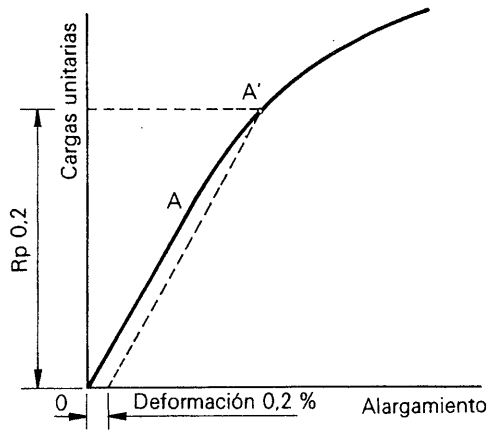
[0.5.9]



[0.5.10]

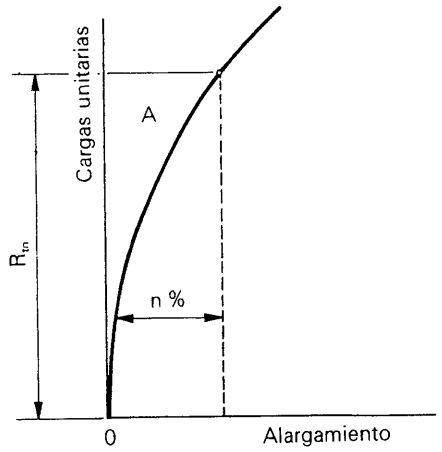
— **Límite elástico, *Re;* sus modalidades:** Es la carga unitaria que corresponde al punto, a partir del cual, las deformaciones que sufre la probeta dejan de ser proporcionales a los esfuerzos a que se la somete.
Es difícil determinar el límite elástico así definido ya que, por una parte, depende de la precisión de los aparatos utilizados y, por otra, es preciso sobrepasarlo en un pequeño valor para comprobar que se producen deformaciones permanentes. Dependiendo de la manera de determinar esta deformación se distinguen:

- **Límite elástico convencional** *(R_{pn}):* es la carga unitaria bajo la cual se produce un alargamiento remanente del n por 100 prefijado [0.5.11].



[0.5.11]

- **Límite elástico convencional bajo carga** *(R_{tn}):* es la carga unitaria para la cual el alargamiento total bajo carga (alargamiento elástico más alargamiento plástico) es igual a un porcentaje n por 100 prefijado [0.5.12].



[0.5.12]

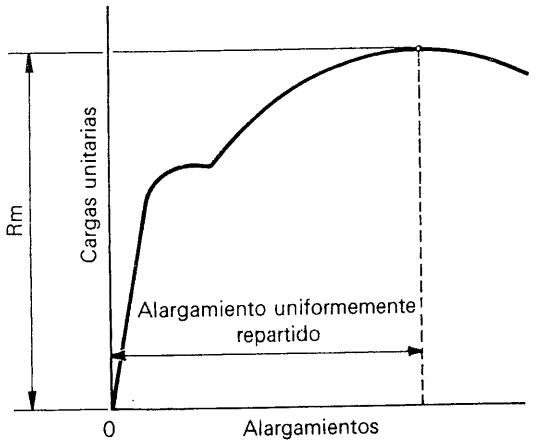
No se puede establecer relación entre los valores R_{tn1} y R_{pn2} nada más que si se tiene convenientemente en cuenta el alargamiento elástico, es decir, eligiendo adecuadamente los valores n_1 y n_2.

— **Límite elástico aparente:** en los aceros que presentan el fenómeno de cedencia, el límite elástico aparente es la carga unitaria que soporta la probeta al producirse la cedencia. Se distinguen:

- **Límite elástico aparente superior** *(R_{eH}):* es el valor de la carga unitaria medida al comienzo de la deformación plástica al iniciarse el fenómeno de cedencia o el valor de la carga unitaria medida en el primer máximo que aparece en el gráfico [0.5.8] al iniciarse la cedencia, aunque éste sea igual o inferior a otros máximos que puedan presentarse durante dicho fenómeno [0.5.9].
- **Límite elástico aparente inferior** *(R_{eL}):* es la carga unitaria más baja, registrada en el gráfico, que soporta la probeta al final de la cedencia, sin tener en cuenta las oscilaciones intermedias [0.5.8], [0.5.9] y [0.5.10].

Como se ha indicado en los párrafos anteriores existen varios valores del límite elástico que presentan pequeñas variaciones entre sí, debidas a la diferente forma de su determinación. Estas diferencias tienen un carácter teórico y no tiene efectos prácticos. Como el comportamiento del material, siguiendo alguna de las curvas [0.5.7] a [0.5.10], depende del tipo de acero. En la norma que define este acero se indica cuál es el tipo de límite elástico que debe utilizarse a efectos de recepción del material, pero que, insistimos, tiene poca importancia a efectos de utilización.

— **Resistencia a la tracción:** es la carga unitaria máxima R_m soportada por el material [0.5.13].



[0.5.13]

Durante muchos años, la carga de rotura mínima garantizada se ha utilizado para definir un tipo de acero, deduciendo a partir de este valor el límite elástico. En los últimos años el valor que se toma como base de cálculo es el límite elástico y su valor mínimo garantizado es el que se utiliza para definir el tipo de acero, reflejándolo incluso en su designación.

— **Alargamiento:** Es la deformación remanente que presenta el material después que ha sido sometido a una carga superior a la corres-

pondiente al límite elástico. Se expresa como tanto por ciento de la distancia inicial.

Se pueden definir dos tipos de alargamientos: el **alargamiento de rotura** que es el que se obtiene después de romper una probeta y midiendo la longitud de la probeta reconstruida y el **alargamiento** obtenido bajo **carga máxima**.
El **alargamiento uniformemente repartido,** o **alargamiento bajo carga máxima,** es el alargamiento experimentado por la probeta cuando se alcanza la carga máxima [0.5.13].
El valor del **alargamiento de rotura** está afectado por el tipo de probeta empleado en su determinación, por lo que es preciso indicar siempre, junto con el valor de esta característica, los parámetros que definen la probeta empleada.
El **alargamiento repartido** ofrece una información sobre la capacidad de adaptación plástica del material. La determinación del alargamiento repartido es delicada y generalmente no se aplica para los ensayos de rutina. Se han ensayado algunas fórmulas empíricas para deducir su valor a partir del valor del alargamiento de rotura, pero los valores obtenidos son muy dispersos y, generalmente, no pueden tomarse como base para una recepción. Como regla general puramente orientativa, para los aceros de construcción, este alargamiento puede estimarse en los dos tercios del alargamiento de rotura o alargamiento total.

— **Estricción:** Es la reducción de sección que se produce en la zona de rotura; se determina como la diferencia entre el área de la sección inicial (S_o) y el área de la sección mínima (S_u) de la probeta después de la rotura, expresada en tanto por ciento de la sección inicial S_o.
En [0.5.14] se indican los símbolos empleados en la designación de estas carac-

Término (1)	*I. Siderúrgica Símbolo*	*I. Construcción Símbolo*
Sección inicial de la probeta de tracción	S_o	A_i
Sección mínima después de la rotura	S_u	A_u
Distancia inicial entre puntos de la probeta de tracción	L_o	L_i
Distancia final entre puntos	L_u	L_u
Carga a que está sometida la probeta en cualquier momento del ensayo	$F = R \cdot S_o$	$F = \sigma_s \cdot A_i$
Carga de rotura	$F_m = R_m \cdot S_o$	$F_{max} = f_{smax} \cdot A_i$
Límite elástico	R_e	f_y
Límite elástico aparente superior	R_{eH}	$fy_{,H}$ ó f_y sup.
Límite elástico aparente inferior	R_{eL}	fy, L ó f_y inf.
Límite elástico convencional n	R_{pn}	f_n
Resistencia a la tracción	R_m	f_s
Alargamiento remanente	A_r	ϵ
Alargamiento de rotura	A	ϵ_u
Estricción	Z	η

(1) Las definiciones de los términos aquí recogidos se establecen en la norma UNE 7474/1.

[0.5.14]

terísticas y de los parámetros de la probeta empleada. Existe una dualidad, tanto en la nomenclatura nacional como en la internacional en la simbología empleada por las industrias del acero y de la construcción. En la mencionada tabla se recoge la equivalencia entre ambas.

Energía de rotura por flexión y su relación con la rotura frágil. Al proyectar una estructura, los cálculos se realizan de forma que en ningún punto se sobrepase el límite elástico del material. De esta forma se evitan deformaciones que puedan conducir a la rotura clásica, es decir, la que se produce de forma semejante a la observada en el ensayo de tracción.

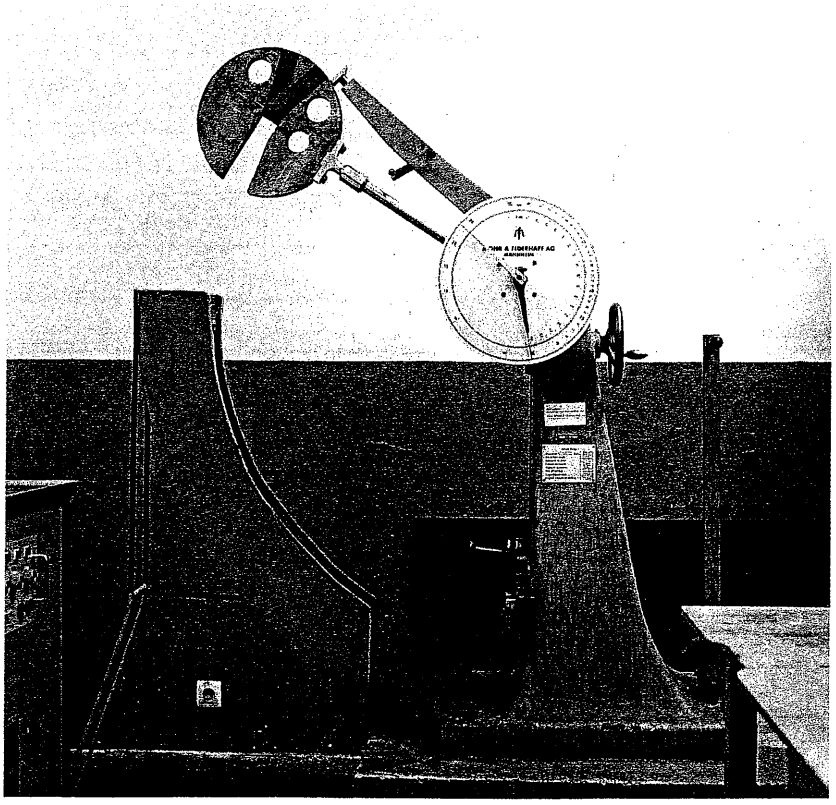
En la práctica, y por distintas causas, se pueden producir concentraciones de esfuerzos que dan lugar a un estado bi o triaxial de solicitaciones, y el elemento no se puede deformar plásticamente y, si se produce la rotura, ésta tiene lugar de forma brusca, prácticamente sin deformación. Este tipo de rotura se conoce como **rotura frágil.**

La sensibilidad de un acero a la rotura frágil depende fundamentalmente de cuatro factores principales:

— nivel de esfuerzo a que se somete el acero, que depende de las solicitaciones aplicadas y de la redistribución de esfuerzos en el acero después de la plastificación;
— presencia de una entalla, debida a un defecto interno preexistente o producido durante el soldeo o la puesta en obra;
— temperatura a la que se encuentra el acero;
— velocidad de aplicación de las solicitaciones.

Entre los ensayos que se realizan para estimar el comportamiento de un acero a los esfuerzos multiaxiales, el ensayo Charpy de flexión por choque es uno de los más sencillos y menos costosos.

Este ensayo está descrito en la norma UNE 7-475 y esencialmente consiste en romper, de un sólo golpe, mediante un péndulo Charpy y en condiciones definidas, una probeta entallada en su centro y apoyada en sus dos extremos. Se determina la energía así absorbida en el choque [0.5.15]



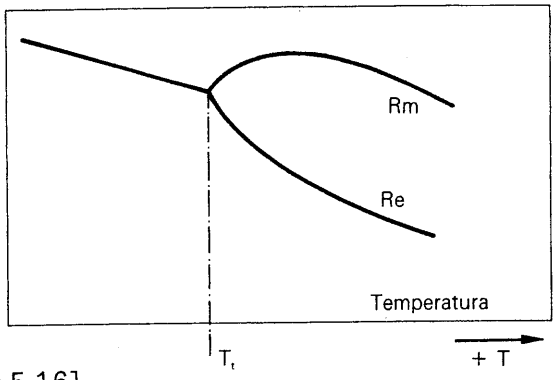
[0.5.15]

Aunque históricamente han existido distintos tipos de entalla, la que actualmente se utiliza para definir el nivel de energía de rotura por flexión, es la entalla en *V* de 2 mm de profundidad, denominada *ISO V*.

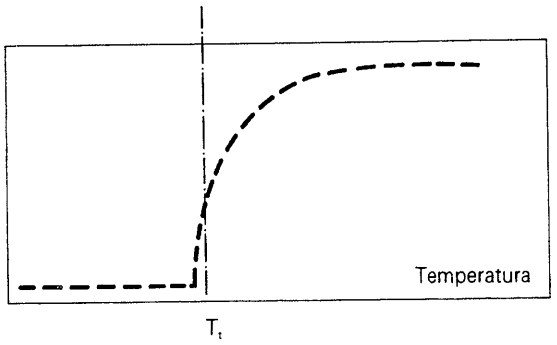
Realizado para la calificación de un material, por este ensayo se debe comprobar que la energía absorbida, a la temperatura de su realización, es superior al valor especificado en la norma y que sirve para definir el grado del acero. Asimismo, este ensayo permite definir la temperatura de transición.

— **Definición convencional de la temperatura de transición.** Cuando se realizan ensayos de tracción a temperaturas decrecientes, aumenta el límite elástico y la resistencia a la tracción [0.5.16] mientras que disminuye el alargamiento [0.5.17] y la estricción [0.5.18].

Para una determinada temperatura T_t, denominada temperatura de transición, el límite elástico y la carga de rotura llegan a coincidir y la estricción se hace prácticamente nula.



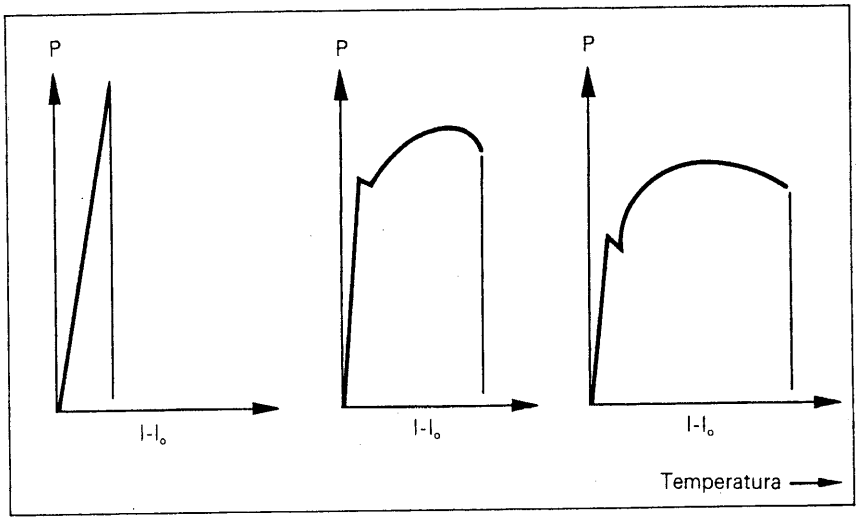
[0.5.16]



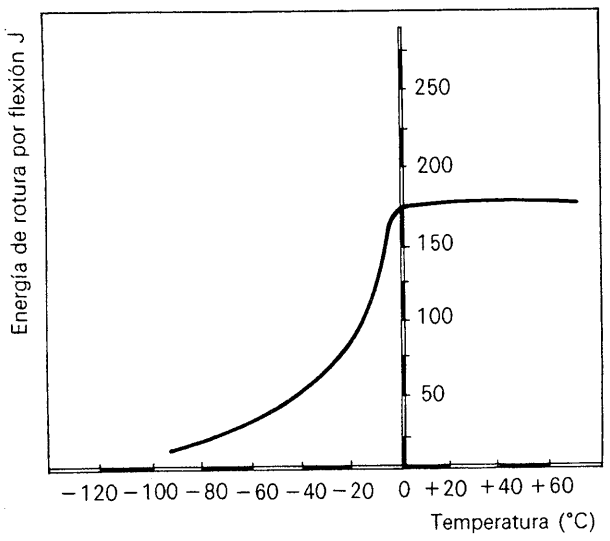
[0.5.18]

En los aceros de estructura ferrita-perlita, como son la mayoría de los aceros al carbono utilizados en la construcción con acero, la sensibilidad a un estado de triaxiabilidad, para un nivel de esfuerzo dado, aumenta bruscamente en la zona de la temperatura de transición y la fragilidad del metal aumenta muy rápidamente.

Si se relaciona la energía absorbida para producir la rotura de una probeta en el ensayo de flexión por choque con la proporción de deformación plástica, es evidente que aquella será tanto menor cuanto menor sea la deformación, es decir, cuanto más frágil sea el acero. La curva que refleja estas variaciones de energía en función de la temperatura del ensayo presentará la forma de [0.5.19]



[0.5.17]



[0.5.19]

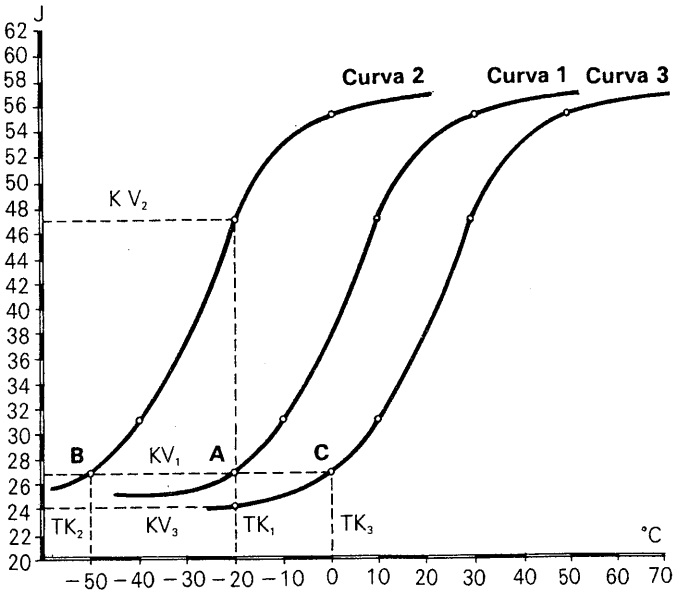
Se define convencionalmente como temperatura de transición a:

a) la temperatura θ, a la cual se alcanza un nivel de energía absorbida preestablecido, p. e. *27 J* para los aceros de uso general; ó
b) la temperatura a la cual se alcanza una energía igual a la mitad de la energía correspondiente a la rotura dúctil (rama superior de la curva [0.5.19], que es prácticamente horizontal).

Es preciso recordar que la temperatura de ensayo no debe confundirse con la temperatura de servicio. Las temperaturas de ensayos son «términos de referencia», elegidas para definir el grado del acero. Los ensayos realizados a estas temperaturas permiten comprobar que la temperatura convencional de transición, elegida para caracterizar un acero, satisface las condiciones establecidas, es decir que, a la temperatura del ensayo, el material posee una ductilidad suficiente.

Se puede ilustrar lo anterior estudiando tres tipos posibles de curvas energía absorbida-temperatura, designadas en [0.5.20] como 1, 2,3.

Según la definición a), la temperatura de transición, es aquella a la que se alcanza un valor preestablecido de la energía absorbida, es decir, $KV_1 = 27\ J$. Trazando una paralela al eje *X* por la ordenada de *27J* obtenemos en las curvas *1*, *2* y *3*, respectivamente los puntos *A*, *B* y *C* cuyas ordenadas nos definen el valor de las temperaturas de transición T_{k1}, T_{k2} y T_{k3}.



[0.5.20]

La curva 1 representa a un material que cumple estrictamente la norma, es decir, que T_{k1} es la temperatura del ensayo prescrita; la curva 2 representa un material con mejores características que las mínimas establecidas en la norma: su temperatura de transición T_{k2} es inferior a la del acero de la curva 1; al realizar el ensayo a la temperatura T_{k1} prescrita en la norma, el valor de la flexión por choque KV_2 será superior a *27 J*. En el caso de la curva 3, la temperatura T_{k3} es superior a la de ensayo y el valor de la flexión por choque obtenida en el ensayo a temperatura T_{k1} es inferior al previsto en la norma.

En la práctica, y para los aceros de uso general, no es necesario determinar la temperatura de transición, sino que es suficiente determinar que ésta es inferior (material aceptable) o superior (material rechazable) que una temperatura prefijada.

Debe destacarse que los resultados del ensayo de flexión por choque no son comparables nada más que si se realizan en las mismas condiciones: con los mismos tipos de probeta y con las mismas entallas, ya que, la temperatura de transición está definida en función de estos factores, especialmente del tipo de entalla.

Consecuentemente, la relación entre la temperatura de ensayo y la temperatura de empleo no puede ser nada más que convencional. El conocimiento de la temperatura de transición permite seleccionar un acero para una aplicación determinada, bien sea a partir de la experiencia, bien a partir de disposiciones reglamentarias.

El ensayo de flexión por choque presenta el inconveniente que sólo utiliza una parte del espesor del material empleado. Existen otros ensayos, menos generalizados y no recogidos en la normativa internacional, en los que se utiliza el espesor total del producto y que permiten distinguir entre la energía necesaria para la iniciación de una grieta y la necesaria para su propagación.

El ensayo **B.W.T.T.** permite determinar la temperatura de propagación de una rotura frágil; el ensayo **Robertson** determina la temperatura a la que se detiene la rotura y el ensayo **Pellini** indica la temperatura a la que no puede producirse la rotura.

De las consideraciones anteriores se han deducido los criterios para definir los grados de los aceros. Al ser dos los parámetros que deben definirse – temperatura y energía absorbida – es preciso fijar uno de ellos y variar el segundo para establecer los distintos grados.

La normativa internacional establece que para los aceros de uso general, con límites elásticos inferiores a 300 MPa, el nivel de energía absorbida en el ensayo de flexión por choque es *27 J*; se definen, para los distintos grados, las siguientes temperaturas de transición:

— Grado B temperatura ambiente (entre 15 y 35 °C)
— Grado C 0 °C
— Grado D −20 °C

Para los aceros con límites elásticos superiores a 300 MPa no se ha definido aún un criterio único; las distintas normas internacionales, o bien mantienen el nivel de *27 J* y bajan la temperatura de transición a −40 °C ó a −60 °C, o bien mantienen la temperatura de −20 °C y elevan el nivel de energía absorbida a *40 J*.

Debe advertirse que la temperatura de transición tiende a aumentar con el envejecimiento del acero y este envejecimiento puede acelerarse por operaciones de deformación en frío (conformación), por soldeo o por calentamiento del material por encima de la temperatura ambiente.

Los medios para disminuir este envejecimiento son la utilización de aceros con un bajo contenido de nitrógeno libre y evitar, en la puesta en obra, aquellas operaciones que pueden provocar el fenómeno de envejecimiento. Si éstas son inevitables, se deberán utilizar los grados con temperatura de transición baja (grados C o D) de forma que ésta sea lo suficientemente baja como para permitir el ligero incremento posterior.

La soldadura degrada la resistencia a la rotura frágil al elevar la temperatura localmente y por el riesgo de que existan defectos en la zona de la soldadura que tengan un efecto de entalla que faciliten la iniciación de la rotura frágil.

Si se elige convenientemente el grado de acero estos riesgos se atenúan sí:

— los defectos en la soldadura son inferiores a una magnitud dada;
— la energía de soldeo es la adecuada;
— el número de pasadas de soldadura es el adecuado en función del espesor;
— la temperatura de servicio no es inferior a −60 °C.

Como resumen puede indicarse que el valor de la energía absorbida es un indicador fundamental en la elección del acero y está estrechamente relacionado con:

— la temperatura de servicio;
— las condiciones de soldeo;
— el tipo de solicitaciones del material (estáticas, dinámicas, lentas, etc.).

Soldabilidad. La norma ISO 581 de 1967 define la soldabilidad de la siguiente forma:

«Se considera que un material metálico es soldable, en un grado dado y para un procedimiento y para un tipo de aplicación preestablecidos, cuando se presta, si se aplican las precauciones correspondientes a ese grado, a la realización de una construcción entre elementos en la que sea posible asegurar la continuidad metálica mediante la constitu-

ción de juntas soldadas que, por sus características locales y las consecuencias globales de su presencia, satisfagan las propiedades requeridas y elegidas como base de juicio».

De esta definición se deduce que la soldabilidad no es una propiedad objetiva del acero sino que depende de otros factores y de las aplicaciones previstas. Es de importancia capital, para la obtención de una buena soldadura, una buena ejecución de la misma y la aptitud de los soldadores; la formación y homologación de estos operarios es uno de los problemas que tiene planteado actualmente la industria de la construcción con acero.

Se puede asegurar que, en principio, todos los aceros son soldables si se elige la técnica de soldeo adecuada y se toman las precauciones necesarias según los espesores a soldar.

Para cada tipo de acero debe fijarse:

— procedimiento de soldeo;
— tipo de unión;
— tipo de electrodos;
— velocidad de soldeo;
— número de pasadas, y
— si es preciso un calentamiento previo y/o ulterior.

Durante muchos años se ha tratado de definir unas condiciones objetivas para cuantificar la aptitud de un acero a la soldabilidad, sin conseguir una respuesta plenamente satisfactoria.

Los criterios basados en la composición química, es decir, en la definición del **carbono equivalente,** están en franco retroceso y están siendo eliminados en las normas más recientes.

En primer lugar, existen varias fórmulas para definir al carbono equivalente, si bien la más ampliamente difundida es:

$$\%\,Ceq = \%\,C + \frac{\%\,Mn}{6} + \frac{\%\,Cr + \%\,Mo + \%\,V}{5} + \frac{\%\,Cu + \%\,Ni}{15}$$

que es la adoptada por la Subcomisión IX del Instituto Internacional de la Soldadura.

En segundo lugar no existe un acuerdo unánime sobre el valor límite que debe establecerse para considerar que sean soldables los aceros con carbono equivalente inferior a dicho valor límite.

Las normas francesas han establecido recientemente otro parámetro: la energía de soldeo definida como la energía nominal suministrada por el arco, que se precisa para realizar el soldeo. Se expresa en kilojulio (kJ) por centímetro de cordón y se define mediante la fórmula:

$$E_n = \frac{60 \cdot U \cdot I}{1\,000\ v}$$

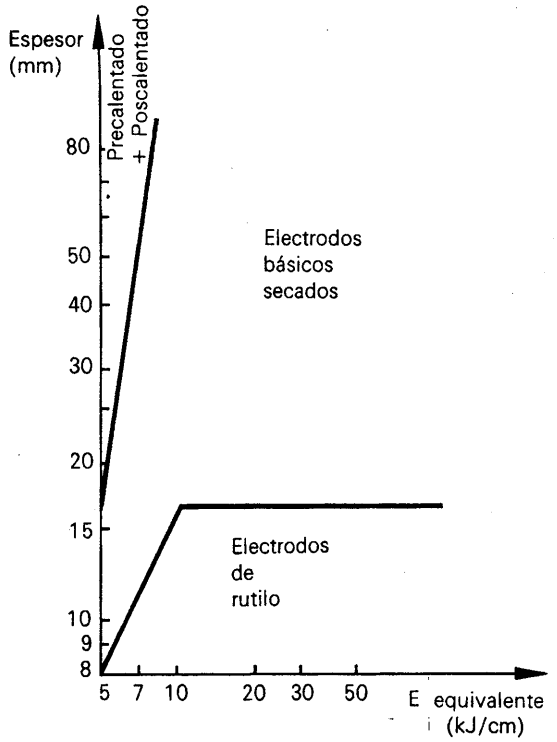
donde:

E_n = energía de soldeo, expresada en kilojulios por centímetro (kJ/cm).
U = tensión de soldeo, expresada en voltios (V).
I = intensidad de soldeo, expresada en amperios (A).
v = velocidad a la que se deposita el cordón, expresada en centimetros por minuto (cm/min)

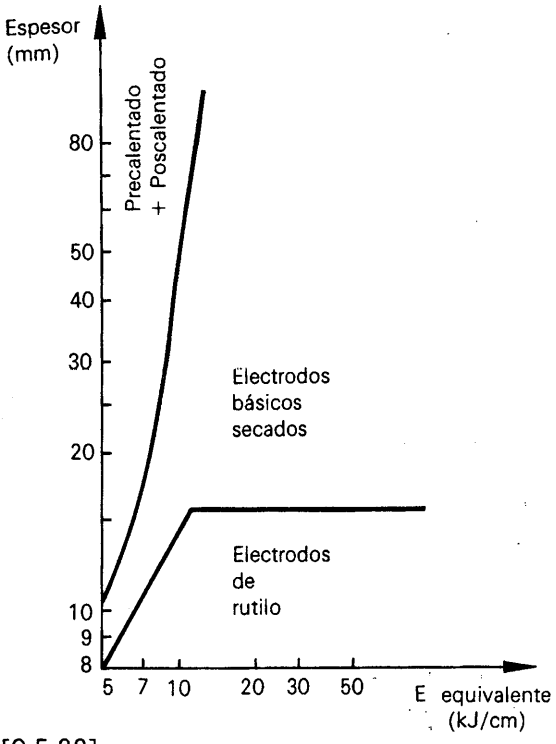
Este valor nominal, corregido por un factor de rendimiento térmico que depende de los procesos de soldadura y de los electrodos empleados, permite establecer, para cada acero, los ábacos que definen las condiciones de soldeo según los espesores.

Como ilustración, se incluyen los gráficos correspondientes a los aceros franceses E 24 (equivalente al UNE-AE 235) [0.5.21] y E 28 [0.5.22] (equivalente al UNE-AE 355), tomados de la norma francesa NF A 35-501.

Otras propiedades. Aunque el límite elástico a la temperatura ambiente y la energía absorbida por choque, que se han comentado en los párrafos anteriores son las características básicas que se utilizan para definir un acero, otras características son de gran importancia en la utilización y puesta en obra de los materiales de acero.



[0.5.21]



[0.5.22]

— **Masa específica.** La masa específica del acero depende fundamentalmente de la temperatura y, en menor medida, del contenido en carbono y de los tratamientos térmicos.

La masa específica del hierro puro es de 7,88 kg/dm^3 y para los aceros al carbono se toma convencionalmente el valor de 7,85 kg/dm^3.

El contenido en carbono de los aceros recocidos hace disminuir la masa específica en 0,026 kg/dm^3 por cada 1 por 100 adicional de carbono hasta 1,6 por 100 y para los aceros templados (sin austenita residual), por cada 1 por 100 de carbono adicional, la masa específica decrece en 0,122 kg/dm^3. Los elementos de aleación también hacen variar la masa específica.

— **Módulo de elasticidad longitudinal *E* o módulo de Young.** Según la ley de Hooke, si los esfuerzos de tracción o comprensión a que se somete un material no sobrepasan un determinado límite, las deformaciones (alargamientos) son proporcionales al esfuerzo (zona plástica). La constante de proporcionalidad se denomina módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young y en un estado de esfuerzos uniaxiales viene definido por la fórmula:

$$E = \frac{\sigma_l}{\epsilon_l}$$

en la que:

E = módulo elástico;
ϵ_l = esfuerzo longitudinal principal;
σ_l = deformación lineal correspondiente.

Como ϵ_l es adimensional (ya que es la relación entre dos longitudes), el módulo elástico se expresa en megapascales (MPa) o lo que es lo mismo, en newtons por milímetro cuadrado (N/mm^2).

El módulo elástico a la temperatura ambiente es prácticamente constante y no está influido sensiblemente por la composición del acero; y su valor nominal puede oscilar, según los aceros entre 200.000 y 220.000 MPa, si bien para los aceros de construcción puede considerarse comprendido entre 212.000 y 215.000 MPa.

Por el contrario, la temperatura afecta muy sensiblemente al módulo elástico. En [0.5.23]

Temperatura °C	*20*	*200*	*400*	*600*
Factor K_T	1,000	0,948	0,875	0,775

[0.5.23]

se indica el factor K_T de variación del valor de E con la temperatura:

$$K_T = \frac{E_T}{E_{20}}$$

siendo:

K_T = factor de variación para una temperatura T
E_T = módulo elástico a la temperatura T
E_{20} = módulo elástico a la temperatura ambiente.

— **Coeficiente de Poisson.** v. Cuando una barra se somete a un esfuerzo de tracción, se alarga en sentido longitudinal y análogamente se contrae en sentido transversal [0.5.24], si se somete a un esfuerzo de comprensión, la contracción longitudinal está acompañada de una dilatación transversal.

En el campo elástico y para estados uniaxiales, estas dos deformaciones son proporcionales y la constante de proporcionalidad se conoce como módulo de Poisson.

$$v = \frac{Deformación\ \ transversal}{Deformación\ \ longitudinal}$$

En general el módulo de Poisson aumenta con la temperatura y está poco afectado por la composición química.

Para los aceros de construcción y a la temperatura ambiente el módulo de Poisson tiene un valor de 0,28.

— **Módulo de rigidez o módulo *G* de Coulomb.** Si consideramos un bloque rectangular *ABCD* [0.5.25] sujeto en su base *AD* y sometido a una fuerza *T* (esfuerzo cortante) aplicada en su parte superior en cualquiera de sus secciones, por ejemplo, la *EE'*, se produce una tendencia al deslizamiento que desplaza la sección EE' a una posición intermedia entre las caras inferior y superior.

El esfuerzo unitario en cada sección es igual al esfuerzo cortante dividido por el área de la sección.

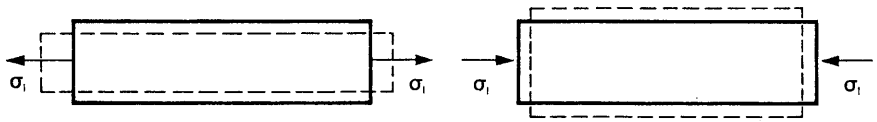
$$\tau = \frac{Esfuerzo\ \ cortante\ \ T}{Area\ \ de\ \ la\ \ sección}$$

El desplazamiento se define por:

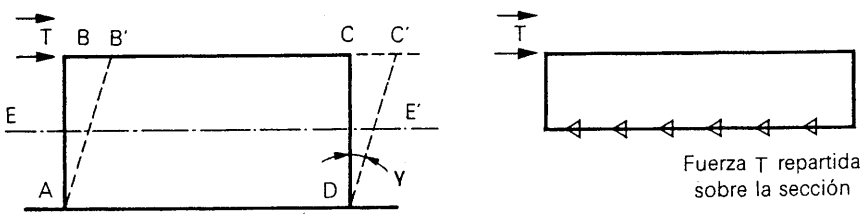
$$tg\gamma = \frac{CC'}{CD}$$

Se define como módulo de rigidez o módulo G de Coulomb la relación

$$G = \frac{esfuerzo\ \ unitario}{desplazamiento} = \frac{\tau}{tg\gamma}$$



[0.5.24]



[0.5.25]

El módulo *G* varía entre 1/3 y 2/5 del módulo elástico *E*.

Este módulo varía con la temperatura y para el valor nominal, a temperatura ambiente, de los aceros de construcción está próximo a los 82.000 MPa.

Para los materiales isótropos las constantes *E* (módulo elástico), *G* (módulo de rigidez) y el módulo de Poisson están relacionados mediante la fórmula:

$$v = \frac{E}{2\ G} - 1$$

— **Dureza.** Es la resistencia de un material a ser deformado por un penetrador de forma y características determinadas.

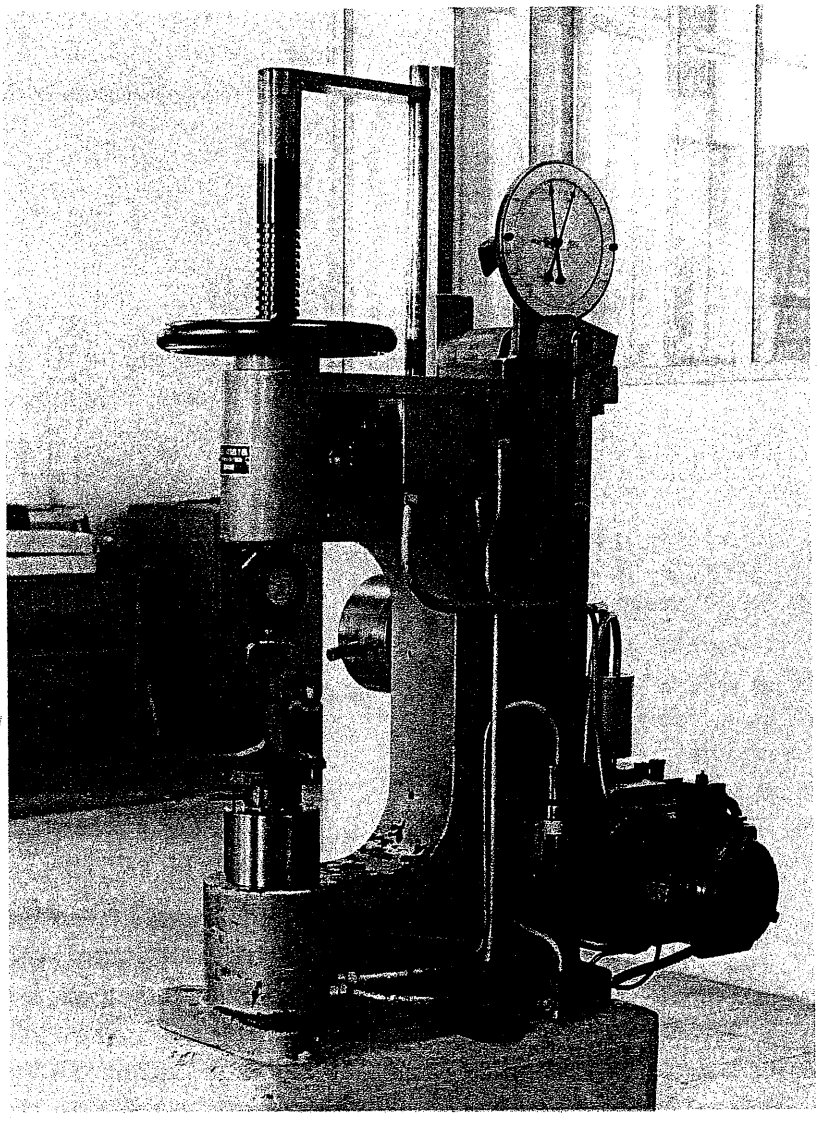
Los tipos de penetradores definen el tipo de dureza y la fuerza de penetración aplicada define la escala de dureza [0.5.26]

Los ensayos de dureza están definidos en las normas UNE siguientes:

— UNE 7-422 Ensayo de dureza Brinell.
— UNE 7-423 Ensayo de dureza Vickers.
— UNE 7-424 Ensayo de dureza Rockwell.

En el ensayo de dureza Brinell se utiliza como penetrador una bola de acero de 10 mm de diámetro; en el ensayo Vickers, una pirámide de diamante y en el ensayo Rockwell un cono de diamante.

Los valores de dureza obtenidos con cada ensayo no son convertibles entre sí, si bien existen algunos



[05.26]

documentos que establecen correspondencias orientativas.

La dureza del acero tiene una gran importancia en ciertas aplicaciones como por ejemplo para piezas de maquinaria, en cambio, para los aceros de construcción no ofrecen especial interés.

Sin embargo, como existe una relación empírica entre la dureza y la resistencia a la tracción, la determinación de la dureza puede servir como un ensayo rápido y económico para estimar, de forma aproximada, ésta última característica y seleccionar así qué materiales deben ser sometidos a otras pruebas, cuando se tienen dudas sobre la calidad de una partida.

— **Coeficiente de dilatación térmica.** Es conocido que, al modificar la temperatura de un cuerpo, se modifica su volumen.

Se define como coeficiente de dilatación térmica lineal a la relación:

$$\alpha_e = \frac{\Delta\theta}{\Delta_l}$$

siendo:

Δ_l = incremento de su longitud;
$\Delta\theta$ = incremento de temperatura.

El coeficiente de dilatación depende, además de la temperatura, de la composición del acero.

Dado que el hierro, que es la base del acero, presenta varios estados alotrópicos en los que se modifica su estructura cristalina, la dilatación térmica no puede definirse en el entorno de la temperatura de transformación entre las fases α y γ.

Como ya se ha indicado el coeficiente de dilatación depende de la composición del acero por lo que no puede darse un valor genérico para todos los aceros y puede variar desde $8 \cdot 10^{-6}$ a $16 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}.

Los aceros al carbono, empleados en construcción metálica presentan generalmente un coeficiente de dilatación térmica entre $12{,}5 \cdot 10^{-6}$ y $10 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}.

— **Resistencia de cálculo.** La norma NBE-103 (1973) en su apartado 2.7, define la resistencia de cálculo del acero, que no debe confundirse con la resistencia a la tracción, mediante la fórmula:

$$\sigma_u = \frac{\sigma_e}{\gamma_a}$$

siendo:

σ_e = límite elástico;
γ_a = coeficiente de corrección

En el caso de aceros con límite elástico garantizado, el valor σ_e es el valor mínimo garantizado. Este es el caso de los aceros definidos en las normas UNE y en la NBE-102. Además, para estos aceros, se tomará el coeficiente $\gamma_a = 1$.

Para los aceros que no se conozcan, o no se tenga garantía de su límite elástico, éste se determinará por métodos estadísticos mediante la fórmula:

$$\sigma_e = \sigma_m (1 - 2\,\delta)$$

siendo:

σ_m = el valor medio de los valores de ensayo;
δ = la desviación típica de los resultados obtenidos.

Además, se tomará el coeficiente $\gamma_a = 1{,}1$.

Aunque la NBE no precisa el número, n, de ensayos que deben realizarse para esta determinación, para que sean aplicables los métodos estadísticos se requiere un elevado número de ensayos (n superior a 15).

0.6. ACEROS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION

Como ya se ha indicado, la construcción con acero abarca una gran variedad de aplicaciones técnicas. Para responder a los distintos tipos de solicitaciones que se presentan, se han desarrollado distintos tipos de aceros que podemos agrupar en las siguientes familias:

a) Aceros cuya función principal es formar parte de la estructura, entre los que se encuentran:

a.1. aceros de uso general, UNE 36-080 (EN 10 025)

a.2. aceros de alto límite elástico (aceros microaleados), UNE 36-081 (EN 10 113); UNE 36-122 y UNE 36-123

a.3. aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, UNE 36-082 (EN 10 155)

a.4. aceros con propiedades garantizadas en el sentido del espesor, UNE 36-083 (EN 10 164)

a.5. aceros para construcción naval (cascos de buques) UNE 36-084

b) Acero para aplicaciones no estructurales, por ejemplo, cerramientos, cubiertas, fontanería, etc.

b.1. aceros para conformación en frío y embutición, UNE 36-086 (EN 10 130) y UNE 36-093.

b.2. aceros recubiertos:
Chapa galvanizada, UNE 36-130 (EN 10 142) y UNE 36-137 (EN 10 148)
Chapa electrocincada, UNE 36-135 (EN 10 152)
Chapa prepintada, UNE 36-150

b.3. aceros inoxidables, UNE 36-016

c) Aceros para elementos de unión.

En los últimos cinco años, la definición de los tipos y grados de acero está sufriendo una profunda transformación.

Los países de la Comunidad Europea se han comprometido a adoptar como Normas Nacionales las Normas Europeas elaboradas por el ECISS (European Iron and Steel Committe of Standardization) organismo del CEN (Comité Europeo de Normalización); en él se integran los doce países comunitarios y, desde 1989, los seis países de la EFTA. Con esta decisión, los aceros normalizados en toda la Europa Occidental serán los mismos y se designarán de igual forma.

En las referencias de las normas UNE arriba mencionadas se ha añadido la designación de la norma europea correspondiente. Está en estudio el designar las diferentes normas nacionales de forma uniforme, poniendo como prefijo las siglas de los organismos nacionales (p.e. UNE-EN 10 025, DIN-EN 10 025, BS-EN 10 025, etc.).

0.6.1. ACEROS DE USO GENERAL

Los aceros de uso general son los definidos en la norma UNE 36-080 (EN 10 025). Esta norma recoge los aceros básicos que son utilizados en un gran número de aplicaciones, tales como:

— perfiles estructurales;
— chapas;
— bandas no recubiertas para conformar.

El consumo de estos aceros es, con mucha diferencia, el mayor de todos los tipos de acero.

La norma UNE 36-080 (EN 10 025) define 18 grados básicos de acero, agrupados en siete tipos; de los primeros, 15 son aplicables a la construcción con acero y los tres restantes a la construcción mecánica.

Por tipo de acero se entiende el nivel de resistencia, definido por el límite elástico.

Los cuatro tipos definidos para construcción con acero se indican en [0.6.1]

Tipo	*Límite elástico* $e \leqslant 16$ *MPa**	*Resistencia a la tracción* $3 \leqslant e < 100$ *MPa**
A 310	175	290 - 510
AE 235	235	340 - 470
AE 275	275	410 - 560
AE 355	355	490 - 630
* 1 MPa = 1 N/mm^2		

[0.6.1]

Estos tipos están definidos por su límite elástico mínimo en tracción, que es la característica que recomienda el Eurocódigo 3 y la NBE-130 para definir las propiedades resistentes, y se prescribe para todos ellos un alargamiento de rotura superior al 15 por 100, que es el valor fijado como mínimo en el citado Eurocódigo 3.

De estos cuatro tipos, el A-310 debe considerarse como un acero de aplicación limitada, ya que la norma UNE establece que sólo es aplicable a productos de espesor inferior a 25 mm y no se garantiza ni su aptitud al soldeo ni su resistencia a la rotura frágil. Por consiguiente su uso debe limitarse a aplicaciones de escasa responsabilidad y que no requieran uniones soldadas.

Debido a las condiciones de laminación (temperaturas de acabado y velocidad de enfriamiento), para una misma composición química, y una misma forma geométrica, el límite elástico disminuye al aumentar el espesor, por lo que en la norma se definen distintos valores del límite elástico según los diferentes intervalos de espesor. El valor de referencia corresponde al intervalo entre 3 mm y 16 mm de espesor.

La influencia de espesor, que debe tenerse en cuenta en el cálculo, se podría compensar modificando la composición, aumentando los contenidos en carbono para los espesores mayores, pero esto traería como consecuencia unas mayores dificultades de soldeo, precisamente en los productos más gruesos, y una mayor incidencia en la rotura frágil.

Una de las innovaciones de la nueva norma UNE 36-080 (EN 10 020) es la ampliación del campo de aplicación a productos (generalmente chapas) de espesor entre 150 mm y 250 mm.

En [0.6.2] se recogen las características mecánicas de tracción correspondientes a estos tipos de acero. Los niveles de resistencia se refieren por definición a las solicitaciones resultantes ejercidas en una sola dirección. En la práctica, como ya se ha indicado, la existencia de esfuerzos simultáneos triaxiales de tracción puede, en ciertas condiciones, crear un riesgo de rotura frágil para valores muy inferiores a los esfuerzos admitidos en el cálculo.

La norma establece, para los tipos AE 235 y AE 275, tres grados, designados convencionalmente como *B, C* y *D*, con niveles de energía absorbida de *27 J* para las temperaturas de *+20 °C, 0 °C* y *−20 °C*, respectivamente.

Para el tipo AE 355 además de los anteriores, se define un cuarto grado, el *DD*, con un nivel de energía de rotura por flexión de *40 J* a *−20 °C* (apartado 0.5.5). Para conseguir los niveles de energía absorbida de los grados D, DD se exige una estructura de grano fino obtenida por adición de elementos desoxidantes y fijadores de nitrógeno (calmado especial de grano fino) o por laminación controlada.

Designación			Estado de desoxidación	Sub grupo (4)	Límite elástico mínimo, Re, en MPa (•)								Resistencia a la tracción, Rm en MPa (•)				Orientación de la probeta	Alargamiento mínimo, en % (1)									
					Espesor nominal, e, en milímetros								Espesor nominal, e, en milímetros					Lo = 80 mm Espesor nominal, e, en mm					Lo = 5,65 So Espesor nominal, e, en mm				
Nueva según EN 10 027 (2)	Antigua según EU 25-72	Antigua según UNE 36080			e≤16	16 <e≤ 40	40 <e≤ 63	63 <e≤ 80	80 <e≤ 100	100 <e≤ 150	150 <e≤ 200	200 <e≤ 250	e<3	3 ≥e≥ 100	100 <e≤ 150	150 <e≤ 250		e≤1	1 <e≤ 1,5	1,5 <e≤ 2	2 <e≤ 2,5	2,5 <e< 3	3 ≤e≤ 40	40 <e≤ 63	63 <e≤ 100	100 <e≤ 150	150 <e≤ 250
	Fe 310-0 (7)	A 310-0	**	BS	185	175	—	—	—	—	—	—	310 a 540	290 a 510	—	—	l t	10 8	11 9	12 10	13 11	14 12	18 16	— —	— —	— —	— —
	Fe 360 B (3)	AE 235 B	**	BS	235	225	—	—	—	—	—	—	360 a 510	340 a 470	—	—											
	Fe 360 B (3)	AE 235 B	FU	BS	235	225	—	—	—	—	—	—	360 a 510	340 a 470	—	—											
	Fe 360 B	AE 235 B	FN	BS	235	225	215	215	215	195	185	175	360 a 510	340 a 470	340 a 470	320 a 470	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21
	Fe 360 C	AE 235 C	FN	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360 a 510	340 a 470	340 a 470	320 a 470	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21
	Fe 360 D1	AE 235 D	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360 a 510	340 a 470	340 a 570	320 a 470											
	Fe 360 D2	—	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360 a 510	340 a 470	340 a 470	320 a 470											
	Fe 430 B	AE 275 B	FN	BS																							
	Fe 430 C	AE 275 C	FN	QS	275	265	255	245	235	225	215	205	430 a 580	410 a 560	400 a 540	380 a 540	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
	Fe 430 D1	AE 275 D	FF	QS													t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17
	Fe 430 D2	—	FF	QS																							
	Fe 510 B	AE 355 B	FN	BS																							
	Fe 510 C	AE 275 C	FN	QS																							
	Fe 510 D1	AE 275 D	FF	QS	355	345	335	325	315	295	285	275	510 a 680	490 a 630	470 a 630	450 a 630	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
	Fe 510 D2	—	FF	QS													t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17
	Fe 510 DD1	—	FF	QS																							
	Fe 510 DD2	—	FF	QS																							
	Fe 490-2 (5)	A 490-2	FN	BS	295	285	275	265	255	245	235	225	490 a 660	470 a 610	450 a 610	440 a 610	l	12	13	14	15	16	20	19	18	16	15
																	t	10	11	12	13	14	18	17	16	15	14
	Fe 590-2	A-590-2	FN	BS	335	325	315	305	295	275	265	255	590 a 770	570 a 710	550 a 710	540 a 710	l	8	9	10	11	12	16	15	14	12	11
																	t	6	7	8	9	10	14	13	12	11	10
	Fe 690-2	A 690-2	FN	BS	360	355	345	335	325	305	295	285	690 a 900	670 a 830	650 a 830	640 a 830	l	4	5	6	7	8	11	10	9	8	7
																	t	3	4	5	6	7	10	9	8	7	6

• 1 MPa = 1 N/mm² ** A elección del fabricante.

(1) Los valores dados en la tabla se aplican a probetas longitudinales, l, del ensayo de tracción. Para chapas bandas, planos anchos y bandas de anchura, ≥ 600 mm. se utiliza probeta transversal, t.

(2) En el momento de la publicación de esta Norma Europea, no se ha concluido la transformación de la EU 27 1974 en la Norma Europea EN 10 027-1 y puede ser objeto de modificación.

(3) Sólo se fabrica en espesores nominales ≤ 25 mm.

(4) BS = Aceros de base; QS = Acero de calidad.

(5) No se aplica a: los perfiles U, los angulares y los perfiles comerciales.

Para asegurar una aptitud razonable al soldeo se establecen las limitaciones en la composición química que se recogen en [0.6.3] (análisis de colada) y [0.6.4] (análisis sobre producto).

Además para los aceros del tipo FE 510 (AE 355) se puede convenir en el pedido una limitación en el carbono equivalente definido por la fórmula dada en el apartado 0.5.5, así como ciertas limitaciones especiales para algunas aplicaciones específicas.

Uno de los temas más debatidos en el seno del ECISS/TC 10 durante la redacción de la nueva EN 10 020 fue la inclusión o no de los aceros tratados termomecánicamente para los grados *D* y *DD*. La solución adoptada fue una solución de compromiso, hasta una nueva revisión de esta norma. En primer lugar, la norma actual no contempla expresamente este tipo de productos, para los que se elaborará específicamente otro documento, probablemente como una parte 2.ª de la citada norma. No obstante no quedan excluidos, quedando el productor, si no hay indicación expresa del comprador, en

Designación			*Estado de desoxidación*	*Sub grupo (4)*	*% C máx para un espesor nominal, e, de producto, en mm.*			*Mn % máx*	*Si % máx*	*P % máx*	*S % máx*	*N % máx (2) (3)*
Nueva según EN 10 027/1 (1)	*Antigua según EU 25-72*	*Antigua según UNE 36080-85*			*e ⩽ 16*	*16 < e ⩽ 40*	*e > 40 (5)*					
	Fe 310-0 (6)	A 310-0	*	BS	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fe 360 B (6)	AE 235 B	*	BS	0,17	0,20	—	—	—	0,045	0,045	0,009
	Fe 360 B (6)	AE 235 B FU	FU	BS	0,17	0,20	—	—	—	0,045	0,045	0,007
	Fe 360 B	AE 235 B FN	FN	BS	0,17	0,17	0,20	—	—	0,045	0,045	0,009
	Fe 360 C	AE 235 C	FN	QS	0,17	0,17	0,17	—	—	0,040	0,040	0,009
	Fe 360 D1	AE 235 D	FF	QS	0,17	0,17	0,17	—	—	0,035	0,035	—
	Fe 360 D2	—	FF	QS	0,17	0,17	0,17	—	—	0,035	0,035	—
	Fe 430 B	AE 275 B	FN	BS	0,21	0,21	0,22	—	—	0,045	0,045	0,009
	Fe 430 C	AE 275 C	FN	QS	0,18	0,18	0,18 (7)	—	—	0,040	0,040	0,009
	Fe 430 D1	AE 275 D	FF	QS	0,18	0,18	0,18 (7)	—	—	0,035	0,035	—
	Fe 430 D2	—	FF	QS	0,18	0,18	0,18 (7)	—	—	0,035	0,035	—
	Fe 510 B	AE 355 B	FN	BS	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,045	0,045	0,009
	Fe 510 C	AE 275 C	FN	QS	0,20	0,20 (8)	0,22	1,60	0,55	0,040	0,040	0,009
	Fe 510 D1	AE 275 D	FF	QS	0,20	0,20 (8)	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	—
	Fe 510 D2	—	FF	QS	0,20	0,20 (8)	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	—
	Fe 510 DD1	—	FF	QS	0,20	0,20 (8)	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	—
	Fe 510 DD2	—	FF	QS	0,20	0,20 (8)	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	—
	Fe 490-2	A 490-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,045	0,045	0,009
	Fe 590-2	A 590-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,045	0,045	0,009
	Fe 690-2	A 690-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,045	0,045	0,009

* A elección del fabricante.

(1) En el momento de la publicación de esta Norma Europea, no se ha concluido la transformación de la EU 27 1974 en la Norma Europea EN 10 027-1 y puede ser objeto de modificaciones.

(2) Se tolera sobrepasar los valores especificados a condición de que por cada 0,001 % de aumento en nitrógeno, el contenido en fósforo se reduzca en 0,005 % sobre el valor máximo especificado. En cualquier caso el contenido en nitrógeno, en el análisis de colada, no debe sobrepasar de 0,012 por 100.

(3) El contenido máximo en nitrógeno no se aplica si en la colada existe aluminio (contenido en Al total ⩾ 0,020 %) u otros elementos fijadores del nitrógeno. En el certificado deben citarse estos elementos.

(4) BS = Aceros de base; QS = Acero de calidad.

(5) Para los perfiles y laminados comerciales de espesor nominal > 100 mm; el contenido en carbono se establecerá por acuerdo.

(6) Sólo se fabrica en espesores ⩽ 25 mm.

(7) Para espesores nominales = 150 mm: C máx = 0,20 %.

(8) Para espesores nominales > 30 mm y para los aceros KP: C máx = 0,22 %.

[0.6.3]

FE DE ERRATAS

Para los aceros AE 355 definidos en los cuadros [0.6.2], [0.6.3] y [0.6.4] de las páginas 71, 72 y 73 respectivamente.

DICE		DEBE DECIR	
FE 510 B	AE 355 B	FE 510 B	AE 355 B
FE 510 C	AE 275 C	FE 510 C	AE 355 C
FE 510 D_1	AE 275 D	FE 510 D_1	AE 355 D
FE 510 D_2	—	FE 510 D_2	—
FE 510 DD_1	—	FE 510 DD_1	AE 355 DD
FE 510 DD_2	—	FE 510 DD_2	—

Designación			Estado de desoxidación	Sub grupo (4)	% C máx para un espesor nominal, e, de producto, en mm.			Mn % máx	Si % máx	P % máx	S % máx	N % máx (2) (3)
Nueva según EN 10 027/1 (1)	Antigua según EU 25-72	Antigua según UNE 36080-85			$e \leqslant 16$	$16 < e \leqslant 40$	$e > 40$ (5)					
	Fe 310-0 (6)	A 310-0	*	BS	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fe 360 B (6)	AE 235 B	*	BS	0,21	0,25	—	—	—	0,055	0,055	0,011
	Fe 360 B (6)	AE 235 B FU	FU	BS	0,21	0,25	—	—	—	0,055	0,055	0,009
	Fe 360 B	AE 235 B FN	FN	BS	0,19	0,19	0,20	—	—	0,055	0,055	0,011
	Fe 360 C	AE 235 C	FN	QS	0,19	0,19	0,17	—	—	0,050	0,050	0,011
	Fe 360 D1	AE 235 D	FF	QS	0,19	0,19	0,17	—	—	0,045	0,045	—
	Fe 360 D2	—	FF	QS	0,19	0,19	0,17	—	—	0,045	0,045	—
	Fe 430 B	AE 275 B	FN	BS	0,24	0,24	0,25	—	—	0,055	0,055	0,011
	Fe 430 C	AE 275 C	FN	QS	0,21	0,21	0,21 (7)	—	—	0,050	0,050	0,011
	Fe 430 D1	AE 275 D	FF	QS	0,21	0,21	0,21 (7)	—	—	0,045	0,045	—
	Fe 430 D2	—	FF	QS	0,21	0,21	0,21 (7)	—	—	0,045	0,045	—
	Fe 510 B	AE 355 B	FN	BS	0,27	0,27	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
	Fe 510 C	AE 275 C	FN	QS	0,23	0,23 (8)	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
	Fe 510 D1	AE 275 D	FF	QS	0,23	0,23 (8)	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
	Fe 510 D2	—	FF	QS	0,23	0,23 (8)	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
	Fe 510 DD1	—	FF	QS	0,23	0,23 (8)	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
	Fe 510 DD2	—	FF	QS	0,23	0,23 (8)	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
	Fe 490-2	A 490-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
	Fe 590-2	A 590-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
	Fe 690-2	A 690-2	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011

* A elección del fabricante.

(1) En el momento de la publicación de esta Norma Europea, no se ha concluido la transformación de la EU 27 1974 en la Norma Europea EN 10 027-1 y puede ser objeto de modificaciones.

(2) Se tolera sobrepasar los valores especificados a condición de que por cada 0,001 % de aumento en nitrógeno, el contenido en fósforo se reduzca en 0,005 % sobre el valor máximo especificado. En cualquier caso el contenido en nitrógeno, en el análisis sobre producto, no debe sobrepasar de 0,014 por 100.

(3) El contenido máximo en nitrógeno no se aplica si en la colada existe aluminio (contenido en Al total $\geqslant$ 0,020 %) u otros elementos fijadores del nitrógeno. En el certificado deben citarse estos elementos.

(4) BS = Aceros de base; QS = Acero de calidad.

(5) Para los perfiles y laminados comerciales de espesor nominal > 100 mm; el contenido en carbono se establecerá por acuerdo.

(6) Sólo se fabrica en espesores $\leqslant$ 25 mm.

(7) Para espesores nominales > 150 mm: C máx = 0,23 %.

(8) Para espesores nominales > 30 mm y para los aceros KP: C máx = 0,24 %.

[0.6.4]

libertad de suministrar productos normalizados (simbolizados como *D1* y *DD1*) o tratados térmicamente (simbolizados como *D2* y *DD2*) pero con la obligación expresa de indicarlo en los certificados de inspección.

Esta prescripción es debida a lo indicado en el apartado 0.5.3 de que en los grados 1 (normalizados) las características mecánicas no deben modificarse con un tratamiento térmico posterior a la entrega (conformación en caliente y/o tratamientos de eliminación de tensiones) mientras que los grados cuyas características mecánicas se han conseguido mediante un tratamiento termomecánico éstas se pueden modificar sustancialmente después de tales tratamientos.

En consecuencia, recomendamos a los utilizadores la lectura cuidadosa del apartado 7.2 de la norma UNE 36-080 (EN 10 020), que regula el estado de suministro que transcribimos a continuación:

«7.2. Estado de suministro

*— **Para todos los productos:** Si se solicita un certificado (véase 8.1.2) y los productos se han solicitado y suministrado en estado N, estos extremos se deben recoger en el certificado.*

*— **Para los productos planos:** Salvo acuerdo*

en contrario, el estado de suministro de los grados 0, 2, B y C queda a elección del fabricante (véase 7.4.1) (Opción 15).

Los grados D1 y DD1 se suministran en estado de normalizado o en estado equivalente, obtenido por conformación a la temperatura de normalizado (véase capítulo 3).

El estado de suministro de los grados D2 y DD2 queda a elección de fabricante.

— ***Para los productos largos:*** *Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los grados 0, 2, B, C, D1 y DD1 queda a elección del fabricante (Opción 19).*

El estado de suministro de los productos largos de los grados D2 y DD2 queda a elección del fabricante.»

— **Designación de los aceros de uso general.** Ha evolucionado desde la primera edición de la norma UNE 36-080 en el año 1964 hasta la actualmente vigente, debido a dos hechos importantes:

a) la adopción del sistema SI de unidades que incorpora a la designación la carga expresada en MPa en lugar de kgf/mm^2 (versión del 78);
b) la adopción del límite elástico como característica fundamental para definir el tipo de acero.

UNE 36-080-64	*UNE 36-080-73*	*UNE 36-080/1-78* (1)	*UNE 36-080/2-78* (2)	*UNE 36-080/4-79*	*UNE 36-080-85*
A 33-0	A 33-0	A 310-0	—	—	A 310-0
A 34b	(3)	—	—	—	—
A 34c	(3)	—	—	—	—
A 37a	A 37a	(3)	—	—	—
A 37b	A 37b	A 360-B	—	—	AE 235-B
A 37c	A 37c	A 360-C	—	—	AE 235-C
A 37d	A 37d	A 360-D	—	—	AE 235-D
A 42a	A 42a	(3)	—	—	—
A 42b	A 42b	A 410-B	A 330-B	—	(3)
A 42c	A 42c	A 410-C	—	—	(3)
A 42d	A 42d	A 410-D	A 330-C	—	(3)
—	A 44a	(3)	—	—	—
—	A 44b	A 430-B	A 370-B	—	AE 275-B
—	A 44c	A 430-C	—	—	AE 275-C
—	A 44d	A 430-D	A 370-D	—	AE 275-D
—	A 52b	A 510-B	A 450-B	—	AE 355-B
—	A 52c	A 510-C	A 450-C	—	AE 355-C
A 52d	A 52d	A 510-D	A 450-D	—	AE 355-D
—	—	—	—	—	AE 355-DD
A 50-1	(3)	—	—	—	—
A 50-2	A 50-2	—	—	A 490	A 490-2
A 60-1	(3)	—	—	—	—
A 60-2	A 60-2	—	—	A 590	A 590-2
A 70-2	A 70-2	—	—	A 690	A 690-2

(1) Para perfiles y chapa gruesa.
(2) Aplicable a bandas y chapa cortada de bandas.
(3) Acero suprimido.

[0.6.5]

En la tabla [0.6.5] se establece la correspondencia entre las designaciones de los aceros de uso general para construcción con acero en las distintas versiones de la norma UNE 36-080.

— Correspondencia entre los aceros definidos en la norma UNE y otras normas internacionales.

Ya se ha indicado que todos los países de Europa han adoptado como norma nacional la Norma Europea EN 10 020. No obstante, dado que los antiguos aceros pueden tener cierta vigencia, en [0.6.6] mantenemos las equivalencias entre las antiguas designaciones para facilitar su sustitución por los nuevos aceros.

En la versión actual de la norma UNE 36-080 (1985), el grado AE 355-B sólo es aplicable a productos largos (perfiles) y el grado AE 355-D sólo es aplicable a productos planos (chapas).

En teoría y salvo las excepciones apuntadas, todos los productos pueden fabricarse con todos los grados de acero. Sin embargo, en la práctica, los perfiles estructurales, salvo petición expresa y acordada previamente, sólo se fabrican con el grado AE 235-B (antiguo A 37-b). Excepcionalmente, algunos angulares, destinados a la construcción de torres para tendidos eléctricos, se fabrican con el grado AE 355-C ó AE 355-D.

Es de notar que, según queda dicho, los perfiles fabricados de acuerdo con la nueva versión de esta norma se fabrican con el acero AE 235-B, sin embargo, al estar en vigor en España la MV 102-1975, el acero utilizado en perfiles estructurales para las edificaciones sigue siendo el A 42-b.

Antes de concluir el apartado dedicado a los aceros de uso general queremos recomendar vivamente a los utilizadores una lectura atenta de la nueva norma UNE 36-080 (EN 10 020) ya que se han introducido notables modificaciones respecto a las versiones anteriores que aconsejan su detallada consideración.

0.6.2. ACEROS SOLDABLES DE ALTO LIMITE ELASTICO

Las exigencias crecientes de la construcción con acero han propiciado en los últimos años el desarrollo de una serie de aceros que, con distintas denominaciones, han sido ofrecidos a los mercados.

La necesidad de aligerar el peso de las es-

España UNE 36080-85	*Euronorma 25*	*Alemania DIN 17100 1980*	*Francia NFA 35-501 1986*	*Reino Unido B54360 1979*	*Estados Unidos ASTM*	
					Según Re	*Según Rm*
A-310-0	Fe 310-0	St 33	A 33	—	—	—
AE 235 B	Fe E 235 B	St 37-2	E 24-2	40 B	A 203 grD	A 283 grC
C	Fe E 235 C	St 37-3u	E 24-3	40 C	A 284 grD	—
D	Fe E 235 D	St 37-3N	E 24-4	—	—	—
AE 275 B	Fe E 275 B	St 44-2	E 28-2	43 B		
C	Fe E 275 C	St 44-3U	E 28-3	43 C	A 573 gr70	—
D	Fe E 275 D	St 44-3N	E 28-4	43 D		
AE 355 B	Fe E 355 B		E 36-2			
C	Fe E 355 C	St 52-3U	E 36-3	50 C	A 441	A 441
D	Fe E 355 D	St 52-3N		50 D	A 709 gr 50	—
AE 355 DD			E 36-4			

[0.6.6]

tructuras ha impulsado el desarrollo de aceros de mayores límites elásticos. No se puede aumentar esta característica por medio de la composición química ya que esto disminuiría la soldabilidad y aumentaría el riesgo de la rotura frágil. Fue preciso la adición de pequeñas cantidades de elementos de aleación que produjeran un efecto endurecedor por solución sólida o por precipitación. De aquí proviene la denominación de **aceros microaleados,** con que se conoce a estos aceros.

Como el efecto de estos elementos es producir una dispersión de carburos en la matriz perlítica del acero, la literatura francesa estableció la denominación de **aceros dispersoides.**

Agotado el recurso de los elementos de microaleación, para seguir aumentando el límite elástico y disminuyendo la temperatura de transición, se acudió a la técnica del tratamiento térmico de temple y revenido o de normalizado y revenido con adiciones que faciliten la obtención de estructuras bainíticas o martensíticas, como son el vanadio, el molibdeno o el boro.

Se pueden establecer dos subfamilias de aceros:

— los aceros de estructura ferrita-perlítica;
— los aceros de estructura bainítica o martensítica.

— **Aceros de estructura ferrita-perlítica.** Para estos aceros, las propiedades mecánicas (resistencia y energía de rotura por flexión) dependen principalmente de los siguientes factores:

— porcentaje de perlita en la estructura;
— tamaño de grano ferrítico;
— presencia de elementos en solución sólida.

Los elementos más simples y económicos para conseguir una estructura con alto contenido en perlita son el carbono y el manganeso, con adiciones de silicio para provocar la formación de la solución sólida endurecedora. Para obtener el tamaño de grano adecuado para los aceros de alto límite elástico, es preciso la adición de ciertos elementos desoxidantes y fijadores de nitrógeno que, después del tratamiento térmico de normalización, precipitan los nitruros en los bordes de grano. Para límites elásticos hasta 390 MPa, esto se puede conseguir con adiciones de aluminio.

Para valores superiores, es preciso la adición de niobio y/o vanadio que, además de su efecto afinador de grano, producen un efecto endurecedor debido a la formación de carburos. Con estos aceros se pueden conseguir valores del límite elástico hasta 550 MPa.

Además de los elementos de aleación, se precisa, bien un tratamiento de normalizado para conseguir una precipitación de los carburos en los bordes de grano, o bien una temperatura de laminación controlada (inferior a los 850 °C), lo que exige una potencia adecuada en los trenes de laminación, y un contenido controlado de nitrógeno libre, que depende del proceso de fabricación del acero. Con este tipo de aceros se puede reducir la temperatura de transición hasta los −50 °C.

La norma UNE 36-081 de 1976 define estos tipos de acero microaleados y coincide con la EU 113 (1972). Recoge siete niveles de resistencia [0.6.7].

Tipo de acero	*Límite elástico mínimo* $e \leqslant 16$ *MPa*	*Resistencia a la tracción MPa*
AE 255	255	370-490
AE 285	285	400-520
AE 315	315	440-560
AE 355	350	490-630
AE 390	390	510-650
AE 420	420	540-680
AE 460	460	570-720

[0.6.7]

Si bien los tres primeros no están incluidos en el concepto clásico de aceros de alto límite elástico, que inicialmente abarca los aceros con valores superiores a los 350 N/mm^2, se han incluido en esta norma por su mayor resistencia a la rotura frágil.

La norma establece, para cada tipo, tres grados designados convencionalmente por las le-

tras *KG, KW, KT*, previstos para aplicaciones a distintas temperaturas [0.6.8].

Grado	*Aplicación*
KW	Temperaturas ambiente
KG	Temperaturas superiores a la ambiente
KT	Bajas temperaturas

[0.6.8]

La característica distintiva de estos aceros, entre sí y respecto a los aceros de uso general de la norma UNE 36-080, es la energía de rotura por flexión.

Las diferencias principales que, con respecto a la energía de rotura por flexión, se establecen para estos aceros son:

a) exigencias de valores de energía de rotura por flexión determinados sobre probeta longitudinal y sobre probeta transversal;
b) exigencia de una curva energía de rotura por flexión/temperatura en lugar de fijar un punto único de dicha curva.

Para los grados *KG* y *KW*, la curva se fija mediante cinco valores [0.6.9] a temperaturas entre +20 °C y −20 °C y para los grados *KT* para temperaturas entre 0 °C y −50 °C.

Para las aplicaciones a temperaturas elevadas (grado *KG*), la norma fija valores mínimos, para temperaturas entre 100 °C y 440 °C, si bien algunos valores son indicativos a la espera de datos experimentales que confirmen o modifiquen dichos valores.

El campo de aplicación de esta norma, abarca a perfiles y chapas si bien, para los perfiles sólo están previstos los grados AE 355-KG, AE 390-KG y AE 420-KG.

Como recapitulación, en [0.6.10] se recogen las características objeto de garantía para cada grado de acero.

En el momento que esta publicación entra en imprenta la norma europea EN 10 113, que sustituirá a la presente versión de 1972 y consecuentemente a la UNE 36-081, está siendo sometida a encuesta pública. Esta norma presenta notables modificaciones con respecto a la versión anterior.

En su campo de aplicación se indica que los aceros definidos se aplican en estructuras soldadas fuertemente cargadas, tales como puentes, compuertas, tanques de almacenamiento utilizados a temperaturas ambiente (grado *KG*) o a bajas temperaturas (grado *KT*). Por tanto desaparece de la norma el grado *W* para altas temperaturas que se traspasa a la norma EN 10 028 de aceros para calderas y recipientes a presión.

La norma se divide en tres partes, la primera de generalidades que agrupa las prescripciones comunes a los aceros definidos en las partes 2 y 3; la parte 2 se dedica a los aceros suministrados en estado de normalizado o de conformado de laminación (por laminación controlada) designados por la letra *N*, y la parte 3, a los aceros conformados mecánicamente y de enfriamiento acelerado, designados con las letras *TM*.

Se contemplan aceros no aleados y aleados y es aplicable tanto a productos planos como a productos largos (vigas y perfiles).

Se sigue utilizando, de modo provisional, la designación de la versión de 1972 ya que la norma en la que se define la nueva designación, aún no ha sido aprobada.

El ensayo de flexión por choque es preceptivo sobre probetas longitudinales pero, si se solicita en el pedido, se puede verificar también sobre probetas transversales.

La lista de tipos de acero se simplifica quedando reducidos en los aceros normalizados, a los tres siguientes: Fe E 275, Fe E 355 y Fe E 460 y para los grados tratados térmicamente a los cuatro siguientes: Fe E 275, Fe E 355, Fe E 420 y Fe E 460. Para todos los tipos se establecen los grados ya mencionados *KG* para temperatura ambiente y *KT* para baja temperatura.

En relación con la composición química, se han reducido los niveles de fósforo y azufre 0,035 y 0,030 por 100, respectivamente, para el grado *KG* y 0,030 y 0,025 por 100 para el grado *KT*. Se definen contenidos máximos en

Designación			Re en N/mm² (kgf/mm) (2) mínimo para espesores en mm					Rm N/mm² (kgf/mm²) (1)	A % mínimo (1)	Ensayo de doblado. Diámetro de mandril (2 y 3)		Orientación de la probeta (4)	Ensayo de energía de rotura por flexión Energía mínima KV en J (kgfm) a la temperatura de ensayo en °C de							
	Simbólica									Probeta									
Numérica	Tipo	Grado	⩽ 16	> 16 ⩽ 35	> 35 ⩽ 50	> 50 ⩽ 70	> 70 ⩽ 100			X (Z)	Y (Z)		+ 20	+ 10	0	− 10	− 20	− 30	− 40	− 50
F-6 401 F-6 402	AE 255	KG KW	255 (26)	255 (26)	245 (25)	235 (24)		370-490 (38-50)	25	1 a	1,5a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 403		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 404 F-6 405	AE 285	KG KW	285 (29)	285 (29)	275 (28)	265 (27)		400-520 (41-53)	24	1,5a	2 a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 406		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 407 F-6 408	AE 315	KG KW	315 (32)	315 (32)	305 (31)	295 (30)	(1)	440-560 (45-57)	23	2 a	2,5a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 409		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 410 F-6 411	AE 355	KG KW	355 (36)	355 (36)	345 (35)	325 (33)		490-630 (50-64)	22	2 a	3 a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 412		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 413 F-6 414	AE 390	KG KW	390 (40)	380 (39)	375 (38)	355 (36)		510-650 (52-66)	20	2,5a	3,5a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 415		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 416 F-6 417	AE 420	KG KW	420 (43)	410 (42)	400 (41)	380 (39)		540-680 (55-69)	19	2,5a	3,5a	X-Y Y-X	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	44 (4,4) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 418		KT										X-Y Y-X	— —	— —	56 (5,6) 32 (3,2)	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)
F-6 419 F-6 420	AE 460	KG KW	460 (47)	450 (46)	440 (45)	420 (43)		570-720 (58-73)	17	3 a	4 a	X-Y Y-X	52 (5,2) 32 (3,2)	48 (4,8) 32 (3,2)	44 (4,4) 28 (2,8)	40 (4,0) 24 (2,4)	40 (4,0) 16 (1,6)	— —	— —	— —
F-6 421		KT										X-Y Y-X	— —	— —	48 (4,8) 32 (3,2)	44 (4,4) 32 (3,2)	40 (4,0) 28 (2,8)	36 (3,6) 24 (2,4)	32 (3,2) 20 (2,0)	28 (2,8) 16 (1,6)

Nota: Los valores en kgf/mm² y en kgfm (entre paréntesis) se dan a título indicativo.
(1) Para los espesores de 70 a 100 mm los valores deben convenirse en el pedido.
(2) a = Espesor de la probeta.
(3) Probeta X(Z) = probeta longitudinal. Probeta Y(Z) = probeta transversal.
(4) Probeta X-Y = probeta longitudinal. Probeta X-Y = probeta transversal.

Designación según UNE 36 009			Aplicable a		Características mecánicas														Composición química	
					Tracción temperatura ambiente			Límite elástico en caliente	Doblado simple	Energía de rotura por flexión KV (longitudinal y transversal)										
										Temperatura de ensayo °C (2)										
Simbólica		Numérica	Productos planos	Perfiles y barras	Re	R	A	(1)	(1)	+20	+10	0	−10	−20	−30	−40	−50	Colada	Producto (1)
Tipo	Grado																		
AE 255	K G	F-6 401	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 402	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 403	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 285	K G	F-6 404	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 405	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 406	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 315	K G	F-6 407	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 408	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 409	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 355	K G	F-6 410	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 411	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 412	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 390	K G	F-6 413	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 414	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 415	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 420	K G	F-6 416	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 417	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 418	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
AE 460	K G	F-6 419	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
	K W	F-6 420	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
	K T	F-6 421	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X

(1) Solo se comprobará si así se indica expresamente en el pedido.
(2) En el pedido se indicará una de estas temperaturas a la que se comprobará la energía rotura por flexión así como si la probeta en productos planos de transversal.

[0.6.10]

niobio, vanadio, titanio, cromo, níquel, molibdeno, cobre y nitrógeno lo que permite recoger la gran variedad de aceros microaleados existentes con una combinación limitada de estos elementos. Por acuerdo en el pedido se puede limitar el carbono equivalente.

La energía absorbida en el ensayo de flexión por choque se define para + 20 °C, 0 °C, −10 °C y −20 °C para los grados *KG* (49 J a −20 °C) y hasta −50 °C (27 J) para los grados *KT;* si bien los valores se garantizan para todas las temperaturas, la verificación sólo se realiza para una temperatura, elegida por el cliente, o a la menor de la gama si éste no indica temperatura específica.

— **Aceros de perlita reducida.** Dentro de los aceros de estructura perlítica se han desarrollado los aceros de estructura de perlita reducida, para bandas laminadas en continuo, en caliente o en frío.

Para conseguir un bajo contenido en perlita, el carbono se debe reducir a niveles inferiores al 0,12 por 100. El endurecimiento de la matriz perlítica se consigue mediante la precipitación de nitruros y carburos de los elementos microaleantes tales como niobio, vanadio o titanio.

Las condiciones de laminación – temperaturas y reducciones – son de gran importancia ya que condicionan la formación, la distribución y la morfología de los precipitados.

Con estos aceros se pueden conseguir límites elásticos entre 300 y 600 MPa laminados en frío y recocidos (con recristalización completa).

Por laminación en frío y una recristalización parcial, se pueden obtener bandas con límites elásticos hasta 800 MPa pero este aumento del límite elástico lleva aparejado un incremento de la acritud de la chapa.

El desarrollo de las técnicas de laminación controlada ha permitido la fabricación de estos aceros de alto límite elástico con una buena aptitud al soldeo. Con una misma composición química se pueden conseguir mayores límites elásticos que con los aceros normalizados o bien para un mismo nivel de resistencia se pueden disminuir los contenidos en carbono o en elementos de aleación.

Estos aceros tienen su aplicación más generalizada en perfiles conformados en frío, como son los utilizados en la industria de automoción para las estructuras básicas de los vehículos.

Las normas UNE 36-122 y 36-123 que recogen estos aceros se han publicado recientemente y en ellas se definen los tipos de acero indicados en [0.6.11]

UNE 36-123 banda laminada en caliente	*UNE 36-122 banda laminada en frío*
AE 275 HC	AE 275 HF
AE 340 HC	AE 335 HF
AE 390 HC	AE 390 HF
AE 440 HC	AE 430 HF
AE 490 HC	
AE 560 HC	

[0.6.11]

— **Aceros con estructuras bainítica y martensítica.** Ya se ha indicado que con los aceros perlíticos no se puede superar el límite de los 550 MPa. Para conseguir límites elásticos superiores a este valor se deben obtener aceros con estructuras diferentes: bainíticas o martensíticas.

Estas estructuras se consiguen mediante un enfriamiento rápido del acero desde las temperaturas de austenitización y mediante la adición de los elementos de aleación que modifiquen las curvas de transformación (curvas TTT o curvas de la S) que permitan una estructura estable a la temperatura ambiente.

Para obtener una estructura totalmente bainítica, los elementos más ampliamente utilizados son el manganeso (contenidos del orden del 2 por 100), el cromo, el molibdeno y, sobre todo, el boro.

Se pueden obtener aceros con estructura totalmente bainítica con límites elásticos mínimos entre 550 MPa y 600 MPa suministrados normalizados o normalizados y revenidos.

Para conseguir límites elásticos superiores a 600 MPa es preciso acudir a los aceros de estructura martensítica revenida obtenidos por temple. Para ello, es preciso la adición de elementos de aleación,

como el níquel, el cromo o el boro, que mejoran la templabilidad del acero, y la de molibdeno y vanadio que favorecen la formación de elementos endurecedores.

Por último, se pueden conseguir aceros de alto límite elástico, por endurecimiento estructural por precipitación, mediante la adición fundamentalmente, de cobre (entre 1 y 1,5 por 100) y de otros elementos como niobio, níquel, cromo y molibdeno. Estos aceros, que son, en general, muy bajos en carbono (inferior a 0,08 por 100), presentan límites elásticos de 500 a 550 MPa en estado bruto de laminación o normalizados y, con un tratamiento de envejecimiento, pueden alcanzar los 600/700 MPa.

No existen normas UNE en las que se definan estos tipos de acero no estando, por el momento, prevista su elaboración.

0.6.3. ACEROS CON RESISTENCIA MEJORADA A LA CORROSION ATMOSFERICA

Estos aceros, que se definen en la norma UNE 36-082, se corresponden con los denominados en la terminología inglesa **weathering steel,** o en la terminología francesa como **aciers patinables.**

La adición de cobre mejora la resistencia a la corrosión atmosférica mediante la formación de una capa de óxido de hierro enriquecido en cobre, que es muy adherente, compacta, poco permeable y que impide, transcurridos algunos meses, que progrese la oxidación a capas más profundas. En las estructuras construidas con estos aceros puede prescindirse de la aplicación de pinturas protectoras lo que supone un ahorro en la instalación y mantenimiento.

Otros elementos, como el fósforo, el silicio, el cromo o el níquel también contribuyen a la mejora de la resistencia a la corrosión.

La norma UNE define dos tipos para estos aceros, como es tradicional caracterizados por su nivel de resistencia: AE 235-W y AE 355-W (la W siguiendo la nemotecnia inglesa, identifica la cualidad de resistentes a la corrosión atmosférica), que son dos de los tres niveles de resistencia definidos en la norma UNE 36-080 para los aceros de uso general.

Para cada tipo se establecen los grados *B, C* y *D,* definidos con los mismos criterios que para los aceros de uso general, es decir, por un nivel de energía de rotura por flexión 27 J a +20 °C, 0 °C y −20 °C, respectivamente.

Los aceros del tipo AE 235-W son aceros con adiciones de *Cu* (0,25 a 0,50 por 100) y con los elementos de aleación cromo y níquel mientras que para los aceros del tipo AE 355-W se establecen dos subfamilias:

— aceros con fósforo y cobre y con adiciones de *Cr* y *Ni;* por razones de soldabilidad se limita su fabricación a espesores inferiores a 15 mm;
— aceros con adiciones de cobre y con elementos de adición *Cr-Ni-Mo* y eventualmente el circonio.

Dada la pérdida de peso de estos aceros, que está condicionada por el tiempo de exposición y por las condiciones climáticas, se deben sobredimensionar los productos según las reglas expresadas por el fabricante. Este sobreespesor puede variar desde 1,5 mm para largas exposiciones (p.e. 50 años) y condiciones climáticas muy severas, y 0,8 mm para exposiciones inferiores (p.e. 25 años) y condiciones atmosféricas poco agresivas.

La Euronorma 155 está siendo revisada para su transformación en EN 10 155. En consecuencia, la norma UNE 36-082 será modificada para adoptar dicha Norma Europea.

0.6.4. ACEROS CON PROPIEDADES GARANTIZADAS EN EL SENTIDO DEL ESPESOR

Estos aceros han sido requeridos inicialmente para la construcción de plataformas marinas de perforación (plataformas «off shore»), aunque el desgarro laminar es tan antiguo como la propia soldadura. Han recibido distintos nombres como **aceros resistentes al arranque laminar** o **chapas Z** (por ser Z la letra asignada a la dirección del espesor en sistema triaxial de designación; UNE 7-333).

Con los aceros tradicionales se observó un excesivo número de casos en los que las ten-

siones creadas por las estructuras tubulares soldadas producían la rotura de las chapas de soporte por «despegue», como si la chapa estuviera constituida por capas o láminas; de ahí su denominación de resistentes al **despegue lamelar**.

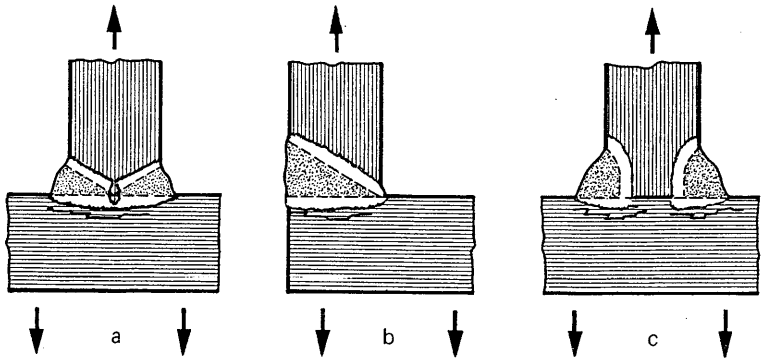
La rotura laminar se produce cuando se realizan uniones en *T*, en cruz o en ángulo, en las zonas en las que el cordón de soldadura es paralelo a una de las chapas soldadas y las tensiones de tracción actúan en sentido perpendicular a las caras laminadas de la chapa.

Generalmente se manifiesta como una grieta escalonada paralela a la superficie de la chapa [0.6.12]

El estudio de la mecánica de rotura de estas estructuras permitió atribuir la causa principal a la existencia de inclusiones en el acero, en forma plana por efecto de la laminación, que dan lugar a una disminución de la ductilidad en el sentido del espesor [0.6.13]

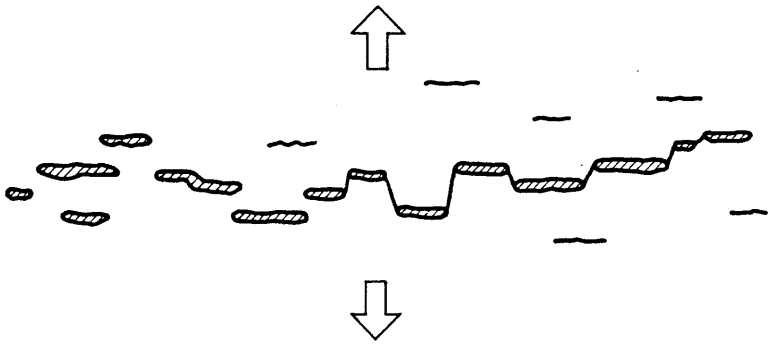
Aunque en el riesgo de la rotura laminar tiene una importancia decisiva el proyecto y el tipo de unión, nos limitaremos a analizar la influencia del material y las condiciones que deben cumplir los aceros para disminuir estos riesgos de rotura.

Como ya se ha indicado, la causa fundamental debe buscarse en la naturaleza, morfología y cantidad de las inclusiones por lo que la disminución de éstas mejorará la calidad del acero. Siendo las inclusiones de sulfuros las más frecuentes, una dis-



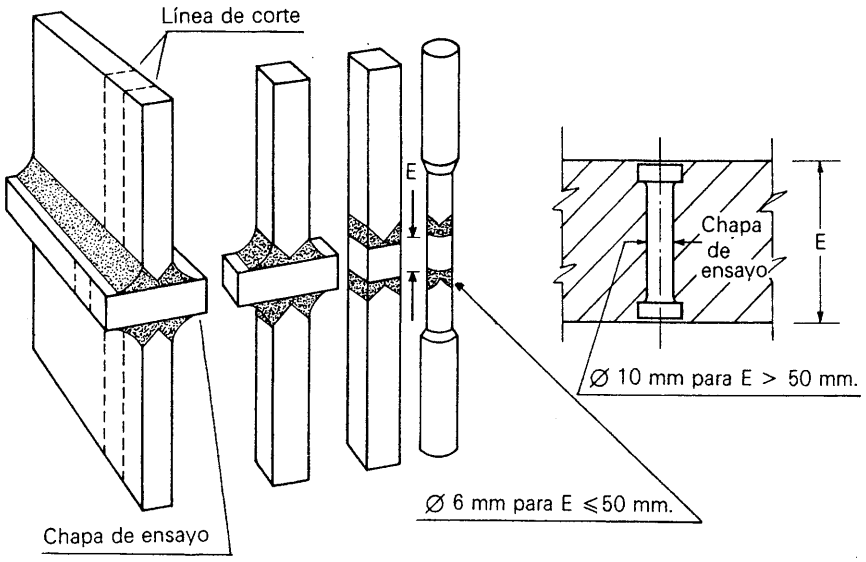
Esquema de desgarro laminar en soldaduras:
a) En T con penetración total.
b) En ángulo con penetración total.
c) En T soldado a tope.

[0.6.12]



Esquema de la formación del desgarro laminar.

[0.6.13]



Esquema de preparación de las barretas de ensayo.

[0.6.14]

minución del contenido de azufre, a niveles inferiores a 0,020 ó a 0,015 por 100, mejora las condiciones del acero.

Las técnicas de la metalurgia en cuchara (agitación y vacío) han contribuido a disminuir el contenido en inclusiones y las técnicas de control de laminación y la adición de elementos, como el calcio o el circonio, permiten controlar la naturaleza y morfología de las inclusiones para obtener inclusiones de tipo globular y poco plásticas a las temperaturas de laminación.

Este conjunto de medidas contribuyen a mejorar la ductilidad de los aceros en el sentido del espesor y a disminuir el riesgo de rotura laminar.

Para medir esta resistencia al arranque lamelar se ha definido como característica de referencia la estricción obtenida en un ensayo de tracción sobre una probeta obtenida en sentido del espesor de la chapa [0.6.14]

La norma UNE 36-083, que recoge las prescripciones especiales de este tipo de acero, establece tres niveles de estricción designados como *Z-15, Z-25* y *Z-35,* con los valores indicados en [0.6.15]

Grado	*Valor medio (1)* V_e	*Valor individual* V_{min}
Z 15	15 %	10 %
Z 25	25 %	15 %
Z 35	35 %	25 %
(1) Media de tres ensayos.		

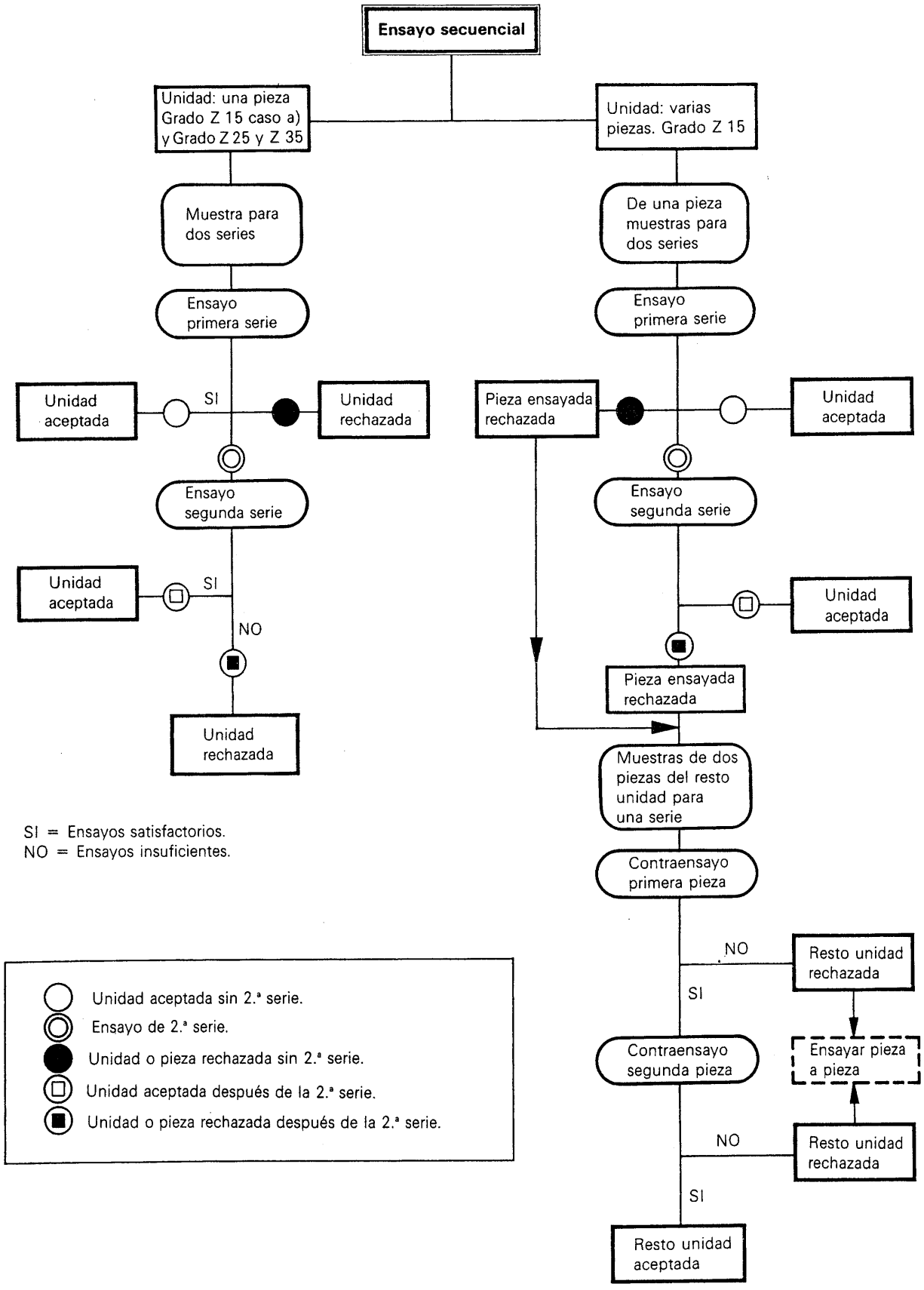
[0.6.15]

Dada la dispersión de los resultados se define este ensayo como secuencial [0.6.16]

En cuanto a las propiedades de tracción y de energía de rotura por flexión no se establecen nuevos tipos y grados siendo aplicables los valores definidos en las otras normas, por ejemplo, la UNE 36-080.

En este sentido la norma UNE 36-083 puede considerarse que establece requisitos complementarios.

La EU 164 va a ser revisada y, en consecuencia la UNE 36-083 será modificada para adoptar la futura Norma Europea EN 10 164.


Ensayo secuencial
Unidad: una pieza Grado Z 15 caso a) y Grado Z 25 y Z 35
Unidad: varias piezas. Grado Z 15
Muestra para dos series
De una pieza muestras para dos series
Ensayo primera serie
Ensayo primera serie
Unidad aceptada
SI
Unidad rechazada
Pieza ensayada rechazada
Unidad aceptada
Ensayo segunda serie
Ensayo segunda serie
Unidad aceptada
SI
Unidad aceptada
NO
Pieza ensayada rechazada
Unidad rechazada
Muestras de dos piezas del resto unidad para una serie
Contraensayo primera pieza
NO
Resto unidad rechazada
SI
Contraensayo segunda pieza
Ensayar pieza a pieza
NO
Resto unidad rechazada
SI
Resto unidad aceptada
SI = Ensayos satisfactorios.
NO = Ensayos insuficientes.
Unidad aceptada sin 2.ª serie.
Ensayo de 2.ª serie.
Unidad o pieza rechazada sin 2.ª serie.
Unidad aceptada después de la 2.ª serie.
Unidad o pieza rechazada después de la 2.ª serie.

[0.6.16]

0.6.5. ACEROS RECUBIERTOS

Las bandas recubiertas de elementos metálicos como el cinc o de capas de materiales plásticos (bandas prepintadas) están teniendo aplicaciones crecientes en la construcción con acero, generalmente en forma de productos conformados en frío, a partir de bandas laminadas, en frío o en caliente, como perfiles o chapas onduladas o perfiladas.

La mayor protección a la corrosión que ofrecen los productos recubiertos aconseja su utilización en una gran cantidad de aplicaciones. Si bien el acabado de los productos con recubrimientos metálicos no permite eliminar el pintado posterior, la utilización de productos recubiertos, disminuye los gastos de esta protección adicional y los de mantenimiento posterior a la instalación.

La industria siderúrgica ha desarrollado varios tipos de recubrimientos metálicos desde el tradicional recubrimiento de cinc (por inmersión – chapa galvanizada – o por electrolisis – chapa electrocincada –) hasta aleaciones complejas de cinc-aluminio y cinc-aluminio-cromo.

Los perfiles recubiertos tienen una amplia aplicación en las industrias de automoción y electrodomésticos, consideradas éstas incluidas en la construcción con acero en su más amplio sentido.

En el caso particular de la edificación, es la chapa galvanizada la más utilizada, en especial en las construcciones industriales, en carpintería metálica, marcos, ventanas, o en amplias superficies de protección, cerramientos, tejados, conducciones de aire acondicionado, etc.

Las normas UNE recogen tres tipos de bandas para estas aplicaciones:

— bandas galvanizadas de tipo embutición (UNE 36-130) para aquellas aplicaciones sin exigencias estructurales;
— bandas galvanizadas de tipo estructural (UNE 36-137);
— bandas electrocincadas (UNE 36-135).

Por último las bandas prepintadas por su acabado decorativo tienen su aplicación en cerramientos exteriores.

0.6.6. ACEROS INOXIDABLES

Estos aceros, por sus cualidades decorativas, resistencia a la corrosión y fácil mantenimiento, tienen una amplia aplicación en muros cortina, marcos de ventana y tejados. En los últimos años se han desarrollado nuevas aplicaciones y tecnologías de conformado que permiten su uso en paredes exteriores y tuberías de conducciones de agua.

Las principales características de los aceros inoxidables son:

— resistencia a la corrosión;
— facilidad de limpieza lo que permite reducir los costos de mantenimiento;
— diversidad de acabados: pulido, estampado, grabado coloreado lo que lo hace especialmente apto como material decorativo;
— bajo coeficiente de dilatación térmica;
— baja conductividad térmica en comparación con otros metales utilizados en la construcción.

En la norma UNE 36-016 se definen distintos tipos de acero que son aplicables en la edificación. Su utilización depende fundamentalmente del grado de agresividad del ambiente en que están instalados.

La norma UNE 36-016 ha sido revisada en 1989 y se ha dividido en dos partes, la primera dedicada a productos largos y la segunda a productos planos. También se ha revisado la norma 36-087/4 que recoge los aceros para calderas. Estas revisiones coinciden con las Euronormas 88/1, 88/2 y 88/3. Esta prevista la transformación de estas euronormas en Normas Europeas pero ofrece algunas dificultades para alcanzar un acuerdo a nivel europeo.

El tipo más ampliamente utilizado es el F-3507 (AISI-302) que es un acero austenítico que por sus contenidos medios en cromo (18 por 100) y níquel (8 por 100) es comúnmente conocido como acero 18-8. También pueden utilizarse los aceros F-3504

(AISI-34) que ofrece mejores características de soldabilidad, o el F-3517 (AISI-301). que pueden considerarse variantes del anterior.

Para ambientes muy agresivos (ambiente marino o industrial) es más aconsejable el acero F-3534 (AISI-316) con adiciones de molibdeno.

Más económico que los anteriores, pero con menor resistencia a la corrosión, es el acero F-3113, acero ferrítico, con aleación de cromo (17 por 100) y sin aleación de níquel, recomendado para aplicaciones decorativas interiores.

0.6.7. ACEROS PARA TORNILLOS

No existen normas UNE para tornillos y tuercas empleados en construcción metálica. Las normas del antiguo Ministerio de la Vivienda MV 106 y MV 107 de 1968 son los únicos documentos existentes en la normativa española que definen las características de estos elementos de unión.

La norma MV 106 define los tornillos, ordinarios y calibrados, de los tipos A 4t y A 5t, es decir, de resistencias a la tracción comprendidas entre 330 y 540 MPa y entre 490 y 690 MPa [0.6.17]

Los tornillos de alta resistencia se definen en la norma MV-107 y corresponden a los tipos A 6 t (sólo para tuercas), A 8 t (para tuercas y tornillos) y A 10 t (sólo para tornillos). Los números empleados para su designación corresponden a los valores mínimos de la resistencia a la tracción garantizada (letra A) divididos por 10 en [0.6.18] y [0.6.19] se indican las características mecánicas y composición química de estos tipos de aceros.

Las normas UNE 36-032 y UNE 36-034 definen los aceros utilizados en la fabricación de tornillería, pero las características en ellas recogidas corresponden a las del alambrón utilizado en la fabricación de los tornillos y no a las características finales de estos elementos de unión.

En consecuencia debería abordarse con carácter urgente la elaboración de las normas UNE que establecieran las características de los aceros y de los distintos tipos de tornillos utilizados en la construcción con acero ya que representa una de las pocas lagunas existentes en la normalización de los productos utilizados en esta actividad.

ACERO DE LOS TORNILLOS

Clase de tornillos y sus tuercas	*Tipo de acero de productos a unir*	*Tipo de acero de los tornillos*	*Resistencia a tracción δR mínima máxima kg/mm²*	*Límite de fluencia δF mínima kg/mm²*	*Alargamiento de rotura δ mínima %*	*Dureza Brinell Diámetro de la huella mm*
Ordinarios	A 37 A 42	A4t	34 a 55	21	25	5,93 a 4,74
Calibrados	A 37 A 42	A4t	34 a 55	21	25	5,93 a 4,74
	A 52	A5t	50 a 70	28	22	4,96 a 4,21

El número que designa el acero es indicativo de su resistencia a tracción. La cifra de la dureza Brinell es solamente orientativa.

[0.6.17]

Tipo del acero	*Resistencia a tracción* σ_R *mín. máx.* kg/mm^2	*Límite elástico convencional* σ_F *mín.* kg/mm^2	*Alargamiento de rotura* δ_R *mín.* %	*Resiliencia a 20 °C* ϱ *mín.* $kg\ m/cm^2$	*Dureza Brinell*	*Utilización*
A 6 t	60 a 80	54	12	4	175 a 235	Sólo tuercas
A 8 t	80 a 100	64	12	7	235 a 295	Tornillos y tuercas
A 10 t	100 a 120	90	8	5	295 a 350	Solo tornillos
El número que designa el acero es indicativo de su mínima resistencia a tracción. La cifra de la dureza Brinell es solamente orientativa.						

[0.6.18]

Tipo del acero	*C* %	*P* %	*S* %	*Cr + Ni + Mo* %	*Colada recomendada*
A 6 t	0,25 a 0,50	< 0,065	< 0,055	—	Martin, calmado
A 8 t	0,30 a 0,50	< 0,045	< 0,045	—	Martin, calmado - horno eléctrico
A 10 t	< 0,50	< 0,035	< 0,035	> 0,90	Martin, calmado - horno eléctrico

[0.6.19]

0.6.8. CALIDAD SUPERFICIAL DE LOS PRODUCTOS DE ACERO

Antes de finalizar el capítulo destinado a la calidad de los aceros utilizados en la construcción debe hacerse mención a la norma EN 10 163 (UNE 36-040) sobre calidad superficial que recoge las dimensiones máximas (profundidad y extensión) de los defectos superficiales admisibles en los suministros de todos los productos utilizados en la construcción (chapas, bandas, perfiles y barras). Se ha dividido en tres partes que recogen las prescripciones para cada uno de estos productos. La parte 2, relativa a los productos planos, coincide sensiblemente con la norma UNE 36-040 de 1985, ampliándose en su parte 3 a los productos largos.

0.7. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELECCION DE LOS ACEROS

La elección de un tipo de acero para la realización de una construcción metálica es esencialmente función de las características mecánicas definidas para cada tipo, es decir:

— el límite elástico que condiciona la resistencia a los esfuerzos,
— el módulo de elasticidad que determina las deformaciones en la zona elástica, y
— el alargamiento que determina la capacidad de adaptación plástica del material.

El proyectista dispone de tres niveles del límite elástico (235, 275 y 355 MPa) pero de un sólo nivel del módulo elástico (210.000 MPa). El constructor debe hacer un análisis detallado

de las condiciones de los esfuerzos y las deformaciones a las que estará sometida la obra durante el montaje y durante el servicio para hacer la mejor elección, técnica y económica.

En particular, debe estudiar la conveniencia de combinar varios tipos de acero, tanto en la estructura, por ejemplo pilares del tipo AE 275 en los pisos inferiores y AE 235 en los superiores, como para constituir vigas híbridas con alas de AE 355 y alma AE 275.

Las estructuras con acero pueden estar sometidas al calor bien accidentalmente, en el caso de incendios, o bien de una forma sistemática durante el servicio.

El problema de la estabilidad al fuego de las estructuras es objeto de un análisis específico en el Tomo 1 de esta obra. Sin embargo, el análisis de las medidas de prevención contra el fuego debe realizarse desde el proyecto de la obra para evitar medios de protección caros y a menudo superfluos.

En caso de exposición sistemática al calor, en especial en construcciones industriales, deben tenerse en cuenta las variaciones de las características con la temperatura.

La norma UNE 36-080, que define los aceros de uso general, no establece ninguna garantía de las características en caliente por lo que no deben utilizarse en este tipo de construcciones, debiendo acudir a los aceros de los grados KW de la norma UNE 36-081, o a los aceros definidos en la norma UNE 36-087 aceros para calderas.

Para temperaturas hasta 350 °C, no es preciso considerar el fenómeno de deformación plástica, pero se debe tener en cuenta la disminución del límite elástico cuando se eleva la temperatura.

A título meramente indicativo, se recogen en [0.7.1] los factores de corrección del límite elástico a temperatura ambiente, en función de la temperatura.

Para temperaturas superiores a 350 °C, las tensiones reales se deben mantener inferiores a las que provocan un alargamiento por fluencia entre 0,5 y 1 por 100.

Para las temperaturas superiores a la ambiente se debe considerar igualmente la disminución del módulo elástico con la temperatura.

En el caso de construcciones que estén sistemáticamente sometidas a cargas cíclicas es preciso tener en cuenta los fenómenos de fatiga.

Ya se ha indicado en el apartado 0.5.5, que cuando un elemento está sometido a esfuerzo triaxial presenta el riesgo de rotura frágil.

La norma UNE 76-001 establece los criterios para la elección de los grados de acero de uso general definidos en la norma UNE 36-080.

La norma UNE 76-001 data de 1976 y está basada en la norma UNE 36-080 de 1973. Al haber sido revisada esta última en 1985 y 1989 deberá revisarse la primera. No obstante, los criterios establecidos siguen siendo, en general, válidos ya que los grados de acero se mantienen y solamente se ha suprimido el tipo A-42.

La citada norma UNE 76-001 indica que los parámetros que influyen en la rotura frágil son:

— estado de tensiones;
— importancia de la pieza;
— temperatura;
— espesor del material;
— deformaciones en frío.

En función de estos parámetros se establecen cinco escalones de clasificación del riesgo de rotura frágil [0.7.2]

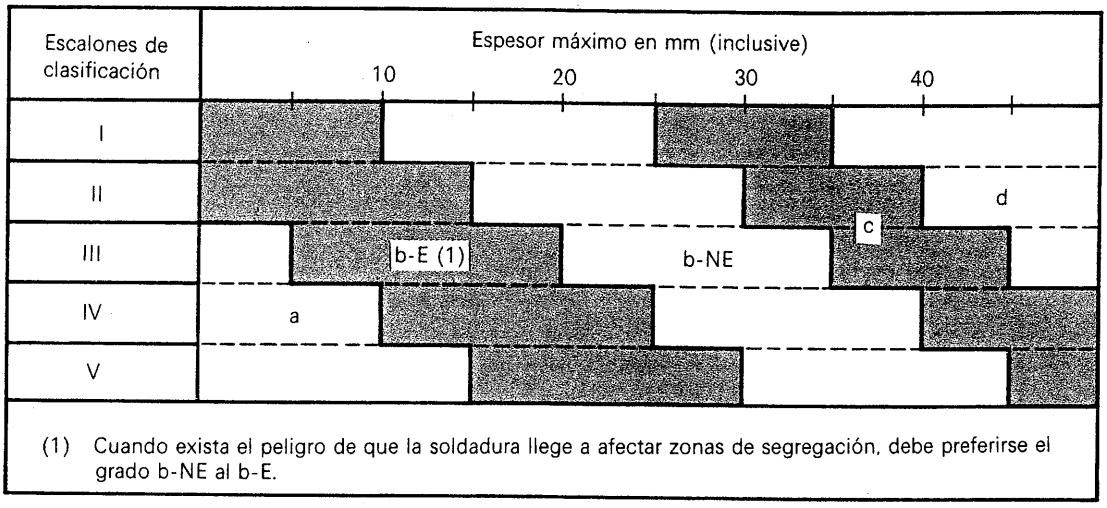
Definido así el nivel de riesgo, puede obtenerse en [0.7.3] el grado de acero que debe utilizarse, en función del espesor del elemento.

Temperatura	*100 °C*	*100 °C*	*150 °C*	*200 °C*	*250 °C*	*300 °C*	*350 °C*
Factor de corrección	1	0,9	0,85	0,81	0,70	0,63	0,59

[0.7.1]

Estado de tensiones	*Importancia de la pieza*	*Tipo de tensiones en el estado normal de servicio*			
		Comprensión		*Tracción*	
		Temperatura			
		Hasta −10 °C	*Desde −10 °C Hasta −30 °C*	*Hasta −10 °C*	*Desde −10 °C Hasta −30 °C*
Elevado	1.er Orden	IV	III	II	I
	2.° Orden	V	IV	III	II
Medio	1.er Orden	V	IV	III	II
	2.° Orden	V	V	IV	III
Bajo	1.er Orden	V	V	IV	III
	2.° Orden	V	V	V	IV

[0.7.2]



[0.7.3]

Como ya se ha indicado, la soldadura puede aumentar el riesgo de rotura frágil, ya que, por una parte se pueden producir nuevos defectos – sean estos geométricos (acuerdos agudos, faltas de pentración, etc.) o defectos metalúrgicos (grietas) – o agravar los ya existentes en el acero. Por otra, la continuidad metálica entre diferentes elementos puede facilitar la propagación de una posible rotura; las roturas que puedan iniciarse en la soldadura se propagan en general al acero base.

Los procedimientos de soldeo pueden disminuir la resistencia a la rotura frágil en las zonas afectadas térmicamente *(ZAT)* y los defectos existentes en la junta soldada pueden dar lugar a una rotura frágil. Los riesgos se atenúan con una correcta ejecución de la soldadura y si se cumplen las siguientes condiciones:

— los defectos en la soldadura no sobrepasan un determinado nivel;
— las energías de soldeo son adecuadas;
— no se emplea la soldadura con un solo cordón

con espesor superior a 10 mm o en el caso de que existan solicitaciones dinámicas;
— no se emplea la soldadura con dos pasadas si el espesor es superior a 20 mm;
— las temperaturas de servicio son inferiores a −60 °C.

En consecuencia, la ejecución del grado del acero tiene una importancia fundamental en el conjunto soldado.

Se han realizado numerosos intentos de valorar cuantitativamente todos los factores que influyen en la rotura frágil y de establecer una correlación entre esta valoración y la energía de rotura por flexión o la temperatura de transición. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta la fecha son simplemente empíricos y la gran cantidad de hipótesis sobre la influencia de los numerosos factores que deben tenerse en cuenta han dado como resultado unas fórmulas de correlación muy complejas.

La elección de los grados de acero deberán pues hacerse en función de resultados experimentales y aplicando los criterios establecidos reglamentariamente.

0.8. CONSIDERACIONES SOBRE EL CONTROL DE LA CALIDAD

Ya se ha indicado que la norma MV-103 (1972) establece en su apartado 2.7 que la resistencia de cálculo del acero depende del grado de confianza que ofrecen los parámetros que definen el acero – fundamentalmente el límite elástico – y establece distintos valores para esta características en función de que el límite elástico esté certificado o no.

La norma UNE 36-007 (actualmente en revisión), sobre condiciones técnicas de suministro de los productos de acero, establece los tipos de inspección de aceptación de los productos y los tipos de certificados que pueden derivarse de dichas inspecciones.

En la revisión de la UNE 36-007 (EN 10 027) se ha desglosado el capítulo relativo a los certificados de inspección, que será objeto de una norma independiente; la UNE 36-801 (EN 10 204).

En [0.8.1] se resumen las distintas modalidades establecidas en la norma UNE 36-801, así como los tipos y contenidos de cada uno de los documentos.

El sistema de Marcas y Sellos de Conformidad, que debe potenciarse por sus indiscutibles ventajas, puede ser un camino que sirva para vencer las reticencias de ciertos consumidores para confiar plenamente en las inspecciones realizadas por el servicio de calidad de la fábrica productora.

Este sistema que está implantado en prácticamente todos los países industrializados se basa fundamentalmente en:

— el control interno del fabricante;
— la supervisión periódica y sistemática de este control realizada por un Organismo de Certificación reconocido.

En la Europa comunitaria se está estudiando la forma de establecer los sistemas que permitan que la Certificación realizada en un país sea reconocida en los restantes países comunitarios, de forma que no sea necesario realizar una nueva certificación en cada uno de ellos. Esto facilitaría la eliminación de barreras extraarancelarias que entorpecen la libre circulación de productos estipulada en los tratados de la Comunidad. La implantación de este sistema sería un paso intermedio, previo para la implantación de un sistema único de certificación a nivel europeo.

Designación convencional normalizada	*Documento*	*Tipo de inspección*	*Contenido del documento*	*Condiciones del suministro*	*Documento firmado por*
2.1	Testificación de conformidad con el pedido	no específica	No se recogen los resultados de los ensayos	De acuerdo con las especificaciones del pedido y, si procede, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas que sean aplicables.	El fabricante
2.2	Testificación de inspección	no específica	Se incluyen los resultados de ensayos realizados sobre productos que no tienen, necesariamente que ser los suministrados, pero que han sido fabricados con el mismo proceso.		
2.3	Testificación de inspección específica	específica	Se incluyen los resultados de los ensayos sobre productos realmente suministrados o pertenecientes a una unidad de inspección de la cual forman parte los productos enviados.		
3.1.A	Certificado de inspección 3.1.A			De acuerdo con los reglamentos oficiales o con las reglas técnicas aplicables.	El inspector designado por los reglamentos oficiales.
3.1.B	Certificado de inspección 3.1.B			De acuerdo con las especificaciones del pedido y, si procede, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas aplicables.	El representante autorizado del fabricante.
3.1.C	Certificado de inspección 3.1.C			De acuerdo con las especificaciones del pedido.	El representante autorizado del comprador.
3.2	Acta de inspección 3.2			De acuerdo con las especificaciones del pedido.	El representante autorizado del fabricante y el representante autorizado del comprador.

[0.8.1]

0.9. LOS PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION CON ACERO

La gran variedad de productos empleados en la construcción con acero, podemos clasificarlos siguiendo la norma UNE 36-501 en:

— productos largos;
— productos planos.

Los primeros a su vez pertenecen a dos grandes familias. Los perfiles estructurales laminados en caliente [0.9.1] y los perfiles conformados en frío a partir de banda laminada en caliente [0.9.2]

Es de destacar la práctica total sustitución de los perfiles de caras inclinadas (IPN) por los perfiles de caras paralelas (IPE y H) al menos en la gama de mayores alturas ([1]).

Los productos planos son:

— chapa gruesa
— banda

(1) Las normas de perfiles estructurales están actualmente en revisión, sin embargo, no existe acuerdo a nivel internacional sobre cuál debe de ser la serie más económica que debe sustituir las series actualmente normalizadas.

Tipo de producto				*Norma UNE*
Perfiles estructurales ($h \geqslant 80$ mm)	Perfil de caras inclinadas	Perfil I normal	IPN	36-521 (1972)
		Perfil U normal	UPN	36-522 (1972)
	Perfil de caras paralelas	Perfiles IPE	Alas estrechas y medias ($b \leqslant 0{,}66\ h$)	36-526 (1972)
			Alas anchas ($0{,}66\ h < b \leqslant 0{,}80\ h$)	—
		Perfiles H $b \geqslant 0{,}80\ h$ ó $b \geqslant 300$ mm	serie normal HEB	36-527 (1973)
			serie reforzada HEM	36-529 (1975)
			serie aligerada HEA	36-528 (1975)
Perfiles comerciales ($h < 80$)	Perfil U comercial			36-525 (1972)
	Angular de lados iguales			36-531 (1972)
	Angular de lados desiguales			36-532 (1972)
	Perfil T			36-533 (1973)
	Perfiles especiales (asimétricos, tablestacas, etc.)			—
Barras	Redondo			36-541 (1976)
	Cuadrado			36-542 (1976)
	Barras rectangulares de canto vivo			36-543 (1980)
	Hexagonal			36-547 (1976)
	Barras especiales			—

[0.9.1]

Tipo de producto			*Norma UNE*
Perfiles cerrados	Perfiles huecos (tubos)	Redondos	36-337 (1977)
		Cuadrados	
		Rectangulares	
Perfiles abiertos	Perfil LF		36-571 (1979)
	Perfil UF		36-572 (1980)
	Perfil CT		36-573 (1979)
	Perfil NF		36-574 (1979)
	Perfil OF		36-575 (1979)
	Perfil ZF		36-576 (1979)

[0.9.2]

- en bobina
- en chapa cortada

— banda conformada (ondulada, perfilada, etc.).

La nomenclatura de los productos se ha ido modificando con la evolución de los procesos de fabricación.

El nombre genérico de chapa designa un producto plano, no enrollado, de anchura igual o superior a 600 mm.

Tradicionalmente la chapa se ha dividido en:

— chapa gruesa: de espesor igual o superior a 4,75 mm.
— chapa media: de espesor entre 4,75 mm y 6 mm.
— chapa fina: de espesor igual o inferior a 3 mm

y respondía a una clasificación bien definida entre los métodos de producción: la chapa gruesa en los grandes trenes reversibles; la chapa media y fina obtenida por corte de bandas procedentes de los trenes continuos. Las bandas en frío se obtenían, generalmente en espesores inferiores a 3 mm.

Los trenes continuos han aumentado su techo, generalmente hasta los 12 mm, si bien en algunas instalaciones se han laminado bandas de 15 mm.

La norma UNE 36-501 ha establecido la siguiente nomenclatura:

Chapa: producto plano de anchura igual o superior a 600 mm.

Banda: producto plano de anchura igual o superior a 600 mm obtenido en un tren continuo o semicontinuo. Una banda puede presentarse bien en forma arrollada **(bobina)** o en paquetes de **chapa cortada**.

Fleje: producto plano de anchura inferior a 600 mm que puede presentarse en bobinas o en trozos cortados (fleje en tiras).

Para completar los productos planos debemos citar el **plano ancho** que es el obtenido sin dejar libre la deformación de los bordes.

Por último, debemos incluir los productos obtenidos en caja cerrada, que por obtenerse en los trenes de perfiles, se clasifican entre los productos largos con el nombre de barras rectangulares.

0.10. NORMATIVA SOBRE LOS ACEROS DE CONSTRUCCION

Cuando se utiliza el término normativa se presenta con frecuencia una ambigüedad sobre su significado.

Entendiendo por normativa cualquier documento que defina las características de un producto, o especifique un método (de ensayo, de cálculo, etc.), la normativa puede tener, dentro del ámbito nacional dos fuentes principales:

— la emanada del organismo nacional de normalización, que elabora las normas UNE;
— la emanada de la Administración Pública.

La aplicación de las normas UNE, salvo las excepciones a que aludiremos más adelante, tienen un carácter voluntario, y representan un punto de referencia para las características que debe ofrecer un suministrador o exigir el consumidor. Si contractualmente se acuerda entre el suministrador y el comprador que los productos se ajusten a una determinada norma – definida por su número y fecha de edición – dicha norma se convierte en vinculante.

Un determinado número de normas UNE se convierten en obligatorias si la Administración incluye con este carácter en algún texto legislativo, como puede ser un reglamento.

Por otro lado, la Administración Pública se reserva el derecho de emitir determinados documentos para regular un determinado campo de actividad, emitiendo documentos técnicos que también reciben el nombre de normas.

Sin entrar en la polémica de cual debería ser la denominación que debe aplicarse a cada tipo de documento y si es deseable que los textos legislativos se basen necesariamente en normas UNE, parece aconsejable distinguir con denominaciones distintas los documentos emanados por el Organismo Nacional de Normalización y por la Administración, debido al distinto carácter que tienen estos documentos.

En el campo de la construcción con acero, ya se ha hecho amplia referencia a las normas UNE que definen los aceros que pueden utilizarse en esta actividad. En el apartado de Bibliografía de este tomo se recoge una referencia a estas normas con indicación del año de edición de cada una de ellas en el momento de la publicación de este tomo.

Es aconsejable que el usuario compruebe en cada ocasión, si la norma que pretende utilizar está vigente o si ha sido revisada o sustituida por una edición más actualizada.

En cuanto a la normativa emanada de la Administración que se refiere a los aceros utilizados en la construcción metálica, sólo existen las normas emitidas por el actual Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo cuya antigua designación de MV (Ministerio de la Vivienda) ha sido sustituida por la de NBE (Norma Básica de Edificación).

La norma más general es la NBE-102 titulada «Acero laminado para estructuras de edificación». La versión vigente data de 1975 y es una revisión de la editada en 1964.

Esta norma, según el decreto 4433/1964, renovado con la revisión de 1975, «será de obligatoria observancia en la fabricación de productos laminados de acero» (artículo segundo) y «todo proyecto de edificaciones públicas o privadas... que tenga estructura o elementos estructurales de acero laminado se ajustará a lo que prescribe esta Norma» (artículo tercero).

Si bien esta norma coincidía fundamentalmente con lo recogido en las distintas normas UNE vigentes en el momento de su publicación, la evolución de estas últimas ha dejado obsoleta la norma NBE-102 y, dado su carácter obligatorio, sería urgente su revisión o anulación.

El carácter simplificador de esta norma, que trata de recoger en un sólo documento distintas normas UNE, da lugar a pequeñas discrepancias entre ambos tipos de documentos.

Por otro lado sólo se recogen los aceros de uso general definidos en UNE 36-080.

También hemos aludido a las normas MV 106 y MV 107 relativas a los tornillos (de resistencia ordinaria y de alta resistencia) que definen las características de estos elementos de unión que datan de 1968, lo que aconseja su revisión.

APENDICE. RELACION DE NORMAS UNE CITADAS
(Con indicación de la fecha de publicación de la edición vigente)

UNE	*AÑO*	*TITULO*
7-333	1977	Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos.
7-422	1985	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Brinell.
7-423/1	1984	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Vickers: HV 5 a HV 100.
7-424	1986	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Rockwell (escalas A-B-C-D-E-F-G-H-K).
7.474**	—	Materiales metálicos. Ensayo de tracción.
7-475/1**	—	Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy - Parte 1 - Método de ensayo.
36-004	1989	Definición y clasificación de los tipos de acero.
36-007*	1977	Condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos.
36-009*	1972	Designación convencional de aceros. Designación simbólica y designación numérica.
36-016/1	1989	Aceros inoxidables. Parte 1 - Condiciones técnicas de suministro de barras, alambrón y piezas forjadas.
36-016/2	1989	Aceros inoxidables. Parte 2 - Condiciones técnicas de suministro de productos planos para usos generales.
36-040**	—	Condiciones de suministro relativas al acabado de superficial de productos laminados en caliente.
36-080*	1985	Aceros no aleados, laminados en caliente, para construcciones metálicas.
36-081*	1976	Aceros para estructuras de características mecánicas especiales y soldables. Tipos y grados.
36-082*	1984	Aceros para construcción metálica con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica.
36-083*	1985	Chapas de acero con características garantizadas en la dirección del espesor.
36-084/1	1979	Productos laminados para construcción naval. Aceros 400/490 N/mm^2 de resistencia a la tracción.
36-086/1*	1975	Chapa laminada en frío, de acero de bajo contenido en carbono, no aleado, para embutición o conformación en frío.
36-087/1*	1974	Chapas para calderas y recipientes a presión. Acero al carbono y carbono-manganeso. Tipos y grados.
36-087/2*	1976	Chapas y bandas de acero aleado para calderas y aparatos a presión, para temperaturas altas y ambientales.
36-087/3*	1978	Chapas y bandas de acero aleados para recipientes a presión. Aceros al níquel para bajas temperaturas. Tipos y grados.
36-087/4	1989	Chapas, bandas y flejes para calderas y aparatos a presión. Parte 4 - Aceros inoxidables.
36-093	1985	Banda y fleje laminada en caliente, de acero de bajo contenido en carbono no aleado, para embutición o conformación en frío.
36-122	1989	Banda y fleje de acero soldable de alto límite elástico laminada en frío para conformación en frío. Tipos de acero y tolerancias dimensionales.
36-123	1990	Banda de acero soldable de alto límite elástico, laminada en caliente, para conformación en frío. Tipos de acero y tolerancias dimensionales.

UNE	AÑO	TITULO
36-130*	1976	Chapa y bobina galvanizada en continuo por inmersión, de acero al carbono, para embutición y conformación en frío.
36-135*	1985	Productos planos de acero electrocincados. Características del recubrimiento.
36-137*	—	Banda de acero al carbono, galvanizada en continuo por inmersión, con límite elástico mínimo especificado.
36-150	—	Bandas de acero galvanizadas, prepintadas en continuo. Características y ensayos.
36-521***	1972	Productos de acero. Perfil I Normal (IPN). Medidas y tolerancias.
36-522***	1972	Productos de acero. Perfil U Normal (UPN). Medidas y tolerancias.
36-525***	1972	Productos de acero. Perfil U comercial. Medidas y tolerancias.
36-526***	1973	Productos de acero. Perfiles IPE.
36-527***	1973	Productos de acero. Perfil HEB.
36-528***	1975	Productos de acero. Perfil HEA.
36-529***	1975	Productos de acero. Perfil HEM.
36-532***	1972	Productos de acero. Angulares de lados desiguales. Medidas y tolerancias.
36-533***	1973	Productos de acero. Perfil T.
36-537*	1977	Profuctos de acero. Perfiles huecos para estructuras de edificación.
36-541*	1976	Productos de acero. Redondo laminado en caliente. Medidas y tolerancias.
36-542*	1976	Productos de acero. Cuadrado laminado en caliente. Medidas y tolerancias.
36-543*	1980	Productos de acero. Barras rectangulares de canto vivo, laminadas en caliente. Medidas y tolerancias.
36-547*	1976	Productos de acero. Hexagonal laminado en caliente. Medidas y tolerancias.
36-571	1979	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil LF. Medidas.
36-572	1980	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil UF. Medidas.
36-573	1979	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil CF. Medidas.
36-574	1979	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil NF. Medidas.
36-575	1979	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil OF. Medidas.
36-576	1979	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil ZF. Medidas.
36-800	1987	Productos siderúrgicos. Certificados. Contenido.
36-801	—	Aceros y productos siderúrgicos. Documentos de inspección.
76-001	1976	Elección del acero en estructuras metálicas soldadas.

* Normas en revisión.
** Normas en elaboración.
*** Estas normas se limitarán a las dimensiones. Las tolerancias se recogerán en las normas 36-550 partes 1, 2 y 3, actualmente en elaboración.

1. VALORES ESTATICOS

1.1 perfiles laminados. Sección bruta

1.2 perfiles laminados. Sección neta, sección semineta y disposición de agujeros

1.3 perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I

1.4 perfiles formados por chapas soldadas

1.5 composición de perfiles

1.6 perfiles de sección variable y aligerados

1.7 perfiles huecos

1.8 perfiles conformados en frío

1.9 valores de sección para el cálculo con computador

1.10 valores de sección para el cálculo plástico

1.11 magnitudes características de la torsión

1.12 perfiles laminados por ENSIDESA según Norma ASTM A6-79. Sección bruta

1.13 perfiles europeos y americanos ordenados en sentido decreciente de sus valores estáticos

1.1 perfiles laminados. Sección bruta

I 1.1.1 un perfil IPN

I 1.1.2 un perfil IPE

H 1.1.3 un perfil HEB

H 1.1.4 un perfil HEA

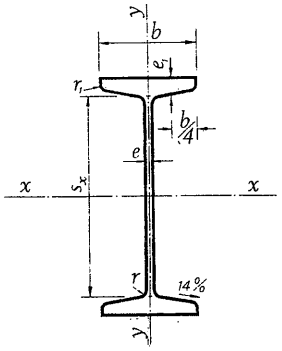
H 1.1.5 un perfil HEM

[1.1.6 un perfil UPN

L 1.1.7 un perfil L

L 1.1.8 un perfil LD

⊥ 1.1.9 un perfil T



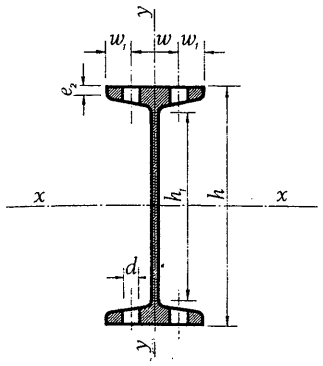
Un perfil IPN. Sección bruta.

IPN	Dimensiones mm						Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	$e = r$	e_1	r_1	h_1			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
80	80	42	3,9	5,9	2,3	59	7,58	5,95	77,8	19,5	3,20
100	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32	171	34,2	4,01
120	120	58	5,1	7,7	3,1	92	14,2	11,1	328	54,7	4,81
140	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4	573	81,9	5,61
160	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9	935	117	6,40
180	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9	1 450	161	7,20
200	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3	2 140	214	8,00
220	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1	3 060	278	8,80
240	240	106	8,7	13,1	5,2	192	46,1	36,2	4 250	354	9,59
260	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9	5 740	442	10,4
280	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48,0	7 590	542	11,1
300	300	125	10,8	16,2	6,5	241	69,1	54,2	9 800	653	11,9
320	320	131	11,5	17,3	6,9	257	77,8	61,1	12 510	782	12,7
340	340	137	12,2	18,3	7,3	274	86,8	68,1	15 700	923	13,5
360	360	143	13,0	19,5	7,8	290	97,1	76,2	19 610	1 090	14,2
380	380	149	13,7	20,5	8,2	306	107	84,0	24 010	1 260	15,0
400	400	155	14,4	21,6	8,6	323	118	92,6	29 210	1 460	15,7
450	450	170	16,2	24,3	9,7	363	147	115	45 850	2 040	17,7
500	500	185	18,0	27,0	10,8	404	180	141	68 740	2 750	19,6
550	550	200	19,0	30,0	11,9	444	213	167	99 180	3 610	21,6
600	600	215	21,6	32,4	13,0	485	254	199	139 000	4 630	23,4

1.1.1

Perfiles fabricados por ENSIDESA

valores estáticos perfiles laminados sección bruta



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro

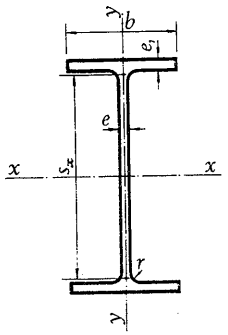
S_x = Momento estático de media sección

$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción

η = Rendimiento
u = Superficie lateral por metro lineal

Referido al eje y-y			w	w_1	$\varnothing$ d	e_2	S_x	s_x	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	IPN
I_y cm^4	W_y cm^3	$i_y = i$ cm	mm	mm	mm	mm	cm^3	cm		m^2/m	
6,29	3,00	0,91	22	10	—	4,43	11,4	6,84	3,28	0,304	80
12,2	4,88	1,07	28	12	—	5,05	19,9	8,57	4,11	0,370	100
21,5	7,41	1,23	32	14	—	5,67	31,8	10,3	4,91	0,439	120
35,2	10,7	1,40	34	16	11	6,29	47,7	12,0	5,70	0,502	140
54,7	14,8	1,55	40	18	11	6,91	68,0	13,7	6,54	0,575	160
81,3	19,8	1,71	44	19	13	7,53	93,4	15,5	7,35	0,640	180
117	26,0	1,87	48	22	13	8,15	125	17,2	8,14	0,709	200
162	33,1	2,02	52	23	13	8,77	162	18,9	8,94	0,775	220
221	41,7	2,20	56	25	17	9,39	206	20,6	9,78	0,844	240
288	51,0	2,32	60	27,5	17	10,15	257	22,3	10,5	0,906	260
364	61,2	2,45	62	28,5	17	11,04	316	24,0	11,3	0,966	280
451	72,2	2,56	64	30,5	21	11,83	381	25,7	12,0	1,030	300
555	84,7	2,67	70	30,5	21	12,72	457	27,4	12,8	1,091	320
674	98,4	2,80	74	31,5	21	13,51	540	29,1	13,6	1,152	340
818	114	2,90	76	34,5	23	14,50	638	30,7	14,3	1,208	360
975	131	3,02	82	34,5	23	15,29	741	32,4	15,1	1,266	380
1 160	149	3,13	86	35,5	23	16,18	857	34,1	15,8	1,330	400
1 730	203	3,43	94	39	25	18,35	1 200	38,3	17,7	1,478	450
2 480	268	3,72	100	42,5	28	20,53	1 620	42,4	19,5	1,626	500
3 490	349	4,02	110	45	28	23,00	2 120	46,8	21,6	1,797	550
4 670	434	4,30	120	47,5	28	24,88	2 730	50,9	23,2	1,924	600

1.1.1



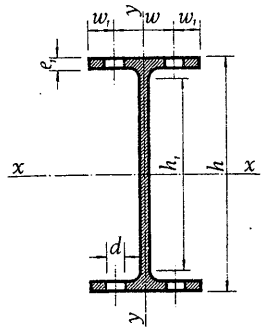
Un perfil IPE. Sección bruta.

IPE	Dimensiones mm						Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	e	e_1	r	h_1			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
80	80	46	3,8	5,2	5	59	7,64	6,00	80,1	20,0	3,24
100	100	55	4,1	5,7	7	74	10,3	8,10	171	34,2	4,07
120	120	64	4,4	6,3	7	93	13,2	10,4	318	53,0	4,90
140	140	73	4,7	6,9	7	112	16,4	12,9	541	77,3	5,74
160	160	82	5,0	7,4	9	127	20,1	15,8	869	109	6,58
180	180	91	5,3	8,0	9	146	23,9	18,8	1 320	146	7,42
200	200	100	5,6	8,5	12	159	28,5	22,4	1 940	194	8,26
220	220	110	5,9	9,2	12	177	33,4	26,2	2 770	252	9,11
240	240	120	6,2	9,8	15	190	39,1	30,7	3 890	324	9,97
270	270	135	6,6	10,2	15	219	45,9	36,1	5 790	429	11,2
300	300	150	7,1	10,7	15	248	53,8	42,2	8 360	557	12,5
330	330	160	7,5	11,5	18	271	62,6	49,1	11 770	713	13,7
360	360	170	8,0	12,7	18	298	72,7	57,1	16 270	904	15,0
400	400	180	8,6	13,5	21	331	84,5	66,3	23 130	1 160	16,5
450	450	190	9,4	14,6	21	378	98,8	77,6	33 740	1 500	18,5
500	500	200	10,2	16,0	21	426	116	90,7	48 200	1 930	20,4
550	550	210	11,1	17,2	24	467	134	106	67 120	2 440	22,3
600	600	220	12,0	19,0	24	514	156	122	92 080	3 070	24,3

1. 1.2

Perfiles fabricados por ENSIDESA

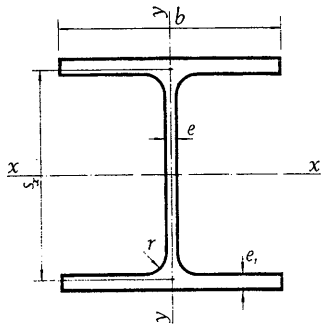
valores estáticos
perfiles laminados
sección bruta



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección
$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
η = Rendimiento
u = Perímetro

Referido al eje y-y			w	w_1	d	S_x	s_x	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	IPE
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	mm	mm	mm	cm^3	cm		m^2/m	
8,49	3,69	1,05	25	10,5	6,4	11,6	6,90	3,34	0,328	80
15,9	5,79	1,24	30	12,5	8,4	19,7	8,68	4,22	0,400	100
27,7	8,65	1,45	35	14,5	8,4	30,4	10,5	5,11	0,475	120
44,9	12,3	1,65	40	16,5	11	44,2	12,3	6,00	0,551	140
68,3	16,7	1,84	44	19	13	61,9	14,0	6,89	0,623	160
101	22,2	2,05	48	21,5	13	83,2	15,8	7,78	0,698	180
142	28,5	2,24	52	24	13	110	17,6	8,69	0,768	200
205	37,3	2,48	58	26	17	143	19,4	9,62	0,848	220
284	47,3	2,69	65	27,5	17	183	21,2	10,6	0,922	240
420	62,2	3,02	72	31,5	21	242	23,9	11,9	1,041	270
604	80,5	3,35	80	35	23	314	26,6	13,2	1,159	300
788	98,5	3,55	85	37,5	25	402	29,3	14,5	1,254	330
1 040	123	3,79	90	40	25	510	31,9	15,8	1,353	360
1 320	146	3,95	95	42,5	28	654	35,4	17,4	1,467	400
1 680	176	4,12	100	45	28	851	39,7	19,3	1,605	450
2 140	214	4,31	110	45	28	1 100	43,9	21,3	1,744	500
2 670	254	4,45	115	47,5	28	1 390	48,2	23,1	1,877	550
3 390	308	4,66	120	50	28	1 760	52,4	25,1	2,015	600

1. 1.2

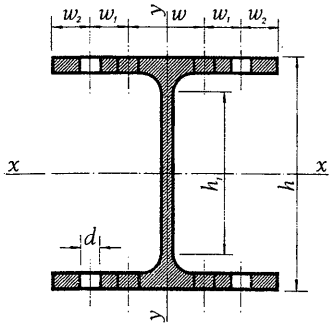


Un perfil HEB. Sección bruta.

HEB	Dimensiones mm						Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	e	e_1	r	h_1			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
100	100	100	6	10	12	56	26,0	20,4	450	89,9	4,16
120	120	120	6,5	11	12	74	34,0	26,7	864	144	5,04
140	140	140	7	12	12	92	43,0	33,7	1 510	216	5,93
160	160	160	8	13	15	104	54,3	42,6	2 490	311	6,78
180	180	180	8,5	14	15	122	65,3	51,2	3 830	426	7,66
200	200	200	9	15	18	134	78,1	61,3	5 700	570	8,54
220	220	220	9,5	16	18	152	91,0	71,5	8 090	736	9,43
240	240	240	10	17	21	164	106	83,2	11 260	938	10,3
260	260	260	10	17,5	24	177	118	93,0	14 920	1 150	11,2
280	280	280	10,5	18	24	196	131	103	19 270	1 380	12,1
300	300	300	11	19	27	208	149	117	25 170	1 680	13,0
320	320	300	11,5	20,5	27	225	161	127	30 820	1 930	13,8
340	340	300	12	21,5	27	243	171	134	36 660	2 160	14,6
360	360	300	12,5	22,5	27	261	181	142	43 190	2 400	15,5
400	400	300	13,5	24	27	298	198	155	57 680	2 880	17,1
450	450	300	14	26	27	344	218	171	79 890	3 550	19,1
500	500	300	14,5	28	27	390	239	187	107 200	4 290	21,2
550	550	300	15	29	27	438	254	199	136 700	4 970	23,2
600	600	300	15,5	30	27	486	270	212	171 000	5 700	25,2

1.1.3

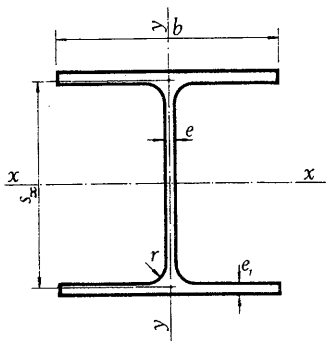
Perfiles fabricados por ENSIDESA



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección
$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
η = Rendimiento
u = Perímetro

Referido al eje y-y			w	w_1	w_2	d	S_x	s_x	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	HEB
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm				mm	cm³	cm		m²/m	
167	33,5	2,53	53	—	22,5	13	52,1	8,63	4,41	0,567	100
318	52,9	3,06	65	—	27,5	17	82,6	10,5	5,39	0,686	120
550	78,5	3,58	75	—	32,5	21	123	12,3	6,41	0,805	140
889	111	4,05	85	—	37,5	23	177	14,1	7,30	0,918	160
1 360	151	4,57	100	—	40	25	241	15,9	8,32	1,04	180
2 000	200	5,07	110	—	45	25	321	17,7	9,30	1,15	200
2 840	258	5,59	120	—	50	25	414	19,6	10,3	1,27	220
3 920	327	6,08	90	35	40	25	527	21,4	11,3	1,38	240
5 130	395	6,58	100	40	40	25	641	23,3	12,4	1,50	260
6 590	471	7,09	110	45	40	25	767	25,1	13,4	1,62	280
8 560	571	7,58	120	50	40	25	934	26,9	14,4	1,73	300
9 240	616	7,57	120	50	40	25	1 070	28,7	15,2	1,77	320
9 690	646	7,53	120	50	40	25	1 200	30,4	16,1	1,81	340
10 140	676	7,49	120	50	40	25	1 340	32,2	16,9	1,85	360
10 820	721	7,40	120	50	40	25	1 620	35,7	18,6	1,93	400
11 720	781	7,33	120	50	40	25	1 990	40,1	20,8	2,03	450
12 620	842	7,27	120	45	45	28	2 410	44,5	22,9	2,12	500
13 080	872	7,17	120	45	45	28	2 800	48,9	25,0	2,22	550
13 530	902	7,08	120	45	45	28	3 210	53,2	26,9	2,32	600

1. 1.3

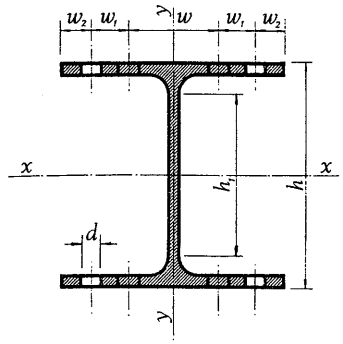


Un perfil HEA. Sección bruta.

HEA	Dimensiones mm						Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	e	e_1	r	h_1			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
100	96	100	5	8	12	56	21,2	16,7	349	72,8	4,06
120	114	120	5	8	12	74	25,3	19,9	606	106	4,89
140	133	140	5,5	8,5	12	92	31,4	24,7	1 030	155	5,73
160	152	160	6	9	15	104	38,8	30,4	1 670	220	6,57
180	171	180	6	9,5	15	122	45,3	35,5	2 510	294	7,45
200	190	200	6,5	10	18	134	53,8	42,3	3 690	389	8,28
220	210	220	7	11	18	152	64,3	50,5	5 410	515	9,17
240	230	240	7,5	12	21	164	76,8	60,3	7 760	675	10,11
260	250	260	7,5	12,5	24	177	86,8	68,2	10 450	836	11,0
280	270	280	8	13	24	196	97,3	76,4	13 670	1 010	11,9
300	290	300	8,5	14	27	208	113	88,3	18 260	1 260	12,7
320	310	300	9	15,5	27	225	124	97,6	22 930	1 480	13,6
340	330	300	9,5	16,5	27	243	133	105	27 690	1 680	14,4
360	350	300	10	17,5	27	261	143	112	33 090	1 890	15,2
400	390	300	11	19	27	298	159	125	45 070	2 310	16,8
450	440	300	11,5	21	27	344	178	140	63 720	2 900	18,9
500	490	300	12	23	27	390	198	155	86 970	3 550	21,0
550	540	300	12,5	24	27	438	212	166	111 900	4 150	23,0
600	590	300	13	25	27	486	226	178	141 200	4 790	25,0

1.1.4

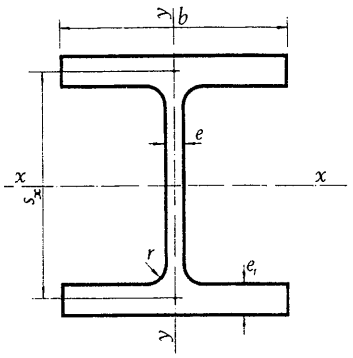
Perfiles fabricados por ENSIDESA



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección
$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
η = Rendimiento
u = Perímetro

Referido al eje y-y			w	w_1	w_2	d	S_x	s_x	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	HEA
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm				mm	cm³	cm		m²/m	
134	26,8	2,51	55	—	22,5	13	41,5	8,41	4,36	0,561	100
231	38,5	3,02	65	—	27,5	17	59,7	10,1	5,33	0,677	120
389	55,6	3,52	75	—	32,5	21	86,7	11,9	6,28	0,794	140
616	76,9	3,98	85	—	37,5	23	123	13,6	7,24	0,906	160
925	103	4,52	100	—	40	25	162	15,5	8,28	1,02	180
1 340	134	4,98	110	—	45	25	215	17,2	9,20	1,14	200
1 950	178	5,51	120	—	50	25	284	19,0	10,2	1,26	220
2 770	231	6,00	90	35	40	25	372	20,9	11,2	1,37	240
3 670	282	6,50	100	40	40	25	460	22,7	12,3	1,48	260
4 760	340	7,00	110	45	40	25	556	24,6	13,2	1,60	280
6 310	421	7,47	120	50	40	25	692	26,4	14,3	1,72	300
6 990	466	7,51	120	50	40	25	814	28,2	15,2	1,76	320
7 440	496	7,46	120	50	40	25	925	29,9	16,0	1,79	340
7 890	526	7,43	120	50	40	25	1 040	31,7	16,9	1,83	360
8 560	571	7,34	120	50	40	25	1 280	35,2	18,5	1,91	400
9 470	631	7,29	120	50	45	25	1 610	39,6	20,7	2,01	450
10 370	691	7,24	120	45	45	28	1 970	44,1	22,9	2,11	500
10 820	721	7,15	120	45	45	28	2 310	48,4	25,0	2,21	550
11 270	751	7,05	120	45	45	28	2 680	52,8	26,9	2,31	600

1.1.4



Un perfil HEM. Sección bruta.

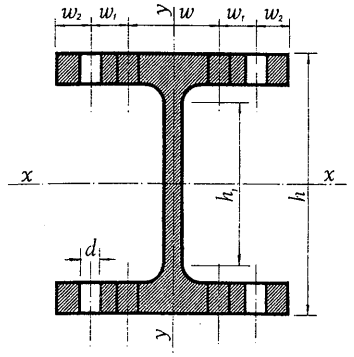
HEM	Dimensiones mm						Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	e	e_1	r	h_1			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
100	120	106	12	20	12	56	53,2	41,8	1 140	190	4,63
120	140	126	12,5	21	12	74	66,4	52,1	2 020	288	5,51
140	160	146	13	22	12	92	80,6	63,2	3 290	411	6,39
160	180	166	14	23	15	104	97,1	76,2	5 100	566	7,25
180	200	186	14,5	24	15	122	113	88,9	7 480	748	8,13
200	220	206	15	25	18	134	131	103	10 640	967	9,00
220	240	226	15,5	26	18	152	149	117	14 600	1 220	9,89
240	270	248	18	32	21	164	200	157	24 290	1 800	11,0
260	290	268	18	32,5	24	177	220	172	31 310	2 160	11,9
280	310	288	18,5	33	24	196	240	189	39 550	2 550	12,8
300	340	310	21	39	27	208	303	238	59 200	3 480	14
320	359	309	21	40	27	225	312	245	68 130	3 800	14,8
340	377	309	21	40	27	243	316	248	76 370	4 050	15,6
360	395	308	21	40	27	261	319	250	84 870	4 300	16,3
400	432	307	21	40	27	298	326	256	104 100	4 820	17,9
450	478	307	21	40	27	344	335	263	131 500	5 500	19,8
500	524	306	21	40	27	390	344	270	161 900	6 180	21,7
550	572	306	21	40	27	438	354	278	198 000	6 920	23,6
600	620	305	21	40	27	486	364	285	237 400	7 660	25,6

1. 1.5

Perfiles fabricados por ENSIDESA

valores estáticos perfiles laminados sección bruta

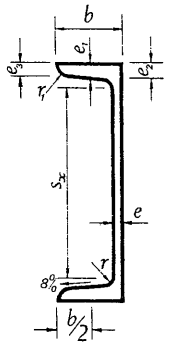
H



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección
$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
η = Rendimiento
u = Perímetro

Referido al eje y-y			w	w_1	w_2	d	S_x	s_x	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	HEM
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm				mm	cm³	cm		m²/m	
399	75,3	2,74	55	—	25,5	13	118	9,69	4,55	0,619	100
703	112	3,25	65	—	30,5	17	175	11,5	5,53	0,738	120
1 140	157	3,77	75	—	35,5	21	247	13,3	6,50	0,857	140
1 760	212	4,26	85	—	40,5	23	337	15,1	7,43	0,970	160
2 580	277	4,77	95	—	45,5	25	442	16,9	8,41	1,09	180
3 650	354	5,27	105	—	50,5	25	568	18,7	9,39	1,20	200
5 010	444	5,79	115	—	55,5	25	710	20,6	10,4	1,32	220
8 150	657	6,39	90	35	44	25	1 060	22,9	11,5	1,46	240
10 450	780	6,90	100	40	44	25	1 260	24,8	12,6	1,57	260
13 160	914	7,40	110	45	44	25	1 480	26,7	13,5	1,69	280
19 400	1 250	8,00	120	50	45	25	2 040	29,0	14,6	1,83	300
19 710	1 280	7,95	120	50	44,5	25	2 220	30,7	15,5	1,87	320
19 710	1 280	7,90	120	50	44,5	25	2 360	32,4	16,3	1,90	340
19 520	1 270	7,83	120	50	44	25	2 490	34,0	17,2	1,93	360
19 340	1 260	7,70	120	50	43,5	25	2 790	37,4	18,8	2,00	400
19 340	1 260	7,59	120	50	43,5	25	3 170	41,5	20,9	2,10	450
19 150	1 250	7,46	120	50	43	28	3 550	45,7	22,9	2,18	500
19 150	1 250	7,35	120	50	43	28	3 970	49,9	24,9	2,28	550
18 980	1 240	7,22	120	50	42,5	28	4 390	54,1	26,9	2,37	600

1.1.5



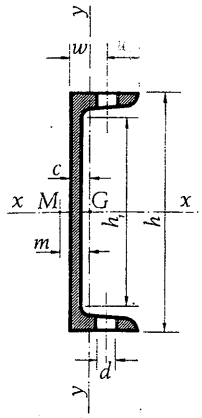
Un perfil UPN. Sección bruta.

UPN	Dimensiones mm						Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h	b	e	$e_1 = r$	r_1	h_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	$i_y = i$ cm
80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33
100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47
120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59
140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75
160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89
180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	28,0	22,0	1 350	150	6,95	114	22,4	2,02
200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	32,2	25,3	1 910	191	7,70	148	27,0	2,14
220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	37,4	29,4	2 690	245	8,48	197	33,6	2,30
240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	42,3	33,2	3 600	300	9,22	248	39,6	2,42
260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	48,3	37,9	4 820	371	9,99	317	47,7	2,56
280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	53,3	41,8	6 280	448	10,90	399	57,2	2,74
300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	58,8	46,2	8 030	535	11,70	495	67,8	2,90
320	320	100	14,0	17,5	8,75	246	75,8	59,5	10 870	679	12,1	597	80,6	2,81
350	350	100	14,0	16,0	8,0	282	77,3	60,6	12 840	734	12,9	570	75,0	2,72
380	380	102	13,5	16,0	8,0	313	80,4	63,1	15 760	829	14,0	615	78,7	2,77
400	400	110	14,0	18,0	9,0	324	91,5	71,8	20 350	1 020	14,9	846	102	3,04

1.1.6

Perfiles fabricados por ENSIDESA

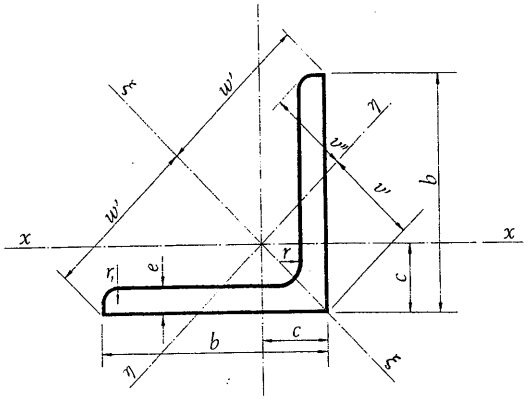
valores estáticos perfiles laminados sección bruta



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección
$s_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
m = Distancia del baricentro G al centro de esfuerzos cortantes M
η = Rendimiento
u = Superficie lateral por metro lineal

w mm	w_1 mm	d mm	e_2 mm	e_3 mm	S_x cm³	s_x cm	c cm	m cm	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u m²/m	UPN
25	20	13	9,80	6,20	15,9	6,65	1,45	2,67	3,07	0,312	80
30	20	13	10,50	6,50	24,5	8,42	1,55	2,93	3,89	0,372	100
30	25	17	11,20	6,80	36,3	10,0	1,60	3,03	4,55	0,434	120
35	25	17	12,40	7,60	51,4	11,8	1,75	3,37	5,40	0,489	140
35	30	21	13,10	7,90	68,8	13,3	1,84	3,56	6,13	0,546	160
40	30	21	13,80	8,20	89,6	15,1	1,92	3,75	6,82	0,611	180
40	35	23	14,50	8,50	114	16,8	2,01	3,94	7,56	0,661	200
45	35	23	15,70	9,30	146	18,5	2,14	4,20	8,35	0,718	220
45	40	25	16,40	9,60	179	20,1	2,23	4,39	9,03	0,775	240
50	40	25	17,60	10,40	221	21,8	2,36	4,66	9,78	0,834	260
50	45	25	18,80	11,20	266	23,6	2,53	5,02	10,70	0,890	280
55	45	25	20,00	12,00	316	25,4	2,70	5,41	11,60	0,950	300
55	45	25	20,35	15,35	413	26,3	2,60	4,82	11,4	0,982	320
55	45	25	18,85	13,85	459	28,6	2,40	4,45	12,1	1,047	350
60	42	25	18,89	13,79	507	31,1	2,38	4,58	13,2	1,110	380
60	50	25	21,10	15,60	618	32,9	2,65	5,11	14,2	1,182	400

1.1.6



Un perfil L. Sección bruta

L	Dimensiones mm				Sección	Peso	Posición de los ejes cm			
	b	e	r	r_1	A cm²	P kg/m	c	w'	v'	v''
20 × 3 *	20	3	4	2,0	1,13	0,88	0,60	1,41	0,84	0,70
20 × 4	20	4	4	2,0	1,46	1,14	0,63	1,41	0,90	0,71
25 × 3 *	25	3	4	2,0	1,43	1,12	0,72	1,77	1,02	0,87
25 × 4	25	4	4	2,0	1,86	1,46	0,76	1,77	1,07	0,89
25 × 5	25	5	4	2,0	2,27	1,78	0,80	1,77	1,13	0,91
30 × 3 *	30	3	5	2,5	1,74	1,36	0,84	2,12	1,18	1,04
30 × 4 *	30	4	5	2,5	2,27	1,78	0,88	2,12	1,24	1,05
30 × 5	30	5	5	2,5	2,78	2,18	0,92	2,12	1,30	1,07
35 × 3 *	35	3	5	2,5	2,04	1,60	0,96	2,47	1,36	1,23
35 × 4 *	35	4	5	2,5	2,67	2,09	1,00	2,47	1,42	1,24
35 × 5	35	5	5	2,5	3,28	2,57	1,04	2,47	1,48	1,25
40 × 4 * P	40	4	6	3,0	3,08	2,42	1,12	2,83	1,58	1,40
40 × 5 *	40	5	6	3,0	3,79	2,97	1,16	2,83	1,64	1,42
40 × 6	40	6	6	3,0	4,48	3,52	1,20	2,83	1,70	1,43
45 × 4 * P	45	4	7	3,5	3,49	2,74	1,23	3,18	1,75	1,57
45 × 5 * P	45	5	7	3,5	4,30	3,36	1,28	3,18	1,81	1,58
45 × 6 *	45	6	7	3,5	5,09	4,00	1,32	3,18	1,87	1,59
50 × 4 * P	50	4	7	3,5	3,89	3,06	1,36	3,54	1,92	1,75
50 × 5 * P	50	5	7	3,5	4,80	3,77	1,40	3,54	1,99	1,76
50 × 6 *	50	6	7	3,5	5,69	4,47	1,45	3,54	2,04	1,77
50 × 7	50	7	7	3,5	6,56	5,15	1,49	3,54	2,10	1,78
50 × 8	50	8	7	3,5	7,41	5,82	1,52	3,54	2,16	1,80

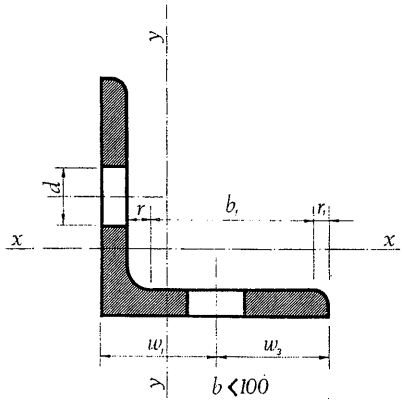
* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.

P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.1.7

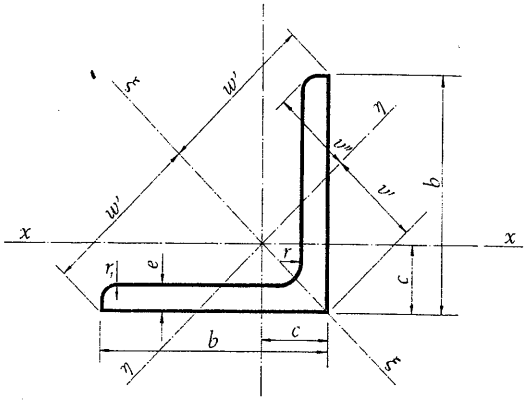
valores estáticos perfiles laminados sección bruta

L



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
u = Superficie lateral por metro lineal

Referido a los ejes								w_1	w_3	d	I_{xy}	b_1	u	L
x-x = y-y			ξ-ξ		η-η									
I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_ξ cm⁴	i_ξ cm	I_η cm⁴	W_η cm³	i_η cm	mm	mm	mm	cm⁴	mm	m²/m	
0,39	0,28	0,59	0,61	0,74	0,16	0,19	0,38	12	8	4,3	0,23	11,0	0,077	20 × 3 *
0,49	0,36	0,58	0,77	0,72	0,21	0,23	0,38				0,28	10,0		20 × 4
0,80	0,45	0,75	1,26	0,94	0,33	0,33	0,48				0,87	16,0		25 × 3 *
1,01	0,58	0,74	1,60	0,93	0,43	0,40	0,48	15	10	6,4	0,59	15,0	0,097	25 × 4
1,20	0,71	0,75	1,89	0,91	0,52	0,46	0,48				0,69	14,0		25 × 5
1,40	0,65	0,90	2,23	1,13	0,58	0,49	0,58				0,83	19,5		30 × 3 *
1,80	0,85	0,89	2,85	1,12	0,75	0,61	0,58	17	13	8,4	1,05	18,5	0,116	30 × 4 *
2,16	1,04	0,88	3,41	1,11	0,92	0,71	0,57				1,25	17,5		30 × 5
2,29	0,90	1,06	3,63	1,34	0,95	0,70	0,68				1,34	24,5		35 × 3 *
2,95	1,18	1,05	4,68	1,33	1,23	0,86	0,68	18	17	11	1,73	23,5	0,136	35 × 4 *
3,56	1,45	1,04	5,64	1,31	1,49	1,01	0,67				2,08	22,5		35 × 5
4,47	1,55	1,21	7,09	1,52	1,86	1,17	0,78				2,62	27,0		40 × 4 * P
5,43	1,91	1,20	8,60	1,51	2,26	1,37	0,77	22	18	11	3,17	26,0	0,155	40 × 5 *
6,31	2,26	1,19	9,98	1,49	2,65	1,56	0,77				3,67	25,0		40 × 6
6,43	1,97	1,36	10,2	1,71	2,67	1,55	0,88				3,77	30,5		45 × 4 * P
7,84	2,43	1,35	12,4	1,70	3,26	1,80	0,87	25	20	13	4,57	29,5	0,174	45 × 5 * P
9,16	2,88	1,34	14,5	1,69	3,82	2,05	0,87				5,34	28,5		45 × 6 * P
8,97	2,46	1,52	14,2	1,91	3,72	1,94	0,98				5,24	35,5		50 × 4 * P
11,0	3,05	1,52	17,4	1,90	4,54	2,29	0,97				6,43	34,5		50 × 5 * P
12,8	3,61	1,50	20,3	1,89	5,33	2,61	0,97	30	20	13	7,49	33,5	0,194	50 × 6 *
14,6	4,16	1,49	23,1	1,88	6,11	2,91	0,96				8,50	32,5		50 × 7
16,3	4,68	1,48	25,7	1,86	6,87	3,19	0,96				9,42	31,5		50 × 8



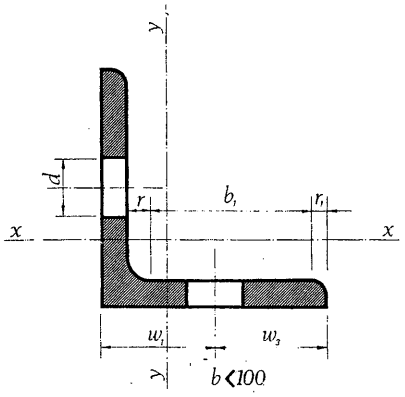
Un perfil L. Sección bruta.

L	Dimensiones mm				Sección	Peso	Posición de los ejes cm			
	b	e	r	r_1	A cm²	P kg/m	c	w'	v'	v''
60 × 5 * P	60	5	8	4,0	5,82	4,57	1,64	4,24	2,32	2,11
60 × 6 * P	60	6	8	4,0	6,91	5,42	1,69	4,24	2,39	2,11
60 × 8 *	60	8	8	4,0	9,03	7,09	1,77	4,24	2,50	2,14
60 × 10	60	10	8	4,0	11,10	8,69	1,85	4,24	2,61	2,17
70 × 6 * P	70	6	9	4,5	8,13	6,38	1,93	4,95	2,73	2,46
70 × 7 * P	70	7	9	4,5	9,40	7,38	1,97	4,95	2,79	2,47
70 × 8 *	70	8	9	4,5	10,60	8,36	2,01	4,95	2,85	2,47
70 × 10	70	10	9	4,5	13,10	10,30	2,09	4,95	2,96	2,50
80 × 8 * P	80	8	10	5,0	12,30	9,63	2,26	5,66	3,19	2,82
80 × 10 *	80	10	10	5,0	15,10	11,90	2,34	5,66	3,30	2,85
80 × 12	80	12	10	5,0	17,90	14,00	2,41	5,66	3,41	2,89
90 × 8 * P	90	8	11	5,5	13,90	10,90	2,50	6,36	3,53	3,17
90 × 10 *	90	10	11	5,5	17,10	13,40	2,58	6,36	3,65	3,19
90 × 12	90	12	11	5,5	20,30	15,90	2,66	6,36	3,76	3,22

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.

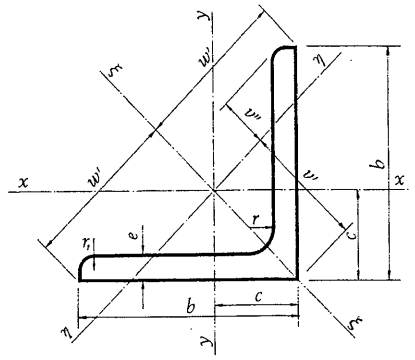
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.1.7



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
u = Superficie lateral por metro lineal

Referido a los ejes								w_1	w_3	d	I_{xy}	b_1	u	L
x-x = y-y			ξ-ξ		η-η									
I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_ξ cm⁴	i_ξ cm	I_η cm⁴	W_η cm³	i_η cm	mm	mm	mm	cm⁴	mm	m²/m	
19,4	4,45	1,82	30,7	2,30	8,02	3,45	1,17	35	25	17	11,3	43,0	0,233	60 × 5 * P
22,8	5,29	1,82	36,2	2,29	9,43	3,95	1,17				13,4	42,0		60 × 6 * P
29,2	6,89	1,80	46,2	2,26	12,2	4,86	1,16				17,0	40,0		60 × 8 *
34,9	8,41	1,78	55,1	2,23	14,8	5,67	1,16				20,3	38,0		60 × 10
36,9	7,27	2,13	58,5	2,68	15,3	5,59	1,37	40	30	21	21,6	50,5	0,272	70 × 6 * P
42,3	8,41	2,12	67,1	2,67	17,5	6,27	1,36				24,8	49,5		70 × 7 * P
47,5	9,52	2,11	75,3	2,66	19,7	6,91	1,36				27,8	47,5		70 × 8 *
57,2	11,7	2,09	90,5	2,63	23,9	8,10	1,35				33,3	46,5		70 × 10
72,2	12,6	2,43	115	3,06	29,9	9,36	1,56	45	35	23	42,7	57,0	0,311	80 × 8 * P
87,5	13,4	2,41	139	3,03	36,3	11,0	1,55				51,6	55,0		80 × 10 *
102	18,2	2,39	161	3,00	42,7	12,5	1,55				59,0	53,0		80 × 12
104	16,1	2,74	166	3,45	43,1	12,2	1,76	50	40	25	61,5	65,5	0,351	90 × 8 * P
127	19,8	2,72	201	3,43	52,5	14,4	1,75				74,2	63,5		90 × 10 *
148	23,3	2,70	234	3,40	61,7	16,4	1,74				86,1	61,5		90 × 12



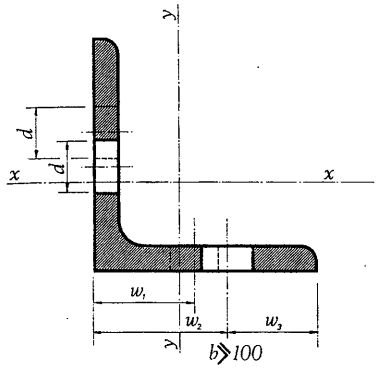
Un perfil L. Sección bruta.

L	Dimensiones mm				Sección	Peso	Posición de los ejes cm			
	b	*e*	*r*	r_1	*A* cm²	*P* kg/m	*c*	*w'*	*v'*	*v''*
100 × 8 * P	100	8	12	6,0	15,5	12,2	2,74	7,07	3,87	3,52
100 × 10 * P	100	10	12	6,0	19,2	15,0	2,82	7,07	3,99	3,54
100 × 12	100	12	12	6,0	22,7	17,8	2,90	7,07	4,11	3,57
100 × 15	100	15	12	6,0	27,9	21,9	3,02	7,07	4,27	3,61
120 × 10 * P	120	10	13	6,5	23,2	18,2	3,31	8,49	4,69	4,23
120 × 12 * P	120	12	13	6,5	27,5	21,6	3,40	8,49	4,80	4,28
120 × 15	120	15	13	6,5	33,9	26,6	3,51	8,49	4,97	4,31
150 × 12 * P	150	12	16	8,0	34,8	27,3	4,12	10,6	5,83	5,29
150 × 15 * P	150	15	16	8,0	43,0	33,8	4,25	10,6	6,01	5,33
150 × 18	150	18	16	8,0	51,0	40,1	4,37	10,6	6,17	5,38
180 × 15 *	180	15	18	9,0	52,1	40,9	4,98	12,7	7,05	6,36
180 × 18	180	18	18	9,0	61,9	48,6	5,10	12,7	7,22	6,41
180 × 20	180	20	18	9,0	68,3	53,7	5,18	12,7	7,33	6,44
200 × 16 *	200	16	18	9,0	61,8	48,5	5,52	14,1	7,81	7,09
200 × 18 *	200	18	18	9,0	69,1	54,2	5,60	14,1	7,93	7,12
200 × 20	200	20	18	9,0	76,3	59,9	5,68	14,1	8,04	7,15
200 × 24	200	24	18	9,0	90,6	71,1	5,84	14,1	8,26	7,21

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.

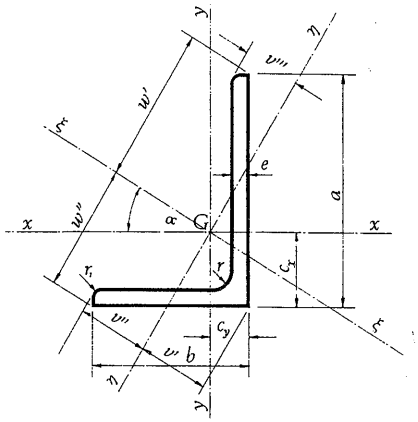
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.1.7



Referido a los ejes								w_1	w_2	w_3	d	I_{xy}	b_1	u	L
x-x = y-y			ξ-ξ		η-η										
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_ξ cm^4	i_ξ cm	I_η cm^4	W_η cm^3	i_η cm	mm	mm	mm	mm	cm^4	mm	m^2/m	
145	19,9	3,06	230	3,85	59,8	15,5	1,96					85,1	74,0		100 × 8 * P
177	24,6	3,04	280	3,83	72,9	18,3	1,95	45	60	40	25	104	72,0	0,390	100 × 10 *
207	29,1	3,02	328	3,80	85,7	20,9	1,94					121	70,0		100 × 12
249	25,6	2,89	393	3,75	104	24,4	1,93					145	67,0		100 × 15
313	36,0	3,67	497	4,63	129	27,5	2,36					184	90,5		120 × 10 * P
368	42,7	3,65	584	4,60	152	31,5	2,35	50	80	40	25	216	88,5	0,469	120 × 12 * P
445	52,4	3,62	705	4,56	185	37,1	2,33					260	85,5		120 × 15
737	67,7	4,60	1 170	5,80	303	52,0	2,95					434	114		150 × 12 * P
898	83,5	4,57	1 430	5,76	370	61,6	2,93	50	105	45	28	530	131	0,586	150 × 15 * P
1 050	98,7	4,54	1 670	5,71	435	70,4	2,92					612	128		150 × 18
1 590	122	5,52	2 520	6,96	653	92,6	3,54					933	138		180 × 15 *
1 870	145	5,49	2 960	6,92	768	106	3,52	60	135	45	28	1 096	135	0,705	180 × 18
2 040	159	5,47	3 240	6,89	843	115	3,51					1 198	133		180 × 20
2 540	162	6,16	3 720	7,76	960	123	3,94					1 380	157		200 × 16 *
2 600	181	6,13	4 130	7,73	1 070	135	3,93	60	150	50	28	1 530	155	0,785	200 × 18 *
2 850	199	6,11	4 530	7,70	1 170	146	3,92					1 680	153		200 × 20
3 330	235	6,06	5 280	7,64	1 380	167	3,90					1 950	149		200 × 24

1.1.7

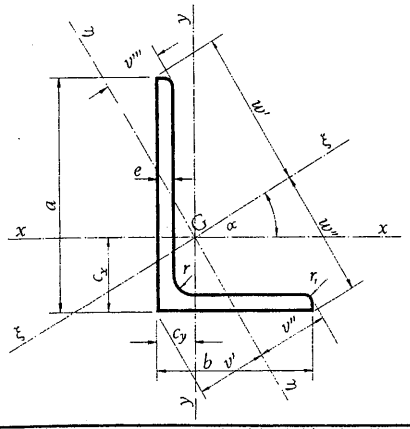


Un perfil LD. Sección bruta.

LD	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	Posición de los ejes						
	a	b	e	r	r_1	cm^2	kg/m	c_x cm	c_y cm	v' cm	v'' cm	v''' cm	w' cm	tgα
30 × 20 × 3 *	30	20	3	4	2,0	1,43	1,12	0,99	0,50	0,86	1,04	0,56	2,05	0,428
30 × 20 × 4 *	30	20	4	4	2,0	1,86	1,46	1,03	0,54	0,91	1,04	0,58	2,02	0,421
30 × 20 × 5	30	20	5	4	2,0	2,27	1,78	1,07	0,58	0,94	1,04	0,60	2,00	0,412
40 × 20 × 3 *	40	20	3	4	2,0	1,73	1,36	1,42	0,44	0,79	1,19	0,46	2,61	0,257
40 × 20 × 4 *	40	20	4	4	2,0	2,26	1,77	1,47	0,48	0,83	1,17	0,50	2,58	0,252
40 × 20 × 5	40	20	5	4	2,0	2,77	2,17	1,51	0,52	0,86	1,16	0,53	2,55	0,245
40 × 25 × 4	40	25	4	4	2,0	2,46	1,93	1,36	0,62	1,06	1,35	0,68	2,69	0,381
40 × 25 × 5	40	25	5	4	2,0	3,02	2,37	1,40	0,66	1,11	1,35	0,70	2,66	0,375
45 × 30 × 4 *	45	30	4	4	2,0	2,86	2,24	1,48	0,74	1,27	1,58	0,83	3,06	0,434
45 × 30 × 5 *	45	30	5	4	2,0	3,52	2,76	1,52	0,78	1,32	1,57	0,85	3,04	0,429
60 × 30 × 5	60	30	5	6	3,0	4,29	3,37	2,15	0,68	1,20	1,77	0,72	3,89	0,256
60 × 30 × 6	60	30	6	6	3,0	5,08	3,99	2,20	0,72	1,23	1,75	0,75	3,86	0,252
60 × 40 × 5 *	60	40	5	6	3,0	4,79	3,76	1,96	0,97	1,68	2,10	1,10	4,10	0,434
60 × 40 × 6 *	60	40	6	6	3,0	5,68	4,46	2,00	1,01	1,72	2,10	1,12	4,08	0,431
60 × 40 × 7	60	40	7	6	3,0	6,55	5,14	2,04	1,05	1,77	2,09	1,14	4,06	0,427
65 × 50 × 5 *	65	50	5	6	3,0	5,54	4,35	1,99	1,25	2,08	2,39	1,50	4,53	0,577
65 × 50 × 6	65	50	6	6	3,0	6,58	5,16	2,04	1,29	2,13	2,39	1,51	4,52	0,575
65 × 50 × 7 *	65	50	7	6	3,0	7,60	5,96	2,08	1,33	2,19	2,39	1,52	4,50	0,572
65 × 50 × 8	65	50	8	6	3,0	8,60	6,75	2,11	1,37	2,23	2,39	1,53	4,49	0,569

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

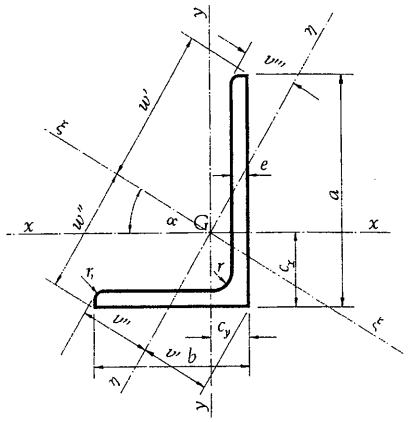
1. 1.8



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro

Referido a los ejes										LD
x-x			y-y			ξ-ξ		η-η		
I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_ξ cm⁴	i_ξ cm	I_η cm⁴	i_η cm	
1,25	0,62	0,93	0,44	0,29	0,55	1,43	1,00	0,26	0,42	30 × 20 × 3 *
1,59	0,81	0,92	0,55	0,38	0,55	1,81	0,99	0,33	0,42	30 × 20 × 4 *
1,90	0,98	0,91	0,66	0,46	0,54	2,15	0,97	0,40	0,42	30 × 20 × 5
2,80	1,09	1,27	0,47	0,30	0,52	2,96	1,31	0,31	0,42	40 × 20 × 3 *
3,59	1,42	1,26	0,60	0,39	0,51	3,80	1,30	0,39	0,42	40 × 20 × 4 *
4,32	1,75	1,25	0,71	0,48	0,51	4,55	1,28	0,48	0,42	40 × 20 × 5
3,89	1,47	1,26	1,16	0,62	0,69	4,35	1,33	0,70	0,53	40 × 25 × 4
4,69	1,81	1,25	1,39	0,76	0,68	5,23	1,32	0,85	0,53	40 × 25 × 5
5,77	1,91	1,42	2,05	0,91	0,85	6,63	1,52	1,19	0,65	45 × 30 × 4 *
6,98	2,35	1,41	2,47	1,11	0,84	8,00	1,51	1,45	0,64	45 × 30 × 5 *
15,5	4,04	1,90	2,60	1,12	0,78	16,5	1,96	1,70	0,63	60 × 30 × 5
18,2	4,78	1,89	3,02	1,32	0,77	19,2	1,95	1,99	0,63	60 × 30 × 6
17,2	4,25	1,89	6,11	2,02	1,13	19,8	2,03	3,54	0,86	60 × 40 × 5 *
20,1	5,03	1,88	7,12	2,38	1,12	23,1	2,02	4,15	0,86	60 × 40 × 6 *
22,9	5,79	1,87	8,07	2,74	1,11	26,3	2,00	4,75	0,85	60 × 40 × 7
23,2	5,14	2,05	11,9	3,19	1,47	28,8	2,28	6,32	1,07	65 × 50 × 5 *
27,2	6,10	2,03	14,0	3,77	1,46	33,8	2,27	7,43	1,06	65 × 50 × 6
31,1	7,03	2,02	15,9	4,34	1,45	38,5	2,25	8,51	1,06	65 × 50 × 7 *
34,8	7,93	2,01	17,7	4,89	1,44	43,0	2,24	9,56	1,05	65 × 50 × 8

1. 1.8



Un perfil LD. Sección bruta.

LD	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	Posición de los ejes						
	a	b	e	r	r_1	cm²	kg/m	c_x cm	c_y cm	v' cm	v'' cm	v''' cm	w' cm	tgα
75 × 50 × 5 *	75	50	5	7	3,5	6,05	4,75	2,39	1,17	2,03	2,65	1,32	5,15	0,436
75 × 50 × 6	75	50	6	7	3,5	7,19	5,65	2,44	1,21	2,08	2,63	1,35	5,12	0,435
75 × 50 × 7 *	75	50	7	7	3,5	8,31	6,53	2,48	1,25	2,13	2,63	1,38	5,10	0,433
75 × 50 × 8	75	50	8	7	3,5	9,41	7,39	2,52	1,29	2,18	2,62	1,42	5,08	0,430
80 × 40 × 5	80	40	5	7	3,5	5,80	4,56	2,81	0,84	1,51	2,40	0,91	5,24	0,260
80 × 40 × 6 *	80	40	6	7	3,5	6,89	5,41	2,85	0,88	1,55	2,38	0,89	5,20	0,258
80 × 40 × 7	80	40	7	7	3,5	7,96	6,25	2,90	0,92	1,61	2,36	0,97	5,17	0,256
80 × 40 × 8 *	80	40	8	7	3,5	9,01	7,07	2,94	0,96	1,65	2,34	1,04	5,14	0,253
80 × 60 × 6	80	60	6	8	4,0	8,11	6,37	2,47	1,48	2,50	2,92	1,72	5,57	0,548
80 × 60 × 7 *	80	60	7	8	4,0	9,38	7,56	2,51	1,52	2,53	2,92	1,77	5,55	0,546
80 × 60 × 8	80	60	8	8	4,0	10,6	8,34	2,55	1,56	2,58	2,92	1,80	5,53	0,544
100 × 50 × 6 *	100	50	6	9	4,5	8,73	6,85	3,49	1,04	1,91	3,00	1,15	6,56	0,260
100 × 50 × 7	100	50	7	9	4,5	10,1	7,93	3,54	1,08	1,93	2,98	1,15	6,52	0,259
100 × 50 × 8 *	100	50	8	9	4,5	11,4	8,99	3,59	1,12	2,00	2,96	1,18	6,49	0,257
100 × 50 × 10	100	50	10	9	4,5	14,1	11,1	3,67	1,20	2,08	2,93	1,22	6,43	0,253
100 × 65 × 7	100	65	7	10	5,0	11,2	8,77	3,23	1,51	2,66	3,48	1,73	6,83	0,415
100 × 65 × 8 *	100	65	8	10	5,0	12,7	9,94	3,27	1,55	2,68	3,47	1,73	6,81	0,414
100 × 65 × 10 *	100	65	10	10	5,0	15,6	12,3	3,36	1,63	2,78	3,45	1,78	6,76	0,410
100 × 75 × 8 P	100	75	8	10	5,0	13,5	10,6	3,10	1,87	3,12	3,65	2,19	6,95	0,547
100 × 75 × 10 P	100	75	10	10	5,0	16,6	13,0	3,19	1,95	3,23	3,65	2,24	6,92	0,544
100 × 75 × 12 P	100	75	12	10	5,0	19,7	15,4	3,27	2,03	3,34	3,65	2,29	6,89	0,540

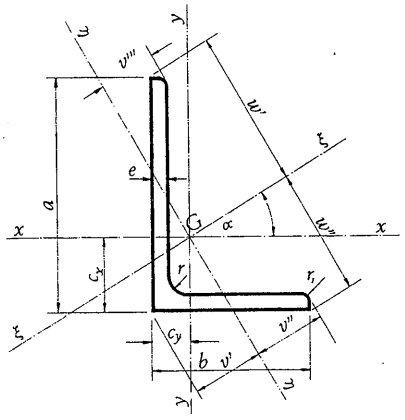
* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 1.8

valores estáticos perfiles laminados sección bruta

L

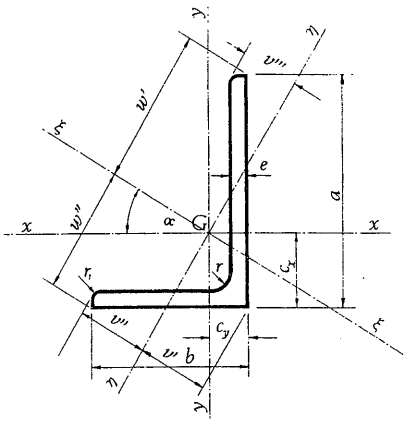


A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

Referido a los ejes										LD
x-x			y-y			ξ-ξ		η-η		
I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_ξ cm⁴	i_ξ cm	I_η cm⁴	i_η cm	
34,4	6,74	2,38	12,3	3,21	1,43	39,6	2,56	7,11	1,08	75 × 50 × 5 *
40,5	8,01	2,37	14,4	3,81	1,42	46,6	2,55	8,36	1,08	75 × 50 × 6
46,4	9,24	2,36	16,5	4,39	1,41	53,3	2,53	9,57	1,07	75 × 50 × 7 *
52,0	10,4	2,35	18,4	4,95	1,40	59,7	2,52	10,8	1,07	75 × 50 × 8
38,2	7,55	2,56	6,49	2,06	1,06	40,5	2,64	4,19	0,85	80 × 40 × 5
44,9	8,73	2,55	7,59	2,44	1,05	47,6	2,63	4,92	0,85	80 × 40 × 6 *
51,4	10,1	2,54	8,63	2,81	1,04	54,4	2,61	5,64	0,84	80 × 40 × 7
57,6	11,4	2,53	9,61	3,16	1,03	60,9	2,60	6,33	0,84	80 × 40 × 8 *
51,4	9,29	2,52	24,8	5,49	1,75	62,8	2,78	13,4	1,29	80 × 60 × 6
59,0	10,7	2,51	28,4	6,34	1,74	72,0	2,77	15,4	1,28	80 × 60 × 7 *
66,3	12,2	2,50	31,8	7,16	1,73	80,8	2,76	17,3	1,27	80 × 60 × 8
89,7	13,8	3,21	15,3	3,85	1,32	95,1	3,30	9,85	1,06	100 × 50 × 6 *
103	16,0	3,20	17,4	4,46	1,31	109	3,29	11,3	1,06	100 × 50 × 7
116	18,1	3,18	19,5	5,04	1,31	123	3,28	12,7	1,05	100 × 50 × 8 *
141	22,2	3,16	23,4	6,17	1,29	149	3,25	15,4	1,05	100 × 50 × 10
113	16,6	3,17	57,6	7,53	1,83	128	3,39	22,0	1,40	100 × 65 × 7
127	18,9	3,16	42,2	8,54	1,83	144	3,37	24,8	1,40	100 × 65 × 8 *
154	23,2	3,14	51,0	10,5	1,81	175	3,35	30,1	1,39	100 × 65 × 10 *
133	19,3	3,14	64,1	11,4	2,18	163	3,47	34,6	1,60	100 × 75 × 8 P
162	23,8	3,12	77,6	14,0	2,16	197	3,45	42,2	1,59	100 × 75 × 10 P
189	28,0	3,10	90,2	16,5	2,14	230	3,42	49,5	1,59	100 × 75 × 12 P

1. 1.8



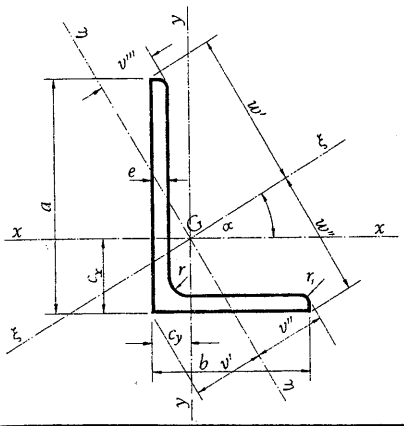
Un perfil LD. Sección bruta.

LD	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	Posición de los ejes						
	a	b	e	r	r_1	cm²	kg/m	c_x cm	c_y cm	v' cm	v'' cm	v''' cm	w' cm	tgα
120 × 80 × 8 * P	120	80	8	11	5,5	15,5	12,2	3,83	1,87	3,27	4,23	2,16	8,23	0,437
120 × 80 × 10 * P	120	80	10	11	5,5	19,1	15,0	3,92	1,95	3,37	4,21	2,19	8,19	0,435
120 × 80 × 12 * P	120	80	12	11	5,5	22,7	17,8	4,00	2,03	3,46	4,20	2,25	8,15	0,431
130 × 65 × 8	130	65	8	11	5,5	15,1	11,8	4,56	1,37	2,49	3,90	1,47	8,51	0,261
130 × 65 × 10 *	130	65	10	11	5,5	18,6	14,6	4,65	1,45	2,58	3,86	1,54	8,44	0,258
130 × 65 × 12 *	130	65	12	11	5,5	22,1	17,3	4,74	1,53	2,66	3,83	1,60	8,38	0,255
150 × 75 × 9	150	75	9	11	5,5	19,6	15,4	5,27	1,57	2,90	4,50	1,72	9,81	0,262
150 × 75 × 10 *	150	75	10	11	5,5	21,6	17,0	5,32	1,61	2,90	4,48	1,73	9,77	0,261
150 × 75 × 12 *	150	75	12	11	5,5	25,7	20,2	5,41	1,69	2,99	4,45	1,81	9,71	0,259
150 × 75 × 15	150	75	15	11	5,5	31,6	24,8	5,53	1,81	3,11	4,41	1,91	9,62	0,254
150 × 90 × 10 *	150	90	10	12	6,0	23,2	18,2	5,00	2,04	3,60	5,03	2,24	10,1	0,361
150 × 90 × 12	150	90	12	12	6,0	27,5	21,6	5,08	2,12	3,70	5,00	2,30	10,1	0,358
150 × 90 × 15 *	150	90	15	12	6,0	33,9	26,6	5,21	2,23	3,84	4,98	2,46	9,98	0,354
200 × 100 × 10	200	100	10	15	7,5	29,2	23,0	6,93	2,01	3,75	6,05	2,22	13,2	0,265
200 × 100 × 12	200	100	12	15	7,5	34,8	27,3	7,03	2,10	3,84	6,00	2,26	13,1	0,262
200 × 100 × 15	200	100	15	15	7,5	43,0	33,7	7,16	2,22	3,94	5,95	2,37	13,0	0,260
200 × 150 × 10	200	150	10	15	7,5	34,2	26,9	5,99	3,53	5,98	7,35	4,55	14,0	0,553
200 × 150 × 12	200	150	12	15	7,5	40,8	32,0	6,08	3,61	6,09	7,34	4,17	13,9	0,552
200 × 150 × 15	200	150	15	15	7,5	50,5	39,6	6,21	3,73	6,26	7,33	3,99	13,9	0,551
200 × 150 × 18	200	150	18	15	7,5	60,0	47,1	6,33	3,85	6,41	7,33	3,69	13,8	0,548

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

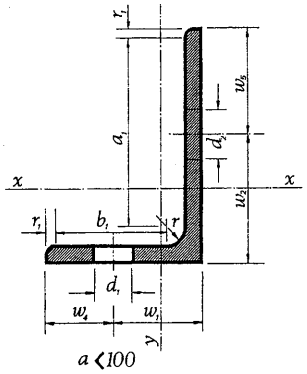
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.1.8



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro

Referido a los ejes										LD
x-x			y-y			ξ-ξ		η-η		
I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_ξ cm⁴	i_ξ cm	I_η cm⁴	i_η cm	
226	27,6	3,82	80,8	13,2	2,28	260	4,10	46,6	1,73	120 × 80 × 8 * P
276	34,1	3,80	98,1	16,2	2,26	317	4,07	56,8	1,72	120 × 80 × 10 * P
323	40,4	3,77	114	19,1	2,24	371	4,04	76,6	1,71	120 × 80 × 12 * P
263	31,1	4,17	44,8	8,2	1,72	278	4,30	28,9	1,38	130 × 65 × 8
320	38,4	4,15	54,2	10,7	1,71	339	4,27	35,2	1,37	130 × 65 × 10 *
375	45,4	4,12	63,0	12,7	1,69	397	4,24	41,2	1,37	130 × 65 × 12 *
456	46,9	4,83	78,3	13,2	2,00	484	4,97	50,4	1,60	150 × 75 × 9
501	51,8	4,81	85,8	14,6	1,99	532	4,96	55,3	1,60	150 × 75 × 10 *
589	61,4	4,79	99,9	17,2	1,97	624	4,93	64,9	1,59	150 × 75 × 12 *
713	75,3	4,75	120	21,0	1,94	754	4,88	78,8	1,58	150 × 75 × 15
533	53,3	4,80	146	21,0	2,51	591	5,05	88	1,95	150 × 90 × 10 *
627	63,3	4,77	171	24,8	2,49	695	5,02	104	1,94	150 × 90 × 12
761	77,7	4,74	205	30,4	2,46	841	4,98	126	1,93	150 × 90 × 15 *
1 220	93,2	6,46	210	26,3	2,68	1 290	6,65	135	2,15	200 × 100 × 10
1 440	111	6,43	247	31,3	2,67	1 530	6,63	159	2,14	200 × 100 × 12
1 760	137	6,40	299	38,4	2,64	1 860	6,58	194	2,12	200 × 100 × 15
1 400	99,6	6,38	680	59,2	4,46	1 710	7,07	364	3,26	200 × 150 × 10
1 650	119	6,36	803	70,5	4,44	2 030	7,05	430	3,25	200 × 150 × 12
2 020	147	6,33	979	86,9	4,40	2 480	7,00	526	3,23	200 × 150 × 15
2 380	174	6,29	1 150	103	4,37	2 900	6,96	618	3,21	200 × 150 × 18



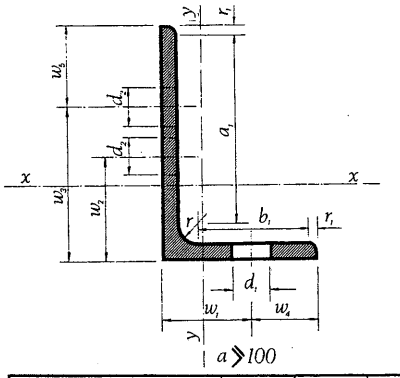
a < 100

Un perfil LD. Sección bruta.

LD	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	w_4 mm	w_5 mm	∅ d_1 mm	∅ d_2 mm	a_1 mm	b_1 mm	u m²/m
30 × 20 × 3 * 30 × 20 × 4 * 30 × 20 × 5	12	17		8	13	4,3	8,4	21 20 19	11 10 9	0,097
40 × 20 × 3 * 40 × 20 × 4 * 40 × 20 × 5	12	22		8	18	4,3	11	31 30 29	11 10 9	0,117
40 × 25 × 4 40 × 25 × 5	15	22		10	18	6,4	11	30 29	15 14	0,127
45 × 30 × 4 * 45 × 30 × 5 *	17	25		13	20	8,4	13	35 34	20 19	0,147
60 × 30 × 5 60 × 30 × 6	17	35		13	25	8,4	17	46 45	16 15	0,175
60 × 40 × 5 * 60 × 40 × 6 * 60 × 40 × 7	22	35		18	25	11	17	46 45 44	26 25 24	0,195
65 × 50 × 5 * 65 × 50 × 6 65 × 50 × 7 * 65 × 50 × 8	30	35		20	30	11	21	51 50 49 48	36 35 34 33	0,225
75 × 50 × 5 * 75 × 50 × 6 75 × 50 × 7 * 75 × 50 × 8	30	40		20	35	13	23	59,5 58,5 57,5 56,5	34,5 33,5 32,5 31,5	0,244
80 × 40 × 5 80 × 40 × 6 * 80 × 40 × 7 80 × 40 × 8 *	22	45		18	35	11	23	64,5 63,5 62,5 61,5	24,5 23,5 22,5 21,5	0,234
80 × 60 × 6 80 × 60 × 7 * 80 × 60 × 8	35	45		25	35	17	23	62 61 60	42 41 40	0,273

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

1.1.8

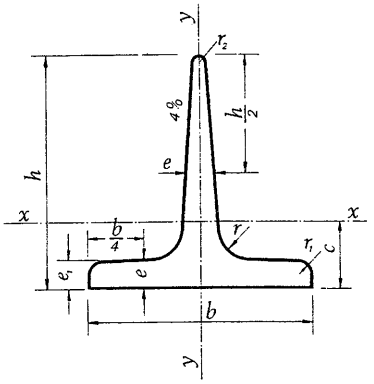


Un perfil LD

LD	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	w_4 mm	w_5 mm	$\varnothing$ d_1 mm	$\varnothing$ d_2 mm	a_1 mm	b_1 mm	u m²/m
100 × 50 × 6 * 100 × 50 × 7 * 100 × 50 × 8 100 × 50 × 10	30	45	60	20	40	13	25	80,5 79,5 78,5 76,5	30,5 29,5 28,5 26,5	0,292
100 × 65 × 7 100 × 65 × 8 * 100 × 65 × 10 *	35	45	60	30	40	21	25	78 77 75	43 42 40	0,321
100 × 75 × 8 P 100 × 75 × 10 P 100 × 75 × 12 P	40	45	60	35	40	23	25	77 75 73	52 50 48	0,341
120 × 80 × 8 * P 120 × 80 × 10 * P 120 × 80 × 12 * P	45	50	80	35	40	23	25	95,5 93,5 91,5	55,5 53,5 51,5	0,391
130 × 65 × 8 130 × 65 × 10 * 130 × 65 × 12 *	35	50	90	30	40	21	25	105,5 103,5 101,5	40,5 38,5 36,5	0,381
150 × 75 × 9 150 × 75 × 10 * 150 × 75 × 12 * 150 × 75 × 15	40	50	105	35	45	23	28	124,5 123,5 121,5 118,5	49,5 48,5 46,5 43,5	0,441
150 × 90 × 10 * 150 × 90 × 12 150 × 90 × 15 *	50	50	105	40	45	25	28	122 120 117	62 60 57	0,470
200 × 100 × 10 200 × 100 × 12 200 × 100 × 15	45	60	150	55	50	25	28	167,5 165,5 162,5	67,5 65,5 62,5	0,587
200 × 150 × 10 200 × 150 × 12 200 × 150 × 15 200 × 150 × 18	50	60	150	100	50	28	28	167,5 165,5 162,5 159,5	117,5 115,5 112,5 109,5	0,687

* Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.1.8

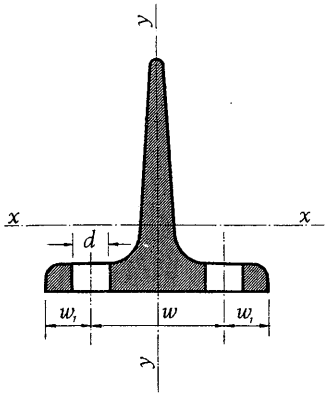


Un perfil T. Sección bruta.

⊥	Dimensiones mm					Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x		
	h	b	$e = r$	r_1	r_2			I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm
25 × 25	25	25	3,5	2,0	1,0	1,64	1,29	0,87	0,49	0,73
30 × 30	30	30	4,0	2,0	1,0	2,26	1,77	1,72	0,80	0,87
35 × 35	35	35	4,5	2,5	1,0	2,97	2,33	3,10	1,23	1,04
40 × 40	40	40	5,0	2,5	1,0	3,77	2,96	5,28	1,84	1,18
45 × 45	45	45	5,5	3,0	1,5	4,67	3,67	8,13	2,51	1,32
50 × 50	50	50	6,0	3,0	1,5	5,66	4,44	12,1	3,36	1,46
60 × 60	60	60	7,0	3,5	2,0	7,94	6,23	23,8	5,48	1,73
70 × 70	70	70	8,0	4,0	2,0	10,6	8,32	44,5	8,79	2,05
80 × 80	80	80	9,0	4,5	2,0	13,6	10,7	73,7	12,8	2,33
100 × 100	100	100	11	5,5	3,0	20,9	16,4	179	24,6	2,92

1.1.9

valores estáticos perfiles laminados sección bruta



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
η = Rendimiento
u = Superficie lateral por metro lineal

Referido al eje y-y			w	w_1	d	c	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u	⊥
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	mm	mm	mm	cm		m²/m	
0,43	0,34	0,51	15	5	3,2	0,73	0,380	0,093	25 × 25
0,87	0,58	0,62	17	6,5	4,3	0,85	0,452	0,114	30 × 30
1,57	0,90	0,73	19	8	4,3	0,99	0,528	0,133	35 × 35
2,58	1,29	0,83	21	9,5	6,4	1,12	0,622	0,153	40 × 40
4,01	1,78	0,93	24	10,5	6,4	1,26	0,684	0,165	45 × 45
6,06	2,42	1,03	30	10	6,4	1,39	0,757	0,191	50 × 50
12,2	4,07	1,24	34	13	8,4	1,66	0,880	0,229	60 × 60
22,1	6,32	1,44	38	16	11	1,94	1,06	0,268	70 × 70
37,0	9,25	1,65	45	17,5	11	2,22	1,20	0,307	80 × 80
88,3	17,7	2,03	60	20	13	2,74	1,50	0,383	100 × 100

1.1.9

1.2 perfiles laminados. Sección neta, sección semineta y disposición de agujeros

 1.2.1 un perfil IPN, agujeros en las alas

 1.2.2 un perfil IPE, agujeros en las alas

 1.2.3 un perfil HEB, agujeros en las alas

 1.2.4 un perfil HEA, agujeros en las alas

 1.2.5 un perfil HEM, agujeros en las alas

 1.2.6 un perfil IPN, agujeros en el alma

 1.2.7 un perfil IPE, agujeros en el alma

 1.2.8 un perfil HEB, agujeros en el alma

 1.2.9 un perfil HEA, agujeros en el alma

 1.2.10 un perfil HEM, agujeros en el alma

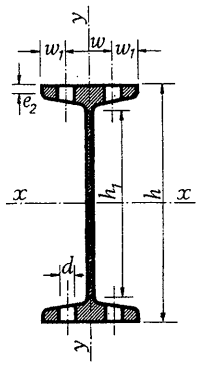
 1.2.11 un perfil UPN, agujeros en las alas

 1.2.12 un perfil UPN, agujeros en el alma

 1.2.13 un perfil L, agujeros en las alas

 1.2.14 un perfil LD, agujeros en las alas

1.2.15 casquillo aprietatuercas



Un perfil IPN. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

IPN	e_1	d [1]	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
	mm	mm	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
80	5,83	6,4	6,83	67,5	16,9	5,36	2,55	6,09	57,2	14,3	4,43	2,11
100	6,59	6,4	9,76	153	30,5	10,5	4,21	8,91	134	26,8	8,84	3,53
120	7,49	8,4	12,9	288	48,0	18,2	6,28	11,7	248	41,4	14,9	5,14
140	8,53	**11**	16,4	492	70,2	29,6	8,97	14,5	411	58,6	24,0	7,27
		13	16,1	477	68,1	28,5	8,63	13,9	381	54,4	21,8	6,59
160	9,29	**11**	20,8	819	102	46,3	12,5	18,7	703	87,8	37,9	10,3
		13	20,4	798	99,7	44,7	12,1	18,0	660	82,5	34,7	9,38
180	10,19	11	25,7	1 290	143	70,2	17,1	23,4	1 130	125	59,1	14,4
		13	25,3	1 260	140	68,1	16,6	22,6	1 070	119	54,9	13,4
		17	24,4	1 200	133	63,7	15,5	21,0	950	106	46,1	11,2
200	11,09	11	31,1	1 920	192	103	22,8	28,6	1 700	170	88,4	19,6
		13	30,6	1 880	188	100	22,2	27,7	1 620	162	83,0	18,4
		17	29,7	1 800	180	94,4	21,0	26,0	1 470	147	71,7	15,9
220	11,99	**13**	36,5	2 720	247	140	28,7	33,4	2 380	217	119	24,3
		17	35,5	2 620	238	133	27,2	31,4	2 180	198	105	21,4
240	12,89	13	42,7	3 820	318	194	36,7	39,4	3 380	282	168	31,6
		17	41,7	3 680	307	186	35,0	37,3	3 120	260	150	28,3
		21	40,7	3 550	296	177	33,3	35,3	2 850	238	132	24,9
260	13,86	13	49,8	5 190	400	255	45,1	46,2	4 650	357	222	39,3
		17	48,7	5 030	387	244	43,3	44,0	4 310	332	201	35,6
		21	47,6	4 860	374	233	41,3	41,8	3 970	306	179	31,7
		23	47,0	4 770	367	228	40,3	40,6	3 810	293	168	29,7
280	15,03	13	57,2	6 900	493	326	54,8	53,3	6 220	444	288	48,4
		17	56,0	6 690	478	314	52,7	50,9	5 790	414	263	44,3
		21	54,8	6 480	463	301	50,6	48,5	5 370	384	238	40,0
		23	54,2	6 380	455	295	49,5	47,3	5 160	369	225	37,8
300	16,10	17	63,9	8 700	580	394	63,0	58,2	7 590	506	336	53,8
		21	62,3	8 440	562	379	60,7	55,6	7 070	471	308	49,2
		23	61,7	8 310	554	372	59,5	54,3	6 810	454	293	46,8
		25	61,1	8 180	545	364	58,3	53,0	6 550	437	278	44,4

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

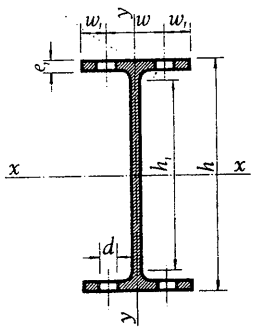
1.2.1



IPN	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
320	16,99	17	72,0	11 180	699	483	73,7	66,2	9 860	616	411	62,7
		21	70,7	10 870	679	465	71,0	63,5	9 230	577	375	57,2
		23	70,0	10 710	670	456	69,6	62,2	8 920	557	357	54,4
		25	69,3	10 560	660	447	68,2	60,8	8 610	538	338	51,6
340	17,92	17	80,7	14 120	830	589	86,0	74,6	12 540	737	504	73,6
		21	79,3	13 750	809	568	82,9	71,7	11 790	694	462	67,5
		23	78,6	13 560	798	558	81,4	70,3	11 420	672	441	64,4
		25	77,8	13 370	787	547	79,8	68,9	11 050	650	419	61,2
360	19,19	21	89,0	17 270	959	699	97,7	81,0	14 920	829	579	81,0
		23	88,3	17 040	947	687	96,0	79,4	14 480	804	555	77,7
		25	87,5	16 820	934	674	94,3	77,9	14 030	780	531	74,3
380	19,98	21	98,6	21 290	1 120	831	112	90,2	18 570	977	687	92,2
		23	97,8	21 030	1 110	816	110	88,6	18 050	950	658	88,3
		25	97,0	20 770	1 090	802	108	87,0	17 530	923	629	84,4
400	21,01	21	109	26 040	1 300	994	128	100	22 870	1 140	827	107
		23	108	25 740	1 290	977	126	98,7	22 260	1 110	794	102
		25	107	25 430	1 270	960	124	97,0	21 660	1 080	761	98,1
		28	106	24 980	1 250	935	121	94,5	20 750	1 040	710	91,6
450	23,67	23	136	40 900	1 820	1 480	175	125	35 940	1 600	1 240	146
		25	135	40 470	1 800	1 460	172	123	35 080	1 560	1 190	141
		28	134	39 820	1 770	1 430	168	120	33 790	1 500	1 130	133
500	26,48	23	168	61 900	2 480	2 170	235	156	55 070	2 200	1 860	201
		25	167	61 310	2 450	2 140	232	154	53 880	2 160	1 800	195
		28	165	60 420	2 420	2 100	227	150	52 100	2 080	1 720	186
550	29,30	25	198	89 240	3 250	3 040	304	184	79 300	2 880	2 590	259
		28	197	88 050	3 200	2 980	298	180	76 910	2 800	2 480	248
600	31,53	25	238	126 300	4 210	4 090	381	222	113 500	3 780	3 520	327
		28	236	124 700	4 160	4 020	374	219	110 400	3 680	3 380	314

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1.2.1



Un perfil IPE. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

IPE	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
80	5,2	**6,4**	6,97	70,8	17,7	7,43	3,23	6,31	61,4	15,4	6,36	2,77
100	5,7	**8,4**	9,34	150	29,9	13,7	4,98	8,38	128	25,7	11,5	4,17
120	6,3	**8,4**	12,1	284	47,3	24,4	7,62	11,1	250	41,6	21,1	6,59
140	6,9	**11**	14,9	474	67,7	38,7	10,6	13,4	406	58,1	32,4	8,89
		13	14,6	461	65,9	37,5	10,3	12,8	382	54,6	30,0	8,23
160	7,4	11	18,5	774	96,8	60,3	14,7	16,8	679	84,9	52,2	12,7
		13	18,2	757	94,6	58,7	14,3	16,3	645	80,6	49,1	12,0
180	8,0	11	22,1	1 190	132	90,7	19,9	20,4	1 060	118	80,4	17,7
		13	21,8	1 170	130	88,7	19,5	19,7	1 010	112	76,5	16,8
		17	21,2	1 120	124	84,7	18,6	18,5	917	102	68,4	15,0
200	8,5	11	26,6	1 770	177	129	25,8	24,8	1 600	160	116	23,3
		13	26,3	1 740	174	127	25,4	24,1	1 530	153	111	22,3
		17	25,6	1 680	168	122	24,4	22,7	1 410	141	102	20,3
220	9,2	13	31,0	2 500	228	185	33,6	28,6	2 240	203	164	29,8
		17	30,3	2 420	220	178	32,4	27,1	2 070	189	151	27,4
240	9,8	13	36,6	3 550	296	257	42,8	34,0	3 210	268	229	38,2
		17	35,8	3 450	287	248	41,3	32,4	3 010	251	212	35,3
		21	35,0	3 340	279	239	39,8	30,9	2 800	233	194	32,3
270	10,2	13	43,2	5 340	396	385	57,1	40,6	4 890	363	351	51,9
		17	42,4	5 200	386	374	55,4	39,0	4 620	342	328	48,7
		21	41,6	5 070	375	363	53,8	37,3	4 340	322	306	45,3
		23	41,2	5 000	370	357	52,9	36,5	4 210	312	294	43,6

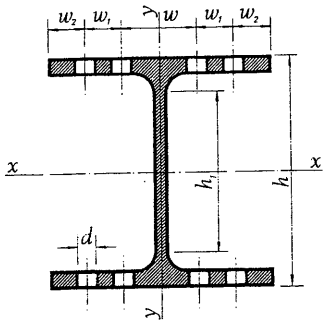
[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1.2.2



IPE	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
300	10,7	17	50,2	7 600	507	545	72,7	46,5	6 840	456	486	64,8
		21	49,3	7 420	495	530	70,7	44,8	6 480	432	457	60,9
		23	48,9	7 330	489	523	69,7	44,0	6 300	420	442	59,0
		25	48,5	7 240	483	516	68,7	43,1	6 120	408	427	57,0
330	11,5	17	58,7	10 780	653	716	89,6	54,8	9 790	593	645	80,6
		21	57,8	10 540	639	699	87,4	52,9	9 320	565	610	76,2
		23	57,3	10 430	632	690	86,3	52,0	9 090	551	592	74,0
		25	56,9	10 310	625	681	85,1	51,1	8 850	537	574	71,8
360	12,7	21	67,4	14 660	814	930	109	62,0	13 050	725	820	96,5
		23	66,9	14 510	806	919	108	61,0	12 750	708	798	93,9
		25	66,4	14 350	797	908	107	60,0	12 440	691	776	91,3
400	13,5	21	78,8	21 010	1 050	1 190	132	73,2	18 890	945	1 060	118
		23	78,3	20 810	1 040	1 180	131	72,1	18 490	924	1 030	115
		25	77,8	20 610	1 030	1 160	129	71,0	18 090	904	1 010	112
		28	76,9	20 310	1 020	1 140	127	69,4	17 480	874	969	108
450	14,6	23	92,1	30 560	1 360	1 510	159	85,4	27 370	1 220	1 340	141
		25	91,5	30 280	1 350	1 490	157	84,2	26 820	1 190	1 310	138
		28	90,6	29 860	1 330	1 470	155	82,4	25 990	1 150	1 260	133
500	16,0	23	109	43 890	1 760	1 910	191	101	39 580	1 580	1 690	169
		25	108	43 510	1 740	1 890	189	100	38 830	1 550	1 650	165
		28	107	42 950	1 720	1 860	186	98,1	37 700	1 510	1 590	159
550	17,2	25	125	61 010	2 220	2 380	227	117	54 910	2 000	2 090	199
		28	124	60 280	2 190	2 350	223	115	53 440	1 940	2 020	192
600	19,0	25	147	84 060	2 800	3 040	277	137	76 040	2 530	2 700	245
		28	145	83 100	2 770	3 000	273	135	74 120	2 470	2 610	237

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.



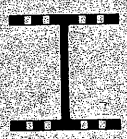
Un perfil HEB. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

HEB	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
100	10	13	23,4	397	79,4	147	29,4	20,8	344	68,9	127	25,4
		17	22,6	381	76,2	140	28,1	19,2	312	62,3	114	22,8
120	11	13	31,1	779	130	287	47,9	28,3	694	116	257	42,8
		17	30,3	753	125	278	46,3	26,5	641	107	237	39,5
		21	29,4	726	121	268	44,6	24,8	589	98,1	217	36,2
140	12	13	39,9	1 380	197	506	72,2	36,8	1 250	179	461	65,9
		17	38,9	1 340	192	492	70,2	34,8	1 170	168	433	61,9
		21	38,0	1 300	186	477	68,2	32,9	1 100	157	405	57,8
		23	37,5	1 280	183	470	67,1	32,0	1 060	151	390	55,7
160	13	17	49,9	2 250	281	808	101	45,5	2 010	251	727	90,9
		21	48,8	2 190	274	788	98,5	43,4	1 900	237	688	86,0
		23	48,3	2 170	271	778	97,3	42,3	1 840	230	668	83,5
		25	47,8	2 140	267	768	96,0	41,3	1 790	223	647	80,9
180	14	17	60,5	3 500	389	1 240	138	55,8	3 170	353	1 120	124
		21	59,4	3 420	380	1 210	135	53,5	3 020	335	1 060	118
		23	58,9	3 390	376	1 200	133	52,4	2 940	327	1 030	115
		25	58,3	3 350	372	1 180	131	51,3	2 860	318	1 000	111
200	15	21	71,8	5 160	516	1 810	181	65,5	4 620	462	1 610	161
		23	71,2	5 110	511	1 790	179	64,3	4 520	452	1 580	158
		25	70,6	5 060	506	1 770	177	63,1	4 410	441	1 540	154
220	16	21	84,3	7 390	672	2 600	236	77,6	6 690	608	2 350	214
		23	83,6	7 320	666	2 570	234	76,3	6 560	596	2 300	209
		25	83,0	7 260	660	2 550	232	75,0	6 420	584	2 260	205
240	17	21	98,9	10 370	864	3 460	288	91,7	9 480	790	3 000	250
		23	98,2	10 290	857	4 320	285	90,4	9 310	776	2 910	243
		25	97,5	10 200	850	3 370	281	89,0	9 140	762	2 820	235
260	17,5	21	111	13 840	1 060	4 530	349	103	12 760	981	3 930	303
		23	110	13 730	1 060	4 470	344	102	12 550	965	3 820	294
		25	109	13 630	1 050	4 420	340	101	12 340	949	3 700	285
280	18	21	123	17 970	1 280	5 830	417	116	16 670	1 190	5 070	362
		23	123	17 850	1 270	5 760	411	114	16 420	1 170	4 930	352
		25	122	17 720	1 270	5 690	406	113	16 180	1 160	4 780	341

1 Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
2 Sección semineta, según Norma NBE 103.
3 Sección neta, según Norma NBE 103.

1. 2.3

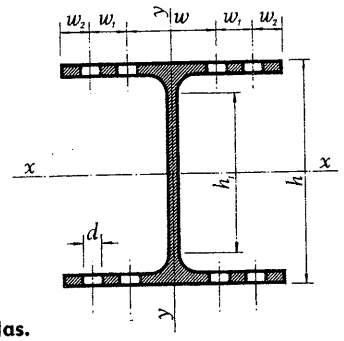
valores estáticos
perfiles laminados
sección neta y sección semineta



HEB	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
300	19	21	141	23 590	1 570	7 590	506	133	22 010	1 470	6 620	442
		23	140	23 440	1 560	7 500	500	132	21 710	1 450	6 440	429
		25	140	23 290	1 550	7 410	494	130	21 410	1 430	6 250	417
		28	138	23 070	1 540	7 270	484	128	20 960	1 400	5 970	398
320	20,5	23	152	28 700	1 790	8 090	540	142	26 580	1 660	6 950	463
		25	151	28 520	1 780	7 990	533	141	26 220	1 640	6 750	450
		28	150	28 240	1 770	7 840	523	138	25 660	1 600	6 450	430
340	21,5	23	161	34 150	2 010	8 490	566	151	31 640	1 860	7 290	486
		25	160	33 930	2 000	8 380	559	150	31 200	1 840	7 080	472
		28	159	33 600	1 980	8 230	548	147	30 540	1 800	6 760	451
360	22,5	23	171	40 240	2 240	8 880	592	160	37 290	2 070	7 630	508
		25	170	39 980	2 220	8 770	585	159	36 770	2 040	7 410	494
		28	168	39 600	2 200	8 610	574	156	36 000	2 000	7 070	472
400	24	23	187	53 770	2 690	9 480	632	176	49 870	2 490	8 140	543
		25	186	53 430	2 670	9 360	624	174	49 190	2 460	7 900	527
		28	185	52 920	2 650	9 180	612	171	48 170	2 410	7 550	503
450	26	**25**	205	74 040	3 290	10 140	676	192	68 190	3 030	8 560	571
		28	203	73 340	3 260	9 950	663	189	66 790	2 970	8 180	545
500	28	**25**	225	99 390	3 980	11 070	738	211	91 590	3 660	9 520	635
		28	223	98 460	3 940	10 880	725	208	89 710	3 590	9 140	609
550	29	**25**	240	126 900	4 610	11 470	765	225	117 000	4 250	9 870	658
		28	238	125 700	4 570	11 280	752	222	114 600	4 170	9 480	632
600	30	**25**	255	158 800	5 290	11 870	791	240	146 600	4 890	10 210	680
		28	253	157 300	5 240	11 670	778	236	143 700	4 790	9 800	654

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1. 2. 3



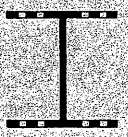
Un perfil HEA. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

HEA	e_1	d [1]	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
	mm	mm	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
100	8	**13**	19,1	309	64,3	118	23,6	17,0	268	55,9	102	20,4
		17	18,5	296	61,7	113	22,6	15,8	243	50,7	91,5	18,3
120	8	13	23,2	547	96,0	209	34,8	21,1	489	85,8	186	31,1
		17	22,6	529	92,9	202	33,6	19,9	453	79,5	172	28,7
		21	21,9	511	89,7	194	32,4	18,6	417	73,1	158	26,3
140	8,5	13	29,2	944	142	358	51,1	27,0	858	129	326	46,6
		17	28,5	918	138	348	49,7	25,6	806	121	306	43,8
		21	27,8	891	134	337	48,2	24,3	753	113	286	40,9
		23	27,5	878	132	332	47,5	23,6	726	109	276	39,4
160	9	17	35,7	1 510	199	560	70,0	32,7	1 360	179	504	63,0
		21	35,0	1 480	194	546	68,3	31,2	1 280	169	477	59,6
		23	34,7	1 460	192	539	67,4	30,5	1 250	164	463	57,8
		25	34,3	1 440	189	532	86,5	29,8	1 210	159	449	56,1
180	9,5	17	42,1	2 300	269	843	93,7	38,8	2 090	244	762	84,7
		21	41,3	2 250	263	824	91,5	37,3	1 990	233	723	80,3
		23	40,9	2 220	260	814	90,4	36,6	1 940	227	703	78,1
		25	40,6	2 200	257	804	89,3	35,8	1 890	221	683	75,8
200	10	21	49,6	3 350	353	1 210	121	45,4	3 010	317	1 080	108
		23	49,2	3 320	349	1 200	120	44,6	2 940	310	1 060	106
		25	48,8	3 280	346	1 190	119	43,8	2 880	303	1 030	103
220	11	21	59,7	4 950	472	1 780	162	55,1	4 490	428	1 610	147
		23	59,2	4 910	467	1 770	161	54,2	4 410	420	1 580	144
		25	58,8	4 860	463	1 750	159	53,3	4 320	411	1 550	141
240	12	21	71,8	7 160	623	2 450	204	66,7	6 560	571	2 120	177
		23	71,3	7 100	618	2 410	201	65,8	6 450	561	2 060	172
		25	70,8	7 050	613	2 380	199	64,8	6 330	551	2 000	166
260	12,5	21	81,6	9 710	777	3 240	249	76,3	8 970	717	2 820	217
		23	81,1	9 640	771	3 200	246	75,3	8 830	706	2 730	210
		25	80,6	9 570	765	3 160	243	74,3	8 690	695	2 650	204
280	13	21	91,8	12 770	946	4 210	301	86,4	11 870	879	3 660	262
		23	91,3	12 680	939	4 160	297	85,3	11 690	866	3 560	254
		25	90,8	12 600	933	4 110	293	84,3	11 520	853	3 450	247

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1.2.4

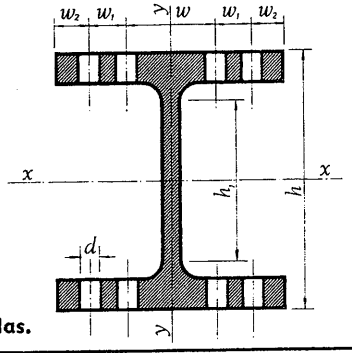
valores estáticos
perfiles laminados
sección neta y sección semineta



HEA	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
300	14	21	106	17 140	1 180	5 600	373	100	16 020	1 100	4 880	326
		23	106	17 030	1 170	5 530	369	99,1	15 810	1 090	4 750	316
		25	105	16 930	1 170	5 460	364	98,0	15 590	1 080	4 610	307
		28	104	16 770	1 160	5 360	357	96,3	15 270	1 050	4 400	293
320	15,5	23	117	21 380	1 380	6 120	408	110	19 840	1 280	5 260	351
		25	116	21 250	1 370	6 050	403	109	19 570	1 260	5 110	340
		28	115	21 050	1 360	5 930	396	107	19 160	1 240	4 880	325
340	16,5	23	125	25 820	1 570	6 520	435	118	23 960	1 450	5 600	373
		25	125	25 660	1 560	6 440	429	117	23 630	1 430	5 430	362
		28	124	25 420	1 540	6 320	421	115	23 150	1 400	5 190	346
360	17,5	23	135	30 860	1 760	6 910	461	127	28 640	1 640	5 930	396
		25	134	30 670	1 750	6 830	455	126	28 250	1 610	5 760	384
		28	133	30 380	1 740	6 700	447	123	27 670	1 580	5 510	367
400	19	23	150	42 060	2 160	7 500	500	142	39 050	2 000	6 440	429
		25	150	41 800	2 140	7 410	494	140	38 530	1 980	6 250	417
		28	148	41 410	2 120	7 270	484	138	37 740	1 940	5 970	398
450	21	**25**	168	59 110	2 690	8 190	546	157	54 500	2 480	6 920	461
		28	166	58 550	2 660	8 040	536	154	53 390	2 430	6 610	441
500	23	25	187	80 690	3 290	9 100	606	175	74 420	3 040	7 820	521
		28	185	79 940	3 260	8 940	596	172	72 910	2 980	7 510	501
550	24	25	200	103 900	3 850	9 490	633	188	95 910	3 550	8 160	544
		28	199	102 900	3 810	9 330	622	185	93 990	3 480	7 840	523
600	25	25	214	131 200	4 450	9 890	659	201	121 200	4 110	8 500	567
		28	212	130 000	4 410	9 720	648	198	118 800	4 030	8 160	544

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1.2.4



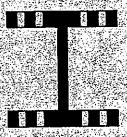
Un perfil HEM. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

HEM	e_1	d [1]	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
	mm	mm	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
100	20	**13**	48,0	1 010	168	359	67,7	42,8	877	146	319	60,2
		17	46,4	968	161	346	65,3	39,6	795	133	293	55,3
120	21	13	60,9	1 820	261	645	102	55,5	1 630	233	586	93,0
		17	59,3	1 760	252	626	99,3	52,1	1 510	216	549	87,1
		21	57,6	1 700	244	607	96,3	48,8	1 390	198	510	81,0
140	22	13	74,9	3 020	377	1 060	145	69,2	2 740	343	978	134
		17	73,1	2 930	366	1 030	142	65,6	2 570	321	926	127
		21	71,4	2 850	356	1 010	138	62,1	2 400	300	873	120
		23	70,5	2 800	351	993	136	60,4	2 320	290	846	116
160	23	17	89,3	4 610	513	1 620	195	81,5	4 130	459	1 470	178
		21	87,4	4 500	500	1 580	191	77,8	3 900	433	1 400	169
		23	86,5	4 440	494	1 560	188	75,9	3 790	421	1 370	165
		25	85,6	4 390	487	1 550	186	74,1	3 670	408	1 330	161
180	24	17	105	6 840	684	2 390	257	96,7	6 210	621	2 210	237
		21	103	6 690	669	2 350	253	92,8	5 910	591	2 120	228
		23	102	6 620	662	2 330	250	90,9	5 760	576	2 070	223
		25	101	6 540	654	2 300	248	89	5 610	561	2 030	218
200	25	21	121	9 640	876	3 360	326	110	8 630	785	3 060	297
		23	120	9 540	867	3 330	323	108	8 440	767	3 010	292
		25	119	9 450	859	3 300	320	106	8 250	750	2 950	286
220	26	21	138	13 340	1 110	4 640	411	127	12 090	1 010	4 280	379
		23	137	13 220	1 100	4 610	408	125	11 850	987	4 210	372
		25	136	13 100	1 090	4 570	405	123	11 610	967	4 140	366
240	32	21	187	22 380	1 660	7 280	587	173	20 460	1 520	6 420	518
		23	185	22 190	1 640	7 200	581	171	20 100	1 490	6 250	504
		25	184	22 010	1 630	7 120	574	168	19 730	1 460	6 090	491
260	32,5	21	206	29 040	2 000	9 340	697	193	26 760	1 850	8 230	614
		23	205	28 820	1 990	9 230	689	190	26 330	1 820	8 010	598
		25	204	28 600	1 970	9 130	681	188	25 890	1 790	7 800	582
280	33	21	226	36 880	2 380	11 770	817	212	34 210	2 210	10 380	721
		23	225	36 620	2 360	11 640	808	210	33 700	2 170	10 110	702
		25	224	36 370	2 350	11 500	799	207	33 190	2 140	9 840	684

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1. 2.5

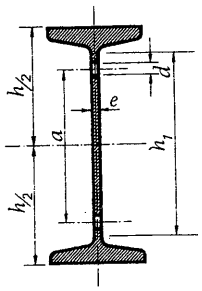
valores estáticos
perfiles laminados
sección neta y sección semineta



HEM	e_1 mm	d [1] mm	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 4 agujeros [3]				
			A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²	I_x cm⁴	W_x cm³	I_y cm⁴	W_y cm³
300	39	21	287	55 470	3 260	17 410	1 120	270	51 740	3 040	15 420	995
		23	285	55 110	3 240	17 220	1 110	267	51 030	3 000	15 040	970
		25	284	54 760	3 220	17 030	1 100	264	50 320	2 960	14 660	946
		28	281	54 230	3 190	16 740	1 080	259	49 250	2 900	14 090	909
320	40	23	294	63 420	3 530	17 480	1 130	275	58 720	3 270	15 240	986
		25	292	63 020	3 510	17 280	1 120	272	57 900	3 230	14 850	961
		28	290	62 400	3 480	16 980	1 100	267	56 670	3 160	14 260	923
340	40	23	298	71 120	3 770	17 480	1 130	279	65 870	3 490	15 240	986
		25	296	70 660	3 750	17 280	1 120	276	64 960	3 450	14 850	961
		28	294	69 980	3 710	16 980	1 100	271	63 590	3 370	14 260	923
360	40	23	301	79 050	4 000	17 290	1 120	282	73 230	3 710	15 050	977
		25	299	78 540	3 980	17 090	1 110	279	72 210	3 660	14 660	952
		28	297	77 780	3 940	16 790	1 090	274	70 700	3 580	14 070	914
400	40	23	308	97 010	4 490	17 100	1 110	289	89 910	4 160	14 860	968
		25	306	96 390	4 460	16 900	1 100	286	88 680	4 110	14 470	943
		28	304	95 460	4 420	16 600	1 080	281	86 830	4 020	13 880	904
450	40	**25**	315	121 900	5 100	16 910	1 100	295	112 300	4 700	14 480	943
		28	313	120 700	5 050	16 610	1 080	290	110 000	4 600	13 890	905
500	40	25	324	150 200	5 730	16 720	1 090	304	138 400	5 280	14 290	934
		28	322	148 800	5 680	16 420	1 070	299	135 600	5 180	13 700	895
550	40	25	334	183 800	6 430	16 730	1 090	314	169 600	5 930	14 300	935
		28	332	182 100	6 370	16 430	1 070	309	166 200	5 810	13 710	896
600	40	25	344	220 600	7 110	16 540	1 080	324	203 700	6 570	14 110	925
		28	342	218 500	7 050	16 240	1 070	319	199 700	6 440	13 520	887

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1. 2.5

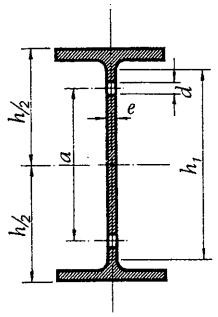


Un perfil IPN. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de *a*, en mm, en función del diámetro[1]

IPN	h_1 mm	diámetro *d* mm								
		6,4	8,4	11	13	17	21	23	25	28
80	60	**40**	35	—	—	—	—	—	—	—
100	75	**55**	50	40	—	—	—	—	—	—
120	90	—	**65**	55	50	—	—	—	—	—
140	100	—	—	**65**	60	50	—	—	—	—
160	120	—	—	**85**	80	70	60	—	—	—
180	140	—	—	105	**100**	90	80	70	—	—
200	160	—	—	125	**120**	110	100	90	80	—
220	170	—	—	135	**130**	120	110	100	90	—
240	190	—	—	—	150	**140**	130	120	110	100
260	200	—	—	—	160	**150**	140	130	120	110
280	220	—	—	—	180	**170**	160	150	140	130
300	240	—	—	—	200	190	**180**	170	160	150
320	250	—	—	—	—	200	**190**	180	170	160
340	270	—	—	—	—	220	**210**	200	190	180
360	290	—	—	—	—	240	230	**220**	210	200
380	300	—	—	—	—	250	240	**230**	220	210
400	320	—	—	—	—	—	260	**250**	240	230
425	340	—	—	—	—	—	275	270	**260**	250
450	360	—	—	—	—	—	295	290	**280**	270
475	380	—	—	—	—	—	—	310	300	**290**
500	400	—	—	—	—	—	—	330	320	**310**
550	440	—	—	—	—	—	—	370	360	**350**
600	480	—	—	—	—	—	—	410	400	**390**

[1] El valor *a* determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 *d* entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

1.2.6

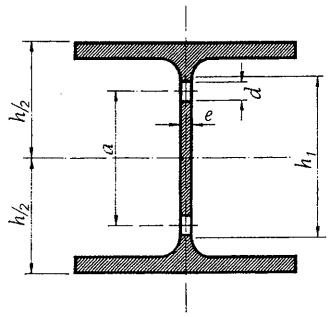


Un perfil IPE. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de a, en mm, en función del diámetro [1]

IPE	h_1 mm	diámetro d mm								
		6,4	8,4	11	13	17	21	23	25	28
80	60	**40**	34	—	—	—	—	—	—	—
100	75	52	48	40	—	—	—	—	—	—
120	93	72	**66**	58	52	—	—	—	—	—
140	112	90	80	**70**	70	60	—	—	—	—
160	127	—	—	90	**80**	70	—	—	—	—
180	146	—	—	110	**100**	90	80	—	—	—
200	159	—	—	120	**110**	100	90	—	—	—
220	178	—	—	—	130	**120**	110	—	—	—
240	190	—	—	—	150	**140**	120	—	—	—
270	220	—	—	—	180	170	**150**	150	—	—
300	249	—	—	—	—	190	180	**170**	—	—
330	271	—	—	—	—	220	200	200	**190**	—
360	299	—	—	—	—	240	230	220	**210**	—
400	331	—	—	—	—	280	260	260	250	**240**
450	379	—	—	—	—	—	310	300	290	**280**
500	426	—	—	—	—	—	360	350	340	**330**
550	468	—	—	—	—	—	—	390	380	**370**
600	514	—	—	—	—	—	—	440	430	**420**

[1] El valor a determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 d entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

1.2.7

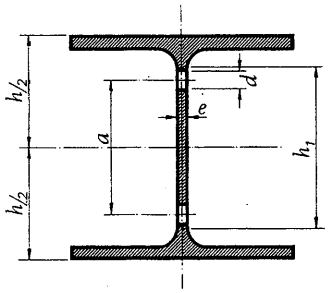


Un perfil HEB. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de *a*, en mm, en función del diámetro [1]

HEB	mm h_1	diámetro *d* mm					
		13	17	21	23	25	28
120	70	—	—	—	—	—	—
140	90	50	—	—	—	—	—
160	100	65	50	—	—	—	—
180	120	80	70	—	—	—	—
200	130	—	80	70	—	—	—
220	150	—	100	85	80	**75**	—
240	160	—	110	100	95	**85**	—
260	175	—	—	110	105	**100**	90
280	195	—	—	130	125	**120**	110
300	205	—	—	145	135	**130**	120
320	225	—	—	160	155	**150**	140
340	240	—	—	180	170	**165**	155
360	260	—	—	195	190	**185**	175
400	295	—	—	235	225	**220**	210
450	340	—	—	—	275	**265**	260
500	390	—	—	—	320	315	**305**
550	435	—	—	—	365	360	**35**
600	485	—	—	—	415	410	**400**

[1] El valor *a* determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 *d* entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

1.2.8

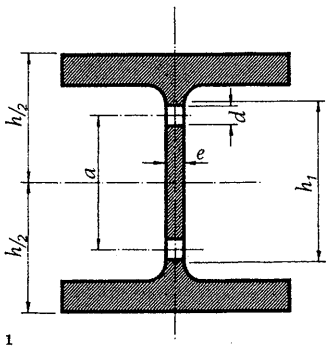


Un perfil HEA. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de *a*, en mm, en función del diámetro [1]

HEA	mm h_1	diámetro *d* mm					
		13	17	21	23	25	28
120	70	—	—	—	—	—	—
140	90	50	—	—	—	—	—
160	100	65	50	—	—	—	—
180	120	80	70	—	—	—	—
200	130	—	80	70	—	—	—
220	150	—	100	85	80	**75**	—
240	160	—	110	100	95	**85**	—
260	175	—	—	110	105	**100**	90
280	195	—	—	130	125	**120**	110
300	205	—	—	145	135	**130**	120
320	225	—	—	160	155	**150**	140
340	240	—	—	180	170	**165**	155
360	260	—	—	195	190	**185**	175
400	295	—	—	235	225	**220**	210
450	340	—	—	—	275	**265**	260
500	390	—	—	—	320	315	**305**
550	435	—	—	—	365	360	**350**
600	485	—	—	—	415	410	**400**

[1] El valor *a* determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 *d* entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

1.2.9

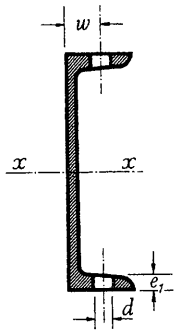


Un perfil HEM. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de a, en mm, en función del diámetro [1]

HEM	mm h_1	diámetro d mm					
		13	17	21	23	25	28
120	70	—	—	—	—	—	—
140	90	50	—	—	—	—	—
160	100	65	50	—	—	—	—
180	120	80	70	—	—	—	—
200	130	—	80	70	—	—	—
220	150	—	100	85	80	**75**	—
240	160	—	110	100	95	**85**	—
260	175	—	—	110	105	**100**	90
280	195	—	—	130	125	**120**	110
300	205	—	—	145	135	**130**	120
320	225	—	—	160	155	**150**	140
340	240	—	—	180	170	**165**	155
360	260	—	—	195	190	**185**	175
400	295	—	—	235	225	**220**	210
450	340	—	—	—	275	**265**	260
500	390	—	—	—	320	315	**305**
550	435	—	—	—	365	360	**350**
600	485	—	—	—	415	410	**400**

[1] El valor a determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 d entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

1.2.10

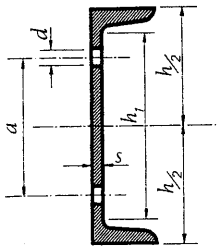


Un perfil UPN. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas.

UPN	e_1	d [1]	Descontando 2 agujeros [2]					Descontando 1 agujero [3]									
			A cm²					I_x cm⁴					W_x cm³				
	mm	mm	11	13	17	21	23	11	13	17	21	23	11	13	17	21	23
80	7,80	**13**	9,28	8,97	—	—	—	94,8	92,7	—	—	—	23,7	23,2	—	—	—
100	8,10	**13**	11,7	11,4	—	—	—	187	184	—	—	—	37,4	36,7	—	—	—
120	8,80	**17**	15,1	14,7	14,0	—	—	334	329	318	—	—	55,7	54,8	52,9	—	—
140	9,60	**17**	18,3	17,9	17,1	—	—	560	552	535	—	—	80,0	78,8	76,5	—	—
160	10,3	**21**	—	21,3	20,5	19,7	—	—	850	827	804	—	—	106	103	100	—
180	10,6	**21**	—	25,2	24,4	23,5	—	—	1 250	1 220	1 190	—	—	139	136	132	—
200	11,3	**23**	—	—	28,4	27,5	27,0	—	—	1 740	1 700	1 680	—	—	174	170	168
220	12,1	**23**	—	—	33,3	32,3	31,8	—	—	2 470	2 420	2 390	—	—	224	220	217
240	12,8	**25**	—	—	—	36,9	36,4	—	—	—	3 250	3 220	—	—	—	271	268
260	13,6	**25**	—	—	—	42,6	42,0	—	—	—	4 390	4 340	—	—	—	337	334
280	14,8	**25**	—	—	—	47,1	46,5	—	—	—	5 730	5 680	—	—	—	409	406
300	15,6	**25**	—	—	—	52,2	51,6	—	—	—	7 370	7 300	—	—	—	491	487
320	17,6	**25**	—	—	—	68,4	67,7	—	—	—	10 020	9 940	—	—	—	627	621
350	16,1	**25**	—	—	—	70,5	69,9	—	—	—	11 900	11 810	—	—	—	680	675
380	15,9	**25**	—	—	—	73,7	73,1	—	—	—	14 650	14 550	—	—	—	771	766
400	18,1	**25**	—	—	—	83,9	83,2	—	—	—	18 960	18 830	—	—	—	948	942

[1] Los valores de d en negrita, corresponden al diámetro normal.
[2] Sección semineta, según Norma NBE 103.
[3] Sección neta, según Norma NBE 103.

1. 2.11



Un perfil UPN. Agujeros en el alma. Disposición.
Valor máximo de a, en mm, en función del diámetro [1]

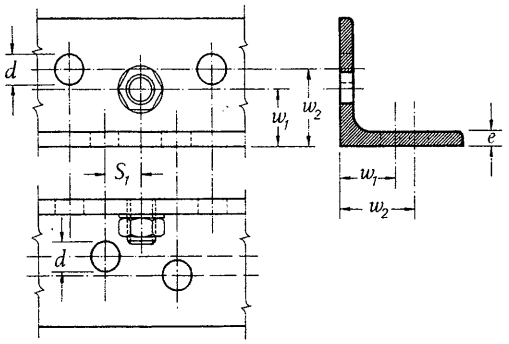
UPN	h_1	diámetro d mm								
	mm	6,4	8,4	11	13	17	21	23	25	28
80	46	25	—	—	—	—	—	—	—	—
100	64	45	40	—	—	—	—	—	—	—
120	82	—	55	45	—	—	—	—	—	—
140	98	—	—	60	55	—	—	—	—	—
160	115	—	—	75	70	60	—	—	—	—
180	133	—	—	—	90	80	**65**	—	—	—
200	151	—	—	—	110	100	**85**	**80**	—	—
220	167	—	—	—	—	110	95	**90**	80	—
240	184	—	—	—	—	130	115	110	**100**	90
260	200	—	—	—	—	150	135	130	**120**	110
280	216	—	—	—	—	—	145	140	**130**	120
300	232	—	—	—	—	—	165	160	**150**	140
320	246	—	—	—	—	—	—	170	**160**	150
350	282	—	—	—	—	—	—	210	**200**	190
380	313	—	—	—	—	—	—	—	**230**	220
400	324	—	—	—	—	—	—	—	**240**	230

[1] El valor a determina la distancia máxima entre agujeros extremos. Los agujeros intermedios se dispondrán de forma que se respete la distancia mínima de 3,5 d entre centros.
Los valores en negrita se refieren al diámetro nominal de los agujeros en las alas.

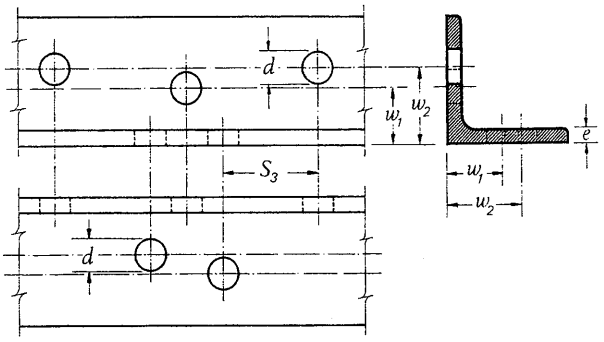
1. 2.12

Un perfil L. Agujeros en las alas. Disposición.

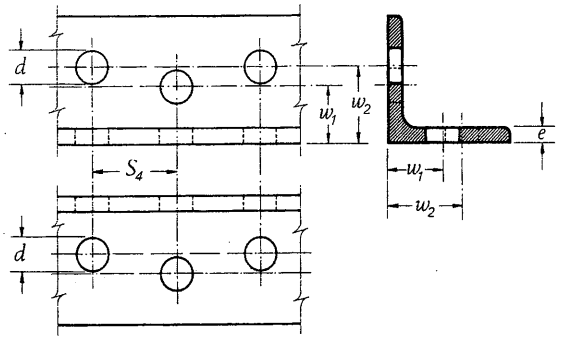
En la tabla 1. 2.13 se expresan los valores s_1, s_3, s_4, s_5 y s_6 de las distancias entre agujeros, cuyo significado es el que se indica a continuación:



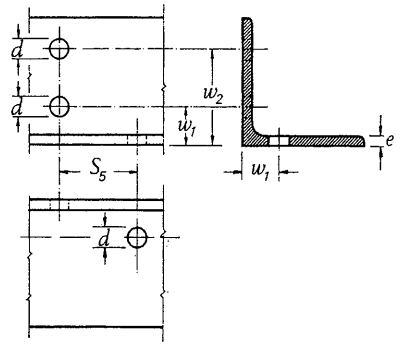
s_1 mínima distancia entre agujeros de las dos alas para la cual se puede atornillar en ala menor, una vez colocado primero el tornillo en el ala mayor.



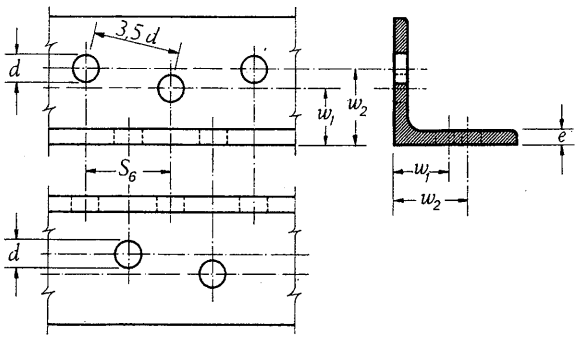
s_3 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barra a tracción, solo ha de deducirse un agujero.



s_4 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barras a tracción, solo ha de deducirse dos agujeros.



s_5 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barras a tracción, solo ha de deducirse dos agujeros.



s_6 mínima distancia entre agujeros para la cual se guarda la distancia 3;5 d

La's distancias s_1 se han calculado teniendo en cuenta los diámetros de los casquillos aprietatuercas, que para tornillos de alta resistencia se indican en la tabla 1. 2.15.

Un perfil L. Agujeros en las alas. Disposición.

L	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
45 × 4	25	—	—	13	—	29	—	40	23	—	—
45 × 5	25	—	—	13	—	29	—	40	23	—	—
45 × 6	25	—	—	13	—	29	—	40	23	—	—
50 × 4	30	—	—	13	—	28	—	43	24	—	—
50 × 5	30	—	—	13	—	28	—	43	24	—	—
50 × 6	30	—	—	13	—	28	—	43	24	—	—
50 × 7	30	—	—	13	—	29	—	43	24	—	—
50 × 8	30	—	—	13	—	29	—	43	24	—	—
60 × 5	35	—	—	13	—	25	—	46	24	—	—
60 × 5	35	—	—	17	—	40	—	53	30	—	—
60 × 6	35	—	—	13	—	26	—	46	24	—	—
60 × 6	35	—	—	17	—	41	—	53	30	—	—
60 × 8	35	—	—	13	—	27	—	46	24	—	—
60 × 8	35	—	—	17	—	41	—	53	30	—	—
60 × 10	35	—	—	13	—	28	—	46	24	—	—
60 × 10	35	—	—	17	—	42	—	53	30	—	—
70 × 6	40	—	—	13	—	20	—	49	24	—	—
70 × 6	40	—	—	17	—	39	—	57	30	—	—
70 × 6	40	—	—	21	—	43	—	63	36	—	—
70 × 7	40	—	—	13	—	22	—	49	24	—	—
70 × 7	40	—	—	17	—	39	—	57	30	—	—
70 × 7	40	—	—	21	—	44	—	63	36	—	—
70 × 8	40	—	—	13	—	23	—	49	24	—	—
70 × 8	40	—	—	17	—	40	—	57	30	—	—
70 × 8	40	—	—	21	—	44	—	63	36	—	—
70 × 10	40	—	—	13	—	25	—	49	24	—	—
70 × 10	40	—	—	17	—	40	—	57	30	—	—
70 × 10	40	—	—	21	—	45	—	63	36	—	—
80 × 8	45	—	—	17	—	37	—	60	31	—	—
80 × 8	45	—	—	21	—	42	—	67	37	—	—
80 × 8	45	—	—	23	—	46	—	70	40	—	—

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1.2.13

Un perfil L. Agujeros en las alas. Disposición.

L	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
80 × 10	45	—	—	17	—	38	—	60	31	—	—
80 × 10	45	—	—	21	—	43	—	67	37	—	—
80 × 10	45	—	—	23	—	47	—	70	40	—	—
80 × 12	45	—	—	17	—	39	—	60	31	—	—
80 × 12	45	—	—	21	—	44	—	67	37	—	—
80 × 12	45	—	—	23	—	48	—	70	40	—	—
90 × 8	50	—	—	21	—	39	—	70	37	—	—
90 × 8	50	—	—	23	—	44	—	73	40	—	—
90 × 8	50	—	—	25	—	50	—	77	43	—	—
90 × 10	50	—	—	21	—	40	—	70	37	—	—
90 × 10	50	—	—	23	—	45	—	73	40	—	—
90 × 10	50	—	—	25	—	51	—	77	43	—	—
90 × 12	50	—	—	21	—	42	—	70	37	—	—
90 × 12	50	—	—	23	—	46	—	73	40	—	—
90 × 12	50	—	—	25	—	52	—	77	43	—	—
100 × 8	45	60	—	21	—	42	—	71	46	—	76
100 × 8	45	60	—	23	—	46	—	75	48	—	83
100 × 8	45	60	—	25	—	52	—	78	51	—	90
100 × 10	45	60	—	21	—	43	—	71	46	—	76
100 × 10	45	60	—	23	—	47	—	75	48	—	83
100 × 10	45	60	—	25	—	53	—	78	51	—	90
100 × 12	45	60	—	21	—	44	—	71	46	—	76
100 × 12	45	60	—	23	—	48	—	75	48	—	83
100 × 12	45	60	—	25	—	53	—	78	51	—	90
100 × 15	45	60	—	21	—	45	—	71	46	—	76
100 × 15	45	60	—	23	—	48	—	75	48	—	83
100 × 15	45	60	—	25	—	54	—	78	51	—	90
120 × 10	50	80	—	21	—	40	—	79	53	—	71
120 × 10	50	80	—	23	—	45	—	83	56	—	78
120 × 10	50	80	—	25	—	51	—	86	59	—	86
120 × 12	50	80	—	21	—	42	—	79	53	—	71
120 × 12	50	80	—	23	—	46	—	83	56	—	78
120 × 12	50	80	—	25	—	52	—	86	59	—	86
120 × 15	50	80	—	21	—	43	—	79	53	—	71
120 × 15	50	80	—	23	—	47	—	83	56	—	78
120 × 15	50	80	—	25	—	53	—	86	59	—	86

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1.2.13

Un perfil L. Agujeros en las alas. Disposición.

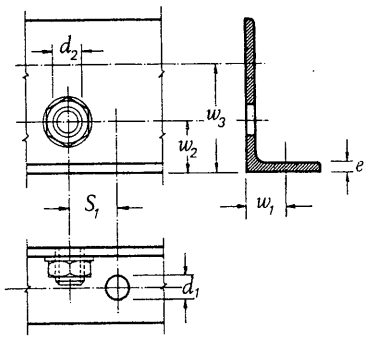
L	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
150 × 12	50	105	—	23	—	46	—	90	64	—	63
150 × 12	50	105	—	25	—	52	—	93	67	—	72
150 × 12	50	105	—	28	—	59	—	99	71	—	85
150 × 15	50	105	—	23	—	47	—	90	64	—	63
150 × 15	50	105	—	25	—	53	—	93	67	—	72
150 × 15	50	105	—	28	—	59	—	99	71	—	85
150 × 18	50	105	—	23	—	48	—	90	64	—	63
150 × 18	50	105	—	25	—	53	—	93	67	—	72
150 × 18	50	105	—	28	—	60	—	99	71	—	85
180 × 15	60	135	—	23	—	42	—	100	71	—	38
180 × 15	60	135	—	25	—	48	—	104	75	—	52
180 × 15	60	135	—	28	—	56	—	110	79	—	68
180 × 18	60	135	—	23	—	44	—	100	71	—	38
180 × 18	60	135	—	25	—	50	—	104	75	—	52
180 × 18	60	135	—	28	—	58	—	110	79	—	68
180 × 20	60	135	—	23	—	45	—	100	71	—	38
180 × 20	60	135	—	25	—	51	—	104	75	—	52
180 × 20	60	135	—	28	—	58	—	110	79	—	68
200 × 16	60	150	—	23	—	42	—	103	74	80	—
200 × 16	60	150	—	25	—	49	—	108	78	—	13
200 × 16	60	150	—	28	—	57	—	114	83	—	47
200 × 18	60	150	—	23	—	44	—	103	74	80	—
200 × 18	60	150	—	25	—	50	—	108	78	—	13
200 × 18	60	150	—	28	—	58	—	114	83	—	47
200 × 20	60	150	—	23	—	45	—	103	74	80	—
200 × 20	60	150	—	25	—	51	—	108	78	—	13
200 × 20	60	150	—	28	—	58	—	114	83	—	47
200 × 24	60	150	—	23	—	47	—	103	74	80	—
200 × 24	60	150	—	25	—	53	—	108	78	—	13
200 × 24	60	150	—	28	—	59	—	114	83	—	47

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

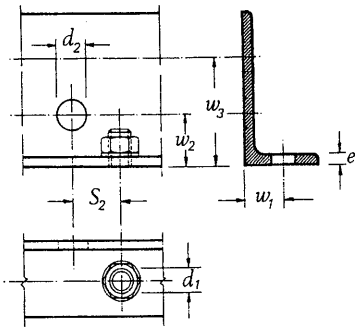
1.2.13

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

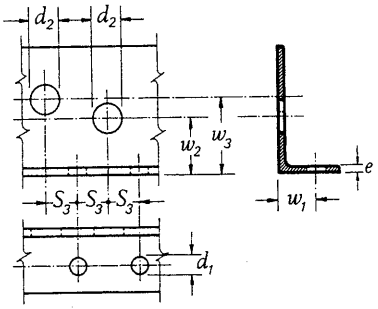
En la tabla 1. 2.14 se indican los valores s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 y s_6 de las distancias entre agujeros, cuyo significado es el que se indica a continuación:



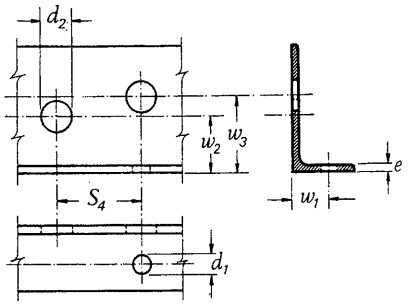
s_1 mínima distancia entre agujeros de las dos alas para la cual se puede atornillar en ala menor, una vez colocado primero el tornillo en el ala mayor.



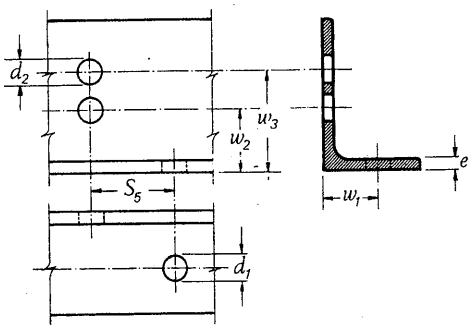
s_2 mínima distancia entre agujeros de las dos alas para la cual se puede atornillar en el ala mayor, una vez colocado primero el tornillo en el ala menor.



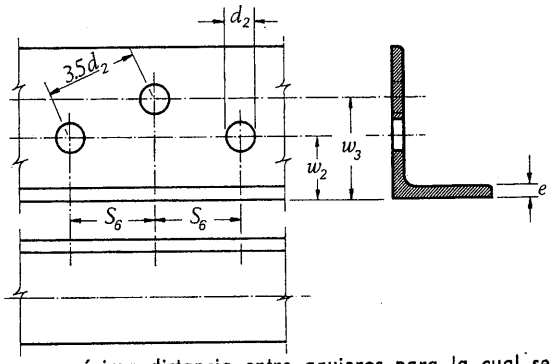
s_3 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barras a tracción, solo ha de deducirse un agujero.



s_4 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barra a tracción, solo ha de deducirse dos agujeros.



s_5 mínima distancia entre agujeros para la cual, en barras a tracción, solo ha de deducirse dos agujeros.



s_6 mínima distancia entre agujeros para la cual se guarda la distancia 3,5 d_2.

Las distancias s_1 y s_2 se han calculado teniendo en cuenta los diámetros de los casquillos aprietatuercas, que para tornillos de alta resistencia se indican en la tabla 1. 2.15.

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
75 × 50 × 5	30	40	—	13	17	32	33	53	—	—	—
75 × 50 × 5	30	40	—	13	21	36	33	60	—	—	—
75 × 50 × 5	30	40	—	13	23	37	36	63	—	—	—
75 × 50 × 6	30	40	—	13	17	32	34	53	—	—	—
75 × 50 × 6	30	40	—	13	21	36	34	60	—	—	—
75 × 50 × 6	30	40	—	13	23	37	36	63	—	—	—
75 × 50 × 7	30	40	—	13	17	32	35	53	—	—	—
75 × 50 × 7	30	40	—	13	21	36	35	60	—	—	—
75 × 50 × 7	30	40	—	13	23	37	37	63	—	—	—
75 × 50 × 8	30	40	—	13	17	32	35	55	—	—	—
75 × 50 × 8	30	40	—	13	21	36	35	62	—	—	—
75 × 50 × 8	30	40	—	13	23	37	37	65	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	13	17	31	29	57	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	17	17	41	35	57	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	13	21	35	29	63	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	17	21	45	35	63	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	13	23	37	32	66	—	—	—
80 × 60 × 6	35	45	—	17	23	46	38	66	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	13	17	31	31	57	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	17	17	41	36	57	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	13	21	35	31	63	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	17	21	45	36	63	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	13	23	37	33	66	—	—	—
80 × 60 × 7	35	45	—	17	23	46	39	66	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	13	17	31	32	57	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	17	17	41	37	57	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	13	21	36	32	63	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	17	21	45	37	63	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	13	23	37	34	66	—	—	—
80 × 60 × 8	35	45	—	17	23	46	39	66	—	—	—
100 × 50 × 6	30	45	60	13	21	36	29	67	39	—	76
100 × 50 × 6	30	45	60	13	23	37	32	70	40	—	83
100 × 50 × 6	30	45	60	13	25	39	36	73	42	—	90
100 × 50 × 7	30	45	60	13	21	36	31	67	39	—	76
100 × 50 × 7	30	45	60	13	23	37	33	70	40	—	83
100 × 50 × 7	30	45	60	13	25	39	37	73	42	—	90
100 × 50 × 8	30	45	60	13	21	36	32	67	39	—	76
100 × 50 × 8	30	45	60	13	23	37	34	70	40	—	83
100 × 50 × 8	30	45	60	13	25	39	38	73	42	—	90

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1. 2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
100 × 50 × 10	30	45	60	13	21	35	33	67	39	—	76
100 × 50 × 10	30	45	60	13	23	36	36	70	40	—	83
100 × 50 × 10	30	45	60	13	25	38	39	73	42	—	90
100 × 65 × 7	35	45	60	13	21	35	31	68	39	—	76
100 × 65 × 7	35	45	60	17	21	45	36	68	42	—	76
100 × 65 × 7	35	45	60	21	21	45	42	68	45	—	76
100 × 65 × 7	35	45	60	13	23	37	33	72	41	—	83
100 × 65 × 7	35	45	60	17	23	46	39	72	43	—	83
100 × 65 × 7	35	45	60	21	23	46	44	72	46	—	83
100 × 65 × 7	35	45	60	13	25	39	37	75	42	—	90
100 × 65 × 7	35	45	60	17	25	49	42	75	45	—	90
100 × 65 × 7	35	45	60	21	25	49	47	75	48	—	90
100 × 65 × 8	35	45	60	13	21	36	32	68	39	—	76
100 × 65 × 8	35	45	60	17	21	45	37	68	42	—	76
100 × 65 × 8	35	45	60	21	21	45	42	68	45	—	76
100 × 65 × 8	35	45	60	13	23	37	34	72	41	—	83
100 × 65 × 8	35	45	60	17	23	46	39	72	43	—	83
100 × 65 × 8	35	45	60	21	23	46	44	72	46	—	83
100 × 65 × 8	35	45	60	13	25	39	38	75	42	—	90
100 × 65 × 8	35	45	60	17	25	49	43	75	45	—	90
100 × 65 × 8	35	45	60	21	25	49	48	75	48	—	90
100 × 65 × 10	35	45	60	13	21	36	33	68	39	—	76
100 × 65 × 10	35	45	60	17	21	45	38	68	42	—	76
100 × 65 × 10	35	45	60	21	21	45	43	68	45	—	76
100 × 65 × 10	35	45	60	13	23	37	36	72	41	—	83
100 × 65 × 10	35	45	60	17	23	46	40	72	43	—	83
100 × 65 × 10	35	45	60	21	23	46	45	72	46	—	83
100 × 65 × 10	35	45	60	13	25	39	39	75	42	—	90
100 × 65 × 10	35	45	60	17	25	49	44	75	45	—	90
100 × 65 × 10	35	45	60	21	25	49	48	75	48	—	90
100 × 75 × 8	40	45	60	17	21	44	37	70	42	—	76
100 × 75 × 8	40	45	60	21	21	44	42	70	45	—	76
100 × 75 × 8	40	45	60	23	21	46	44	70	47	—	76
100 × 75 × 8	40	45	60	17	23	46	39	73	44	—	83
100 × 75 × 8	40	45	60	21	23	46	44	73	47	—	83
100 × 75 × 8	40	45	60	23	23	48	46	73	48	—	83
100 × 75 × 8	40	45	60	17	25	48	43	77	45	—	90
100 × 75 × 8	40	45	60	21	25	48	48	77	48	—	90
100 × 75 × 8	40	45	60	23	25	50	50	77	49	—	90
100 × 75 × 10	40	45	60	17	23	46	40	73	44	—	83
100 × 75 × 10	40	45	60	21	23	46	45	73	47	—	83
100 × 75 × 10	40	45	60	23	23	48	47	73	48	—	83
100 × 75 × 10	40	45	60	17	25	49	44	77	45	—	90

1 Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1. 2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
100 × 75 × 10	40	45	60	21	25	49	48	77	48	—	90
100 × 75 × 10	40	45	60	23	25	51	50	77	49	—	90
100 × 75 × 10	40	45	60	17	28	52	47	81	47	—	100
100 × 75 × 10	40	45	60	21	28	52	52	81	50	—	100
100 × 75 × 10	40	45	60	23	28	54	53	81	51	—	100
100 × 75 × 12	40	45	60	17	21	45	39	70	42	—	76
100 × 75 × 12	40	45	60	21	21	45	44	70	45	—	76
100 × 75 × 12	40	45	60	23	21	47	46	70	47	—	76
100 × 75 × 12	40	45	60	17	23	46	41	73	44	—	83
100 × 75 × 12	40	45	60	21	23	46	46	73	47	—	83
100 × 75 × 12	40	45	60	23	23	48	48	73	48	—	83
100 × 75 × 12	40	45	60	17	25	49	45	77	45	—	90
100 × 75 × 12	40	45	60	21	25	49	49	77	48	—	90
100 × 75 × 12	40	45	60	23	25	51	51	77	49	—	90
120 × 80 × 8	45	50	80	17	21	42	32	77	49	—	71
120 × 80 × 8	45	50	80	21	21	42	39	77	52	—	71
120 × 80 × 8	45	50	80	23	21	44	41	77	54	—	71
120 × 80 × 8	45	50	80	17	23	44	35	81	51	—	78
120 × 80 × 8	45	50	80	21	23	44	41	81	54	—	78
120 × 80 × 8	45	50	80	23	23	46	44	81	55	—	78
120 × 80 × 8	45	50	80	17	25	47	39	85	52	—	86
120 × 80 × 8	45	50	80	21	25	47	45	85	55	—	86
120 × 80 × 8	45	50	80	23	25	49	47	85	57	—	86
120 × 80 × 10	45	50	80	17	21	43	34	77	49	—	71
120 × 80 × 10	45	50	80	21	21	43	40	77	52	—	71
120 × 80 × 10	45	50	80	23	21	45	43	77	54	—	71
120 × 80 × 10	45	50	80	17	23	45	37	81	51	—	78
120 × 80 × 10	45	50	80	21	23	45	43	81	54	—	78
120 × 80 × 10	45	50	80	23	23	47	45	81	55	—	78
120 × 80 × 10	45	50	80	17	25	48	41	85	52	—	86
120 × 80 × 10	45	50	80	21	25	48	46	85	55	—	86
120 × 80 × 10	45	50	80	23	25	50	48	85	57	—	86
120 × 80 × 12	45	50	80	17	21	44	36	77	49	—	71
120 × 80 × 12	45	50	80	21	21	44	42	77	52	—	71
120 × 80 × 12	45	50	80	23	21	46	44	77	54	—	71
120 × 80 × 12	45	50	80	17	23	46	39	81	51	—	78
120 × 80 × 12	45	50	80	21	23	46	44	81	54	—	78
120 × 80 × 12	45	50	80	23	23	48	46	81	55	—	78
120 × 80 × 12	45	50	80	17	25	48	42	85	52	—	86
120 × 80 × 12	45	50	80	21	25	48	47	85	55	—	86
120 × 80 × 12	45	50	80	23	25	50	49	85	57	—	86
130 × 65 × 8	35	50	90	13	21	36	25	77	49	—	66
130 × 65 × 8	35	50	90	17	21	45	32	77	52	—	66
130 × 65 × 8	35	50	90	21	21	45	39	77	55	—	66

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1.2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
130 × 65 × 8	35	50	90	13	23	37	39	81	52	—	74
130 × 65 × 8	35	50	90	17	23	46	35	81	53	—	74
130 × 65 × 8	35	50	90	21	23	46	41	81	56	—	74
130 × 65 × 8	35	50	90	13	25	39	34	85	52	—	88
130 × 65 × 8	35	50	90	17	25	49	39	85	55	—	88
130 × 65 × 8	35	50	90	21	25	49	45	85	58	—	88
130 × 65 × 10	35	50	90	13	21	36	28	77	49	—	66
130 × 65 × 10	35	50	90	17	21	45	34	77	52	—	66
130 × 65 × 10	35	50	90	21	21	45	40	77	55	—	66
130 × 65 × 10	35	50	90	13	23	37	31	81	50	—	74
130 × 65 × 10	35	50	90	17	23	46	37	81	52	—	74
130 × 65 × 10	35	50	90	21	23	46	43	81	56	—	74
130 × 65 × 10	35	50	90	13	25	39	36	85	52	—	82
130 × 65 × 10	35	50	90	17	25	49	41	85	55	—	82
130 × 65 × 10	35	50	90	21	25	49	46	85	58	—	82
130 × 65 × 12	35	50	90	13	21	36	31	77	49	—	66
130 × 65 × 12	35	50	90	17	21	45	36	77	52	—	66
130 × 65 × 12	35	50	90	21	21	45	42	77	55	—	66
130 × 65 × 12	35	50	90	13	23	37	33	81	50	—	74
130 × 65 × 12	35	50	90	17	23	46	39	81	53	—	74
130 × 65 × 12	35	50	90	21	23	46	44	81	56	—	74
130 × 65 × 12	35	50	90	13	25	39	37	85	52	—	82
130 × 65 × 12	35	50	90	17	25	49	42	85	55	—	82
130 × 65 × 12	35	50	90	21	25	49	47	85	58	—	82
150 × 75 × 9	40	50	105	17	23	46	36	87	58	—	63
150 × 75 × 9	40	50	105	21	23	46	42	87	61	—	63
150 × 75 × 9	40	50	105	23	23	48	44	87	63	—	63
150 × 75 × 9	40	50	105	17	25	49	40	91	60	—	72
150 × 75 × 9	40	50	105	21	25	49	46	91	63	—	72
150 × 75 × 9	40	50	105	23	25	51	48	91	64	—	72
150 × 75 × 9	40	50	105	17	28	52	44	96	62	—	85
150 × 75 × 9	40	50	105	21	28	52	49	96	65	—	85
150 × 75 × 9	40	50	105	23	28	54	51	96	66	—	85
150 × 75 × 10	40	50	105	17	23	46	37	87	58	—	63
150 × 75 × 10	40	50	105	21	23	46	43	87	61	—	63
150 × 75 × 10	40	50	105	23	23	48	45	87	63	—	63
150 × 75 × 10	40	50	105	17	25	49	41	91	60	—	72
150 × 75 × 10	40	50	105	21	25	49	46	91	63	—	72
150 × 75 × 10	40	50	105	23	25	51	48	91	64	—	72
150 × 75 × 10	40	50	105	17	28	52	44	96	62	—	85
150 × 75 × 10	40	50	105	21	28	52	50	96	65	—	85
150 × 75 × 10	40	50	105	23	28	54	52	96	66	—	85
150 × 75 × 12	40	50	105	17	23	46	39	87	58	—	63
150 × 75 × 12	40	50	105	21	23	46	44	87	61	—	63

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1. 2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
150 × 75 × 12	40	50	105	23	23	48	46	87	63	—	63
150 × 75 × 12	40	50	105	17	25	49	42	91	60	—	72
150 × 75 × 12	40	50	105	21	25	49	47	91	63	—	72
150 × 75 × 12	40	50	105	23	25	51	49	91	64	—	72
150 × 75 × 12	40	50	105	17	28	52	46	96	62	—	85
150 × 75 × 12	40	50	105	21	28	52	50	96	65	—	85
150 × 75 × 12	40	50	105	23	28	54	52	96	66	—	85
150 × 75 × 15	40	50	105	17	23	46	40	87	58	—	63
150 × 75 × 15	40	50	105	21	23	46	45	87	61	—	63
150 × 75 × 15	40	50	105	23	23	48	47	87	63	—	63
150 × 75 × 15	40	50	105	17	25	49	44	91	60	—	72
150 × 75 × 15	40	50	105	21	25	49	48	91	63	—	72
150 × 75 × 15	40	50	105	23	25	51	50	91	64	—	72
150 × 75 × 15	40	50	105	17	28	51	47	96	62	—	85
150 × 75 × 15	40	50	105	21	28	51	52	96	65	—	85
150 × 75 × 15	40	50	105	23	28	53	53	96	66	—	85
150 × 90 × 10	50	50	105	21	23	43	43	90	62	—	63
150 × 90 × 10	50	50	105	23	23	45	45	90	64	—	63
150 × 90 × 10	50	50	105	25	23	48	48	90	65	—	63
150 × 90 × 10	50	50	105	21	25	46	46	93	64	—	72
150 × 90 × 10	50	50	105	23	25	48	48	93	65	—	72
150 × 90 × 10	50	50	105	25	25	51	51	93	67	—	72
150 × 90 × 10	50	50	105	21	28	50	50	99	66	—	85
150 × 90 × 10	50	50	105	23	28	52	52	99	68	—	85
150 × 90 × 10	50	50	105	25	28	55	54	99	69	—	85
150 × 90 × 12	50	50	105	21	23	44	44	90	62	—	63
150 × 90 × 12	50	50	105	23	23	46	46	90	64	—	63
150 × 90 × 12	50	50	105	25	23	49	49	90	65	—	63
150 × 90 × 12	50	50	105	21	25	47	47	93	64	—	72
150 × 90 × 12	50	50	105	23	25	49	49	93	65	—	72
150 × 90 × 12	50	50	105	25	25	52	52	93	67	—	72
150 × 90 × 12	50	50	105	21	28	50	50	99	66	—	85
150 × 90 × 12	50	50	105	23	28	53	52	99	68	—	85
150 × 90 × 12	50	50	105	25	28	56	55	99	69	—	85
150 × 90 × 15	50	50	105	21	23	45	45	90	62	—	63
150 × 90 × 15	50	50	105	23	23	47	47	90	64	—	63
150 × 90 × 15	50	50	105	25	23	50	50	90	65	—	63
150 × 90 × 15	50	50	105	21	25	48	48	93	64	—	72
150 × 90 × 15	50	50	105	23	25	50	50	93	65	—	72
150 × 90 × 15	50	50	105	25	25	53	53	93	67	—	72
150 × 90 × 15	50	50	105	21	28	51	52	99	66	—	85
150 × 90 × 15	50	50	105	23	28	53	53	99	68	—	85
150 × 90 × 15	50	50	105	25	28	56	56	99	69	—	85
200 × 100 × 10	45	60	150	21	23	45	32	100	71	71	—
200 × 100 × 10	45	60	150	23	23	47	36	100	72	75	—

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1.2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
200 × 100 × 10	45	60	150	25	23	50	40	104	74	78	—
200 × 100 × 10	45	60	150	21	25	48	38	104	72	—	13
200 × 100 × 10	45	60	150	23	25	50	41	104	74	—	13
200 × 100 × 10	45	60	150	25	25	53	44	104	76	—	13
200 × 100 × 10	45	60	150	21	28	51	42	110	75	—	47
200 × 100 × 10	45	60	150	23	28	53	45	110	76	—	47
200 × 100 × 10	45	60	150	25	28	56	48	110	78	—	47
200 × 100 × 12	45	60	150	21	23	46	35	100	71	71	—
200 × 100 × 12	45	60	150	23	23	48	39	100	72	75	—
200 × 100 × 12	45	60	150	25	23	51	42	100	74	78	—
200 × 100 × 12	45	60	150	21	25	48	40	104	72	—	13
200 × 100 × 12	45	60	150	23	25	50	43	104	74	—	13
200 × 100 × 12	45	60	150	25	25	53	46	104	76	—	13
200 × 100 × 12	45	60	150	21	28	51	44	110	75	—	47
200 × 100 × 12	45	60	150	23	28	53	47	110	76	—	47
200 × 100 × 12	45	60	150	25	28	57	50	110	78	—	47
200 × 100 × 15	45	60	150	21	23	46	39	100	71	71	—
200 × 100 × 15	45	60	150	23	23	48	42	100	72	75	—
200 × 100 × 15	45	60	150	25	23	51	45	104	74	78	—
200 × 100 × 15	45	60	150	21	25	49	43	104	72	—	13
200 × 100 × 15	45	60	150	23	25	51	45	104	74	—	13
200 × 100 × 15	45	60	150	25	25	54	48	104	76	—	13
200 × 100 × 15	45	60	150	21	28	52	47	110	75	—	47
200 × 100 × 15	45	60	150	23	28	54	49	110	76	—	47
200 × 100 × 15	45	60	150	25	28	57	52	110	78	—	47
200 × 150 × 10	50	60	150	23	23	45	36	101	73	77	—
200 × 150 × 10	50	60	150	25	23	48	40	105	75	80	—
200 × 150 × 10	50	60	150	28	23	52	46	112	77	85	—
200 × 150 × 10	50	60	150	23	25	48	41	105	75	—	13
200 × 150 × 10	50	60	150	25	25	51	44	105	76	—	13
200 × 150 × 10	50	60	150	28	25	54	50	105	79	—	13
200 × 150 × 10	50	60	150	23	28	52	45	112	77	—	47
200 × 150 × 10	50	60	150	25	28	55	48	112	79	—	47
200 × 150 × 10	50	60	150	28	28	58	54	112	81	—	47
200 × 150 × 12	50	60	150	23	23	46	39	101	73	77	—
200 × 150 × 12	50	60	150	25	23	49	42	105	75	80	—
200 × 150 × 12	50	60	150	28	23	52	48	112	77	85	—
200 × 150 × 12	50	60	150	23	25	49	43	105	75	—	13
200 × 150 × 12	50	60	150	25	25	52	46	105	76	—	13
200 × 150 × 12	50	60	150	28	25	55	51	112	79	—	13
200 × 150 × 12	50	60	150	23	28	53	47	112	77	—	47
200 × 150 × 12	50	60	150	25	28	56	50	112	79	—	47
200 × 150 × 12	50	60	150	28	28	59	55	112	81	—	47
200 × 150 × 15	50	60	150	23	23	47	42	101	73	77	—
200 × 150 × 15	50	60	150	25	23	50	45	105	75	80	—

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

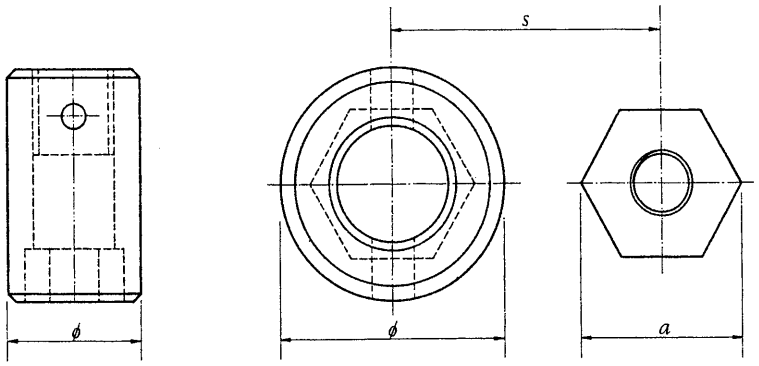
1. 2.14

Un perfil LD. Agujeros en las alas. Disposición.

LD	Gramiles			Agujeros		Distancias [1]					
	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm	d_1 mm	d_2 mm	s_1 mm	s_2 mm	s_3 mm	s_4 mm	s_5 mm	s_6 mm
200 × 150 × 15	50	60	150	28	23	53	50	112	77	85	—
200 × 150 × 15	50	60	150	23	25	50	45	105	75	—	13
200 × 150 × 15	50	60	150	25	25	53	48	105	76	—	13
200 × 150 × 15	50	60	150	28	25	56	53	112	79	—	13
200 × 150 × 15	50	60	150	23	28	53	49	112	77	—	47
200 × 150 × 15	50	60	150	25	28	56	52	112	79	—	47
200 × 150 × 15	50	60	150	28	28	59	56	112	81	—	47
200 × 150 × 18	50	60	150	23	23	48	44	101	73	77	—
200 × 150 × 18	50	60	150	25	23	51	47	101	75	80	—
200 × 150 × 18	50	60	150	28	23	54	51	112	77	85	—
200 × 150 × 18	50	60	150	23	25	50	47	105	75	—	13
200 × 150 × 18	50	60	150	25	25	53	50	105	76	—	13
200 × 150 × 18	50	60	150	28	25	56	54	112	79	—	13
200 × 150 × 18	50	60	150	23	28	54	51	112	77	—	47
200 × 150 × 18	50	60	150	25	28	57	54	112	79	—	47
200 × 150 × 18	50	60	150	28	28	60	58	112	81	—	47

[1] Los cálculos de las distancias entre agujeros se han calculado con 2 mm de holgura sobre el diámetro nominal (superior en 1 mm al indicado en la tabla), de acuerdo con las recomendaciones de la CECM.

1.2.14



Casquillo aprietatuercas. Diámetro exterior.

Elementos de unión			Casquillo aprietatuercas diámetro φ mm			Separación mínima entre agujeros s mm			Separación mínima adoptada en el Prontuario s mm
Tornillo	Tuerca								
	Medida entre aristas a mm	Medida entre caras c mm	Ingersoll Rand	Atlas Copco	AISC	Ingersoll Rand	Atlas Copco	AISC	
TR 12	25,4	22	32,5	34,9	—	28,9	30,1	—	32
TR 16	31,2	27	54,0	44,5	44,5	42,6	37,8	37,8	50
TR 20	36,9	32	54,0	54,0	57,2	45,4	45,4	47,0	50
TR 22	41,6	36	57,2	57,2	63,5	49,4	49,4	52,5	53
TR 24	47,3	41	60,3	63,5	66,7	53,8	55,4	57,0	60
TR 27	53,1	46	69,8	70,0	73,0	61,4	61,5	63,0	63

$$s = \frac{\varnothing}{2} + \frac{a}{2} + \text{holgura}$$

1. 2.15

1.3 perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I

 1.3. 1 medio perfil IPN

 1.3. 2 medio perfil IPE

 1.3. 3 medio perfil HEB

 1.3. 4 medio perfil HEA

 1.3. 5 medio perfil HEM

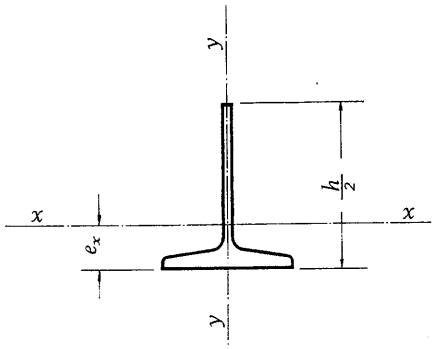
 1.3. 6 un perfil T alma larga, obtenido de IPN

 1.3. 7 un perfil T alma larga, obtenido de IPE

 1.3. 8 un perfil T alma larga, obtenido de HEB

 1.3. 9 un perfil T alma larga, obtenido de HEA

 1.3.10 un perfil T alma larga, obtenido de HEM

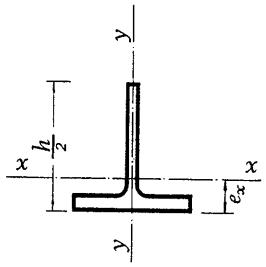


Medio perfil IPN. Sección bruta.

IPN	$h/_2$ mm	e_x cm	Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
					I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	60	1,53	7,10	5,55	21,8	4,87	1,75	10,7	3,71	1,23
140	70	1,78	9,15	7,20	37,5	7,18	2,02	17,6	5,35	1,40
160	80	2,04	11,40	8,95	71,7	12,0	2,51	27,4	7,40	1,55
180	90	2,24	13,95	10,95	96,7	14,3	2,63	40,7	9,90	1,71
200	100	2,56	16,7	13,1	144	19,4	2,94	58,2	12,9	1,87
220	110	2,83	19,8	15,5	208	25,4	3,24	81,0	16,6	2,02
240	120	3,09	23,0	18,1	289	32,5	3,54	110	20,8	2,20
260	130	3,37	26,7	20,9	396	41,1	3,85	144	25,4	2,32
280	140	3,66	30,5	23,9	528	51,1	4,16	182	30,5	2,45
300	150	3,96	34,5	27,1	691	62,6	4,47	225	36,0	2,56
320	160	4,26	38,9	30,5	888	75,7	4,78	277	42,3	2,67
340	170	4,56	43,3	34,0	1 130	90,6	5,10	336	49,1	2,80
360	180	4,86	48,5	38,1	1 420	108	5,40	408	57,1	2,90
380	190	5,16	53,5	42,0	1 750	126	5,72	486	65,3	3,02
400	200	5,46	58,9	46,2	2 140	147	6,02	578	74,6	3,13
450	225	6,21	73,4	57,6	3 400	209	6,80	861	101	3,43
500	250	6,96	89,7	70,4	5 150	286	7,58	1 240	134	3,72
550	275	7,55	106	83,3	7 300	366	8,29	1 740	174	4,02
600	300	8,47	127	99,6	10 570	491	9,12	2 340	218	4,29

1. 3.1

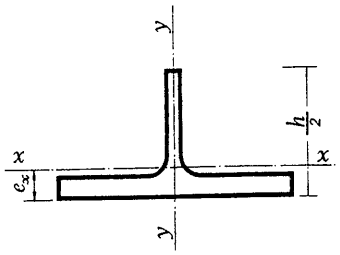
valores estáticos perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I



Medio perfil IPE. Sección bruta.

IPE	$\frac{h}{2}$ mm	e_x cm	Sección A cm²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
					I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	60	1,40	6,60	5,20	20,27	4,40	1,75	13,9	4,3	1,45
140	70	1,62	8,21	6,45	33,0	6,14	2,01	22,5	6,2	1,65
160	80	1,84	10,0	7,89	52,9	8,57	2,29	34,2	8,4	1,84
180	90	2,05	12,0	9,40	80,3	11,5	2,59	50,5	11,1	2,05
200	100	2,25	14,2	11,2	117	15,1	2,87	71,3	14,3	2,24
220	110	2,45	16,7	13,1	165	19,3	3,15	103	18,6	2,48
240	120	2,63	19,6	15,4	227	24,3	3,41	142	23,7	2,69
270	135	2,97	23,0	18,0	346	32,8	3,88	210	31,1	3,02
300	150	3,32	26,9	21,1	509	43,6	4,35	302	40,3	3,35
330	165	3,65	31,3	24,6	717	55,8	4,78	394	49,3	3,55
360	180	3,99	36,4	28,5	992	70,8	5,22	522	61,4	3,79
400	200	4,52	42,2	33,2	1 450	93,7	5,86	659	73,2	3,95
450	225	5,28	49,4	38,8	2 220	129	6,70	838	88,2	4,12
500	250	6,01	57,8	45,3	3 260	172	7,52	1 070	107	4,31
550	275	6,77	67,2	52,8	4 670	225	8,33	1 330	127	4,45
600	300	7,48	78,0	61,2	6 500	288	9,13	1 690	154	4,66

1. 3.2

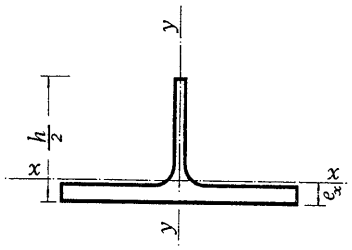


Medio perfil HEB. Sección bruta.

HEB	$\frac{h}{2}$	e_x	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
			A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	cm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
120	60	1,14	17,0	13,3	30,9	6,35	1,35	159	26,45	3,06
140	70	1,29	21,5	16,9	53,5	9,36	1,58	275	39,25	3,58
160	80	1,48	27,1	21,3	91,3	14,0	1,83	444,5	55,50	4,05
180	90	1,62	32,6	25,6	139	18,9	2,07	681,5	75,50	4,57
200	100	1,77	39,0	30,6	204	24,8	2,29	1 000	100	5,07
220	110	1,92	45,5	35,7	289	31,8	2,52	1 420	129	5,59
240	120	2,06	53,0	41,6	397	40,0	2,74	1 960	163,5	6,08
260	130	2,17	59,2	46,5	512	47,3	2,94	2 570	197,5	6,58
280	140	2,32	65,7	51,6	673	57,7	3,20	3 300	235,5	7,09
300	150	2,47	74,5	58,5	871	69,5	3,42	4 280	285,5	7,58
320	160	2,68	80,7	63,3	1 100	82,3	3,69	4 620	308	7,57
340	170	2,91	85,4	67,1	1 360	96,7	3,99	4 845	323	7,53
360	180	3,15	90,3	70,9	1 670	113	4,30	5 070	338	7,49
400	200	3,66	98,9	77,6	2 440	149	4,96	5 410	360,5	7,40
450	225	4,23	109	85,6	3 570	195	5,72	5 860	390,5	7,33
500	250	4,82	119	93,7	5 020	249	6,49	6 315	421	7,27
550	275	5,49	127	99,7	6 830	311	7,33	6 535	436	7,17
600	300	6,20	135	106	9 060	381	8,19	6 765	451	7,08

1. 3.3

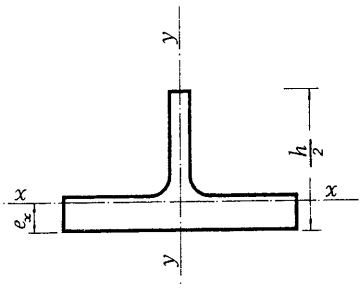
valores estáticos perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I



Medio perfil HEA. Sección bruta.

HEA	$\frac{h}{2}$	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	57	0,98	12,7	9,94	21,3	4,52	1,30	115,5	19,3	3,02
140	66,5	1,13	15,7	12,3	37,5	6,79	1,55	195	27,8	3,52
160	76	1,28	19,4	15,2	61,5	9,72	1,78	308	38,5	3,98
180	85,5	1,37	22,6	17,8	89,1	12,4	1,98	462	51,5	4,52
200	95	1,52	26,9	21,1	133	16,6	2,22	668	67,0	4,98
220	105	1,66	32,2	25,3	194	21,9	2,45	977	89,0	5,51
240	115	1,81	38,4	30,2	273	28,2	2,67	1 380	115,5	6,00
260	125	1,91	43,4	34,1	355	33,5	2,86	1 830	141	6,50
280	135	2,06	48,6	38,2	477	41,8	3,13	2 380	170	7,00
300	145	2,21	56,3	44,2	630	51,2	3,35	3 155	210,5	7,49
320	155	2,41	62,2	48,8	808	61,7	3,60	3 490	233	7,49
340	165	2,64	66,7	52,4	1 020	73,5	3,91	3 720	248	7,46
360	175	2,87	71,4	56,0	1 270	86,7	4,22	3 940	263	7,43
400	195	3,39	79,5	62,4	1 890	118	4,88	4 280	285,5	7,34
450	220	3,94	89,0	69,9	2 820	156	5,62	4 730	315,5	7,29
500	245	4,51	98,8	77,5	4 020	201	6,38	5 185	345,5	7,24
550	270	5,17	106	83,1	5 530	253	7,23	5 410	360,5	7,15
600	295	5,87	113	88,9	7 400	313	8,08	5 635	375,5	7,05

1. 3.4

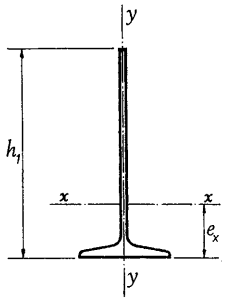


Medio perfil HEM. Sec.

HEM	$\frac{h}{2}$	e_x	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
			A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	cm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
120	70	1,72	33,2	26,1	83,2	15,8	1,58	351,5	56,0	3,25
140	80	1,87	40,3	31,6	132	21,5	1,81	572	78,5	3,77
160	90	2,05	48,5	38,1	205	29,5	2,05	879,5	106	4,26
180	100	2,20	56,6	44,5	296	37,9	2,29	1 290	138,5	4,77
200	110	2,35	65,6	51,5	413	47,8	2,51	1 825	177	5,27
220	120	2,50	74,7	58,7	561	59,1	2,74	2 505	222	5,79
240	135	2,89	99,8	78,3	918	86,5	3,03	4 075	328,5	6,39
260	145	3,01	110	86,2	1 160	101	3,24	5 225	390	6,90
280	155	3,15	120	94,3	1 460	119	3,49	6 585	457	7,40
300	170	3,55	152	119	2 170	161	3,78	9 700	625	8,00
320	179,5	3,74	156	122	2 550	179	4,04	9 855	640	7,95
340	188,5	3,91	158	124	2 950	198	4,32	9 855	640	7,90
360	197,5	4,10	159	125	3 390	217	4,61	9 760	635	7,83
400	216	4,50	163	129	4 430	259	5,22	9 670	630	7,70
450	239	5,03	168	132	6 000	318	5,98	9 670	630	7,59
500	262	5,59	172	135	7 880	382	6,76	9 575	625	7,46
550	286	6,22	177	139	10 210	456	7,59	9 575	625	7,35
600	310	6,88	182	143	12 920	536	8,43	9 490	620	7,22

1. 3.5

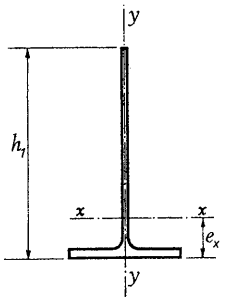
valores estáticos perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I



Un perfil T alma larga, obtenido de IPN. Sección bruta.

IPN	h_1	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
80	70	2,06	4,95	3,89	23,8	4,81	2,19	3,16	1,50	0,80
100	85	2,52	6,89	5,41	48,9	8,17	2,66	6,10	2,44	0,94
120	105	3,17	9,38	7,37	104	14,1	3,32	10,8	3,71	1,07
140	120	3,62	12,0	9,40	173	20,6	3,80	17,7	5,35	1,21
160	140	4,27	15,2	11,9	311	32,0	4,53	27,4	7,41	1,34
180	160	4,88	19,0	14,9	494	44,4	5,10	41,8	10,2	1,48
200	175	5,38	22,3	17,5	697	57,5	5,59	58,5	13,0	1,62
220	195	6,04	26,6	20,9	1 040	77,0	6,24	82,2	16,8	1,76
240	215	6,70	31,3	24,6	1 490	100	6,89	111	20,9	1,88
260	230	7,19	36,1	28,3	1 960	124	7,37	144	25,6	2,00
280	250	7,89	41,6	32,7	2 680	157	8,03	183	30,7	2,09
300	270	8,62	47,5	37,3	3 580	195	8,69	226	36,2	2,18
320	285	9,12	53,2	41,8	4 470	231	9,17	279	42,6	2,29
340	305	9,84	59,8	47,0	5 770	279	9,82	338	49,4	2,38
360	320	10,4	66,7	52,4	7 080	327	10,3	411	57,5	2,48
380	340	11,1	74,0	58,1	8 890	388	11,0	490	65,7	2,57
400	360	11,8	81,9	64,3	11 040	456	11,6	582	75,1	2,67
450	405	13,4	103	80,5	17 510	646	13,1	868	102	2,91
500	450	15,0	126	98,7	26 540	885	14,5	1 250	135	3,15
550	495	16,3	148	116	37 700	1 140	16,0	1 750	175	3,44
600	540	18,2	179	140	54 430	1 520	17,5	2 360	220	3,63

1. 3.6

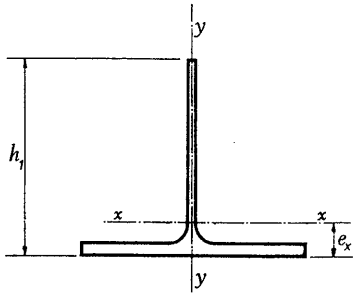


Un perfil T de alma larga, obtenido de IPE. Sección bruta.

IPE	h_1	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
140	125	3,57	10,8	8,48	169	19,0	3,96	22,5	6,2	1,44
160	140	3,94	13,0	10,2	256	25,4	4,43	34,2	8,4	1,62
180	160	4,52	15,7	12,3	405	35,3	5,08	50,5	11,1	1,79
200	175	4,87	18,4	14,5	565	44,8	5,54	71,3	14,3	1,97
220	195	5,41	21,7	17,0	828	58,7	6,18	103	18,6	2,17
240	215	5,90	25,4	20,0	1 170	75,3	6,79	142	23,7	2,36
270	240	6,62	29,9	23,5	1 740	99,9	7,62	210	31,1	2,65
300	270	7,57	35,4	27,8	2 630	136	8,62	302	40,3	2,92
330	300	8,44	41,4	32,5	3 810	177	9,59	394	49,3	3,09
360	325	9,13	48,0	37,7	5 170	221	10,4	522	61,4	3,30
400	365	10,5	56,4	44,3	7 750	298	11,7	659	73,2	3,42
450	410	12,2	66,8	52,4	11 730	407	13,2	838	88,2	3,54
500	460	14,0	79,2	62,2	17 640	551	14,9	1 070	107	3,68
550	505	15,6	92,7	72,8	25 010	718	16,4	1 330	127	3,80
600	555	17,4	109	85,2	35 490	932	18,1	1 690	154	3,95

1. 3.7

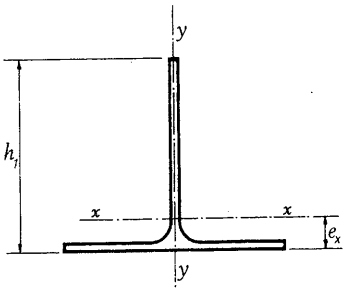
valores estáticos perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I



Un perfil T alma larga, obtenido de HEB. Sección bruta.

HEB	h_1	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	97	1,97	19,4	15,2	128	16,6	2,57	159	26,45	2,86
140	116	2,33	24,7	19,4	239	25,8	3,11	275	39,25	3,34
160	132	2,69	31,3	24,6	401	38,1	3,58	444,5	55,50	3,77
180	151	3,05	37,8	29,7	642	53,3	4,12	681,5	75,50	4,25
200	167	3,32	45,1	35,4	927	69,3	4,54	1 000	100	4,72
220	186	3,68	52,7	41,4	1 360	91,0	5,07	1 420	129	5,19
240	202	3,94	61,2	48,0	1 840	113	5,49	1 960	163,5	5,66
260	218,5	4,15	68,1	53,4	2 360	133	5,89	2 570	197,5	6,14
280	238	4,57	76,0	59,6	3 200	166	6,49	3 300	235,5	6,59
300	254	4,82	86,0	67,5	4 090	199	6,90	4 280	285,5	7,06
320	272,5	5,30	93,6	73,5	5 240	238	7,48	4 620	308	7,03
340	291,5	5,85	100	78,5	6 610	284	8,13	4 845	323	6,96
360	310,5	6,42	107	83,7	8 220	334	8,78	5 070	338	6,90
400	349	7,68	119	93,4	12 270	451	10,2	5 410	360,5	6,74
450	397	9,09	133	104	18 400	601	11,8	5 860	390,5	6,64
500	445	10,6	148	116	26 390	777	13,4	6 315	421	6,54
550	494	12,3	160	126	36 490	983	15,1	6 535	436	6,40
600	543	14,0	173	136	48 970	1 220	16,8	6 765	451	6,26

1. 3.8

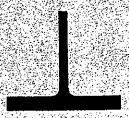


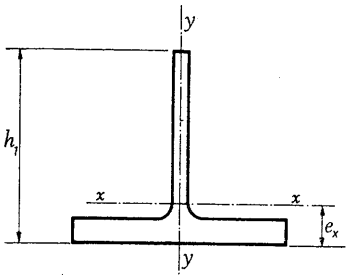
Un perfil T alma larga, obtenido de HEA. Sección bruta.

HEA	h_1	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	94	1,82	14,5	11,4	93,0	12,3	2,53	115,5	19,3	2,82
140	112,5	2,21	18,2	14,3	175	19,4	3,10	195	27,8	3,27
160	128	2,51	22,5	17,7	282	27,5	3,54	308	38,5	3,70
180	146,5	2,80	26,3	20,6	430	36,3	4,04	462	51,5	4,19
200	162	3,10	31,3	24,5	630	48,1	4,49	668	67,0	4,62
220	181	3,46	37,5	29,4	948	64,7	5,03	977	89,0	5,11
240	197	3,71	44,6	35,0	1 320	82,3	5,43	1 380	115,5	5,57
260	213,5	3,90	50,0	39,3	1 700	97,3	5,82	1 830	141	6,05
280	233	4,33	56,5	44,3	2 340	123	6,44	2 380	170	6,49
300	249	4,58	65,1	51,1	3 050	150	6,84	3 155	210,5	6,96
320	267,5	5,03	72,3	56,8	3 960	183	7,40	3 490	233	6,95
340	286,5	5,58	78,3	61,4	5 070	220	8,05	3 720	248	6,89
360	305,5	6,14	84,4	66,3	6.390	262	8,70	3 940	263	6,84
400	344	7,41	95,9	75,3	9 740	361	10,1	4 280	285,5	6,68
450	392	8,78	109	85,4	14 810	487	11,7	4 730	315,5	6,60
500	440	10,2	122	95,9	21 490	636	13,3	5 185	345,5	6,52
550	489	11,9	133	105	29 990	811	15,0	5 410	360,5	6,37
600	538	13,7	145	114	40 570	1 010	16,7	5 635	375,5	6,24

1. 3.9

valores estáticos perfiles T obtenidos por corte longitudinal de vigas I





Un perfil T alma larga, obtenido de HEM. Sección bruta.

HEM	h_1	e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	cm	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
120	107	2,59	37,8	29,7	295	36,4	2,79	351,5	56,0	3,05
140	126	2,96	46,3	36,3	513	53,2	3,33	572	78,5	3,52
160	142	3,30	55,8	43,8	799	73,2	3,78	879,5	106	3,97
180	161	3,67	65,5	51,4	1 220	98,4	4,32	1 290	138,5	4,44
200	177	3,95	75,7	59,4	1 710	124	4,75	1 825	177	4,91
220	196	4,31	86,5	67,9	2 420	158	5,29	2 505	222	5,39
240	217	4,79	115	89,9	3 780	224	5,75	4 075	328,5	5,97
260	233,5	5,03	126	98,7	4 780	261	6,17	5 225	390	6,45
280	253	5,41	138	108	6 290	317	6,75	6 585	457	6,90
300	274	5,90	173	136	9 010	419	7,21	9 700	625	7,48
320	292	6,35	180	141	10 870	476	7,78	9 855	640	7,41
340	310	6,84	183	144	12 960	537	8,41	9 855	640	7,33
360	328	7,35	187	147	15 280	600	9,04	9 760	635	7,23
400	365	8,45	194	152	20 830	743	10,4	9 670	630	7,06
450	411	9,89	204	160	29 320	940	12,0	9 670	630	6,89
500	457	11,4	213	167	39 650	1 160	13,6	9 575	625	6,71
550	505	13,1	223	175	52 620	1 410	15,4	9 575	625	6,56
600	553	14,8	233	183	67 860	1 680	17,1	9 490	620	6,39

1. 3.10

1.4 perfiles formados por chapas soldadas


1.4. 1 perfiles no tipificados, limitaciones dimensionales


1.4. 2 un perfil IPES


1.4. 3 un perfil HEBS


1.4. 4 un perfil HEAS


1.4. 5 un perfil HEMS


1.4. 6 un perfil PCBS


1.4. 7 un perfil PCAS


1.4. 8 un perfil PCMS


1.4. 9 un perfil PVS


1.4.10 un perfil PAS


1.4.11 un perfil TS


1.4.12 platabandas

PERFILES FORMADOS POR CHAPAS SOLDADAS

Dentro de la infinita variedad de perfiles posibles ENSIDESA ha tipificado, con chapa de espesores normalizados, unas series de secciones cuyos valores estáticos se incluyen en las páginas siguientes.

Las series tipificadas son:

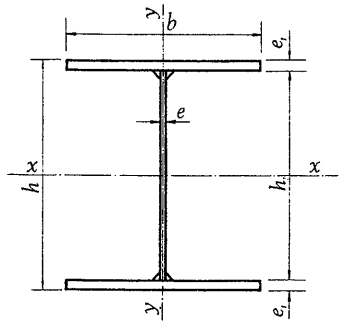
IPES prolongación de la serie **IPE**
HEBS prolongación de la serie **HEB**
HEAS prolongación de la serie **HEA**
HEMS prolongación de la serie **HEM**
PCBS perfil columna derivado de la serie **HEB** (h = b)
PCAS perfil columna derivado de la serie **HEA** (h = b)
PCMS perfil columna derivado de la serie **HEM** (h = b)
PVS otras composiciones variables
PAS perfiles asimétricos
TS perfil T.

Por exigencias especiales, el proyectista puede requerir una sección de viga no incluida en las series anteriores.

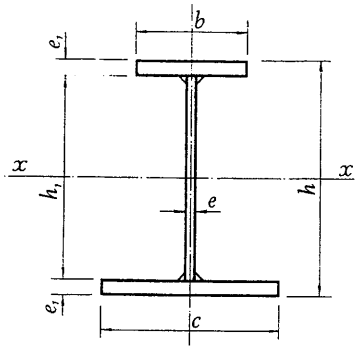
No existen prácticamente limitaciones en el caso de construcción manual de una viga soldada, sin embargo, la ejecución totalmente automatizada impone limitaciones dimensionales, según las características de la línea de construcción.

En los cuadros siguientes se especifican las que imponen los equipos más usuales, y que corresponden a las de suministro por ENSIDESA.

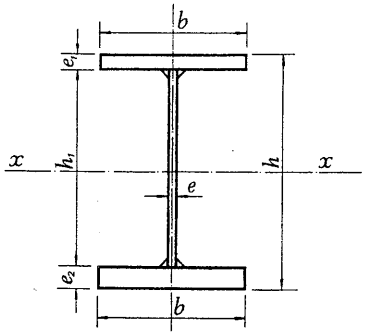
Dimensiones máximas y mínimas de perfiles construidos por proceso continuo de soldadura.



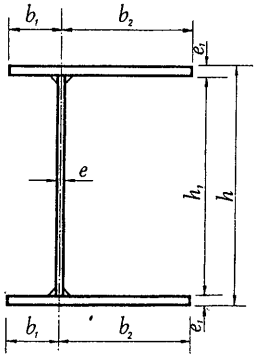
	Dimensiones mm				
	h	b	e	e_1	h_1
Mínimo	220	50	6	9	200
Máximo	2.500	700	32	50	—



	Dimensiones mm						
	h	b	c	e	e_1	$c-b$	h_1
Mínimo	220	50	50	6	9	0	200
Máximo	2.500	700	700	32	50	650	—



	Dimensiones mm						
	h	b	e	e_1	e_2	e_2-e_1	h_1
Mínimo	220	50	6	9	9	0	200
Máximo	2.500	700	32	50	50	41	—



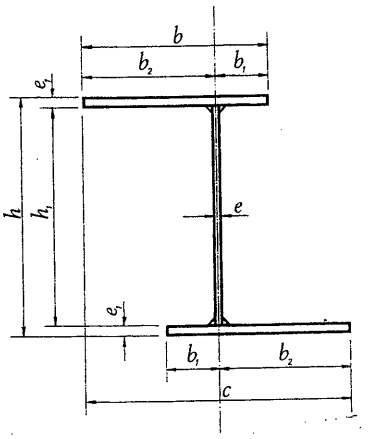
	Dimensiones mm						
	h	b_1+b_2	e	e_1	b_1	b_2	h_1
Minimo	220	50	6	9	25	25	200
Máximo	2.500	700	32	50	350	350	—

1. 4.1

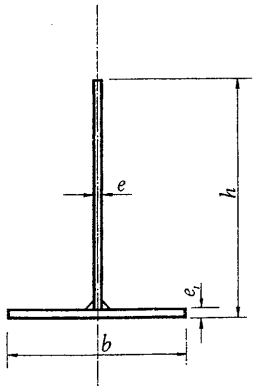
perfiles no tipificados, limitaciones dimensionales

Dimensiones máximas y mínimas de perfiles construidos por proceso continuo de soldadura.

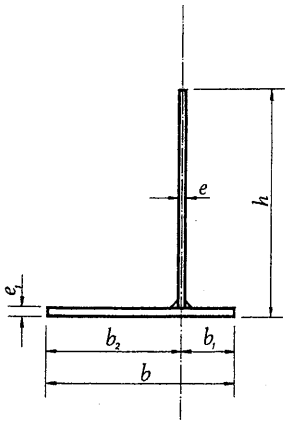
	Dimensiones mm							
	h	b	e	e_1	b_1	b_2	c	h_1
Mínimo	220	50	6	9	25	25	50	200
Máximo	2.500	700	32	50	350	350	700	—



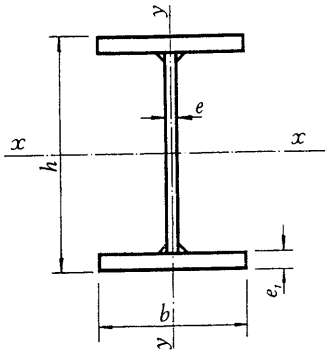
	Dimensiones mm			
	h	b	e	e_1
Mínimo	200	50	6	9
Máximo	2.500	700	32	50



	Dimensiones mm					
	h	b	e	e_1	b_1	$b_1 + b_2$
Mínimo	200	50	6	9	25	50
Máximo	2.500	700	32	50	350	700



1. 4.1

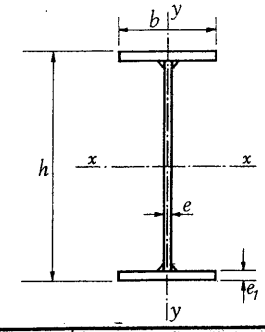


Un perfil IPES

IPES	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
650	650	225	12	20	163	128	2,18	112 000	3 446	26,2	3 795	337	4,8
700	700	230	12	20	171	134	2,30	135 101	3 860	28,1	4 055	352	4,9
750	750	235	15	25	222	174	2,41	197 277	5 260	29,8	5 407	460	4,9
800	800	240	15	25	232	182	2,53	232 921	5 823	31,7	5 760	480	5,0
850	850	245	15	25	242	190	2,65	272 441	6 410	33,5	6 127	500	5,0
900	900	250	15	30	275	216	2,77	357 925	7 953	36,0	7 812	624	5,3
950	950	255	15	30	286	224	2,89	411 868	8 670	37,9	8 290	650	5,4
1 000	1 000	260	15	30	296	233	3,01	470 773	9 415	39,8	8 787	675	5,4

Esta serie no corresponde exactamente a la prolongación de la IPE, debido a la utilización de espesores normalizados.

1. 4.2



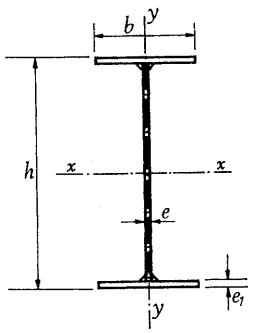
Un perfil HEBS

HEBS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	500	300	15	30	245	193	2,17	110 052	4 402	21,2	13 499	899	7,4
550	550	300	15	30	253	198	2,27	136 386	4 959	23,2	13 499	899	7,3
600	600	300	15	30	260	204	2,37	165 887	5 529	25,2	13 499	899	7,2
650	650	300	15	30	268	210	2,47	198 652	6 112	27,2	13 499	899	7,1
700	700	300	20	35	335	263	2,56	273 842	7 824	28,5	15 749	1 049	6,8
800	800	300	20	35	355	279	2,76	372 079	9 301	32,3	15 749	1 049	6,7
900	900	300	20	35	375	295	2,96	488 115	10 847	36,0	15 749	1 049	6,5
1 000	1 000	300	20	35	395	310	3,16	622 952	12 459	39,7	15 749	1 049	6,3

Esta serie no corresponde exactamente a la prolongación de la HEB, debido a la utilización de espesores normalizados.

1. 4.3

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas

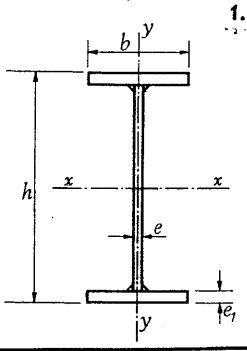


Un perfil HEAS

HEAS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	500	300	12	25	203	160	2,18	93 721	3 748	21,4	11 249	749	7,4
550	550	300	12	25	209	164	2,28	115 859	4 213	23,5	11 249	749	7,3
600	600	300	12	25	215	169	2,38	140 621	4 687	25,5	11 249	749	7,2
650	650	300	15	25	239	188	2,47	173 484	5 337	26,9	11 249	749	6,8
700	700	300	15	25	247	194	2,57	205 187	5 862	28,8	11 249	749	6,7
800	800	300	15	30	290	228	2,77	317 457	7 936	33,0	13 499	899	6,8
900	900	300	15	30	305	240	2,97	414 692	9 215	36,8	13 499	899	6,6
1 000	1 000	300	15	30	320	251	3,17	527 227	10 544	40,5	13 499	899	6,5

Esta serie no corresponde exactamente a la prolongación de la HEA, debido a la utilización de espesores normalizados.

1. 4.4

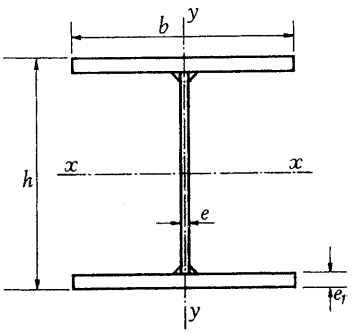


Un perfil HEMS

HEMS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	500	300	20	40	323	254	2,16	139 308	5 572	20,7	18 000	1 200	7,5
550	550	300	20	40	333	262	2,26	173 363	6 304	22,8	18 000	1 200	7,3
600	600	300	20	40	343	270	2,36	211 594	7 053	24,8	18 000	1 200	7,2
650	650	300	20	40	353	277	2,46	254 125	7 819	26,8	18 000	1 200	7,1
700	700	300	20	40	363	285	2,56	301 081	8 602	28,8	18 000	1 200	7,0
800	800	300	20	40	383	301	2,76	408 767	10 219	32,6	18 000	1 200	6,8
900	900	300	20	40	403	317	2,96	535 654	11 903	36,4	18 000	1 200	6,7
1 000	1 000	300	20	40	423	332	3,16	682 741	13 654	40,1	18 000	1 200	6,5

Esta serie no corresponde exactamente a la prolongación de la HEM, debido a la utilización de espesores normalizados.

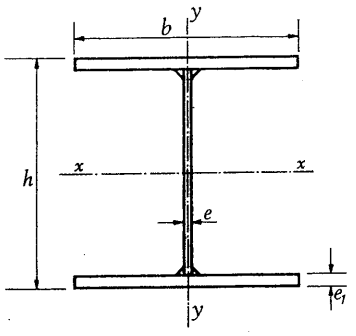
1. 4.5



Un perfil PCBS

PCBS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
320	320	320	12	20	161	126	1,90	30 995	1 937	13,8	10 922	682	8,2
340	340	340	12	20	171	135	2,02	37 516	2 206	14,8	13 101	770	8,7
360	360	360	12	25	217	170	2,14	53 480	2 971	15,7	19 440	1 080	9,5
400	400	400	15	25	252	198	2,37	75 671	3 783	17,3	25 666	1 333	10,3
450	450	450	15	25	284	223	2,67	109 601	4 871	19,6	37 968	1 687	11,5
500	500	500	15	30	365	287	2,97	176 322	7 052	21,9	62 499	2 499	13,1
550	550	550	15	30	403	316	3,27	237 785	8 646	24,3	83 187	3 024	14,4
600	600	600	15	30	440	346	3,57	312 092	10 403	26,6	107 999	3 599	15,6

1. 4.6

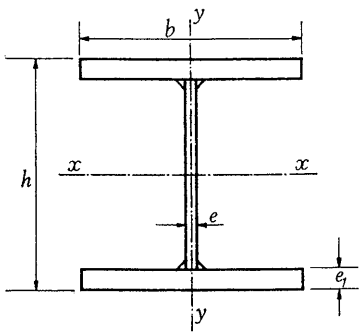


Un perfil PCAS

PCAS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
320	320	320	8	15	119	93	1,90	23 951	1 496	14,2	8 192	512	8,3
340	340	340	10	15	132	104	2,02	29 416	1 730	14,9	9 825	577	8,6
360	360	360	10	18	161	127	2,14	40 730	2 262	15,9	13 996	777	9,3
400	400	400	12	20	203	159	2,38	52 425	3 121	17,5	21 333	1 066	10,2
450	450	450	12	20	229	179	2,68	90 097	4 004	19,8	30 374	1 349	11,5
500	500	500	12	25	303	238	2,98	150 128	6 005	22,2	52 083	2 083	13,1
550	550	550	12	25	334	262	3,28	201 992	7 345	24,6	69 322	2 520	14,4
600	600	600	12	25	365	287	3,58	264 606	8 820	26,9	89 999	2 999	15,7

1. 4.7

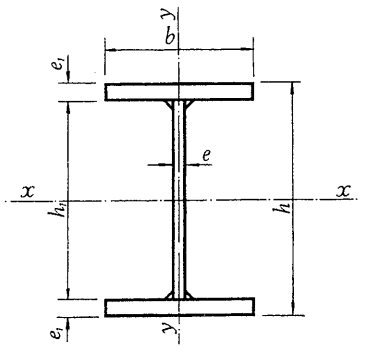
valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



Un perfil PCMS

PCMS	Dimensiones				Sección	Peso	u	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	A cm²	P kg/m	m²/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
320	320	320	20	40	303	238	1,88	52 480	3 280	13,1	21 845	1 365	8,5
340	340	340	20	40	323	254	2,00	64 129	3 772	14,1	25 202	1 541	9,0
360	360	360	20	40	343	270	2,12	77 386	4 299	15,0	31 104	1 728	9,5
400	400	400	20	40	383	301	2,36	109 141	5 457	16,9	42 666	2 133	10,5
450	450	450	20	40	433	340	2,66	159 732	7 099	19,2	60 749	2 699	11,8
500	500	500	20	40	483	379	2,96	223 948	8 957	21,5	83 333	3 333	13,1
550	550	550	20	40	533	419	3,26	303 413	11 033	23,8	110 916	4 033	14,4
600	600	600	20	40	583	458	3,56	399 754	13 325	26,2	144 000	4 800	15,7

1. 4.8



Un perfil PVS

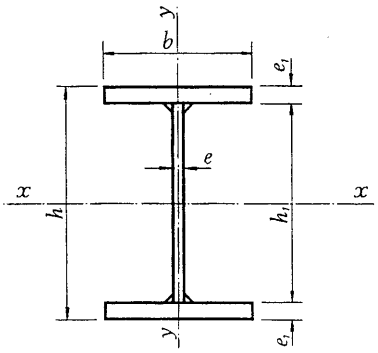
Platabanda 200 • 10 mm

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
				I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
400	8	72,0	56,5	21 080	1 000	17,1	1 340	134	4,31
450	8	76,0	59,7	27 240	1 160	18,9	1 340	134	4,19
500	8	80,0	62,8	34 350	1 320	20,7	1 340	134	4,09
550	8	84,0	65,9	42 460	1 490	22,5	1 340	134	3,99
600	8	88,0	69,1	51 610	1 660	24,2	1 340	134	3,90
650	8	92,0	72,2	61 870	1 850	25,9	1 340	134	3,81
700	8	96,0	75,4	73 280	2 040	27,6	1 340	134	3,73
750	8	100	78,5	85 890	2 230	29,3	1 340	134	3,66
800	8	104	81,6	99 750	2 430	31,0	1 340	134	3,59
850	8	108	84,8	114 900	2 640	32,6	1 340	134	3,52
900	8	112	87,9	131 400	2 860	34,3	1 340	134	3,46
950	8	116	91,1	149 300	3 080	35,9	1 340	134	3,40
1 000	8	120	94,2	168 700	3 310	37,5	1 340	134	3,34
1 100	10	150	118	234 100	4 180	39,5	1 340	134	2,99
1 200	10	160	126	290 400	4 760	42,6	1 340	134	2,89
1 250	10	165	130	321 500	5 060	44,1	1 340	134	2,85
1 300	10	170	133	354 700	5 370	45,7	1 340	134	2,81
1 400	10	180	141	427 500	6 020	48,7	1 350	135	2,73
1 500	10	190	149	509 300	6 700	51,8	1 350	135	2,66

Platabanda 200 • 12 mm

400	8	80,0	62,8	24 640	1 160	17,6	1 600	160	4,47
450	8	84,0	65,9	31 690	1 340	19,4	1 600	160	4,37
500	8	88,0	69,1	39 800	1 520	21,3	1 600	160	4,27
550	8	92,0	72,2	49 000	1 710	23,1	1 600	160	4,17
600	8	96,0	75,3	59 350	1 900	24,9	1 600	160	4,09
650	8	100	78,5	70 900	2 100	26,6	1 600	160	4,00
700	8	104	81,6	83 710	2 310	28,4	1 600	160	3,93
750	8	108	84,8	97 810	2 530	30,1	1 600	160	3,85
800	8	112	87,9	113 300	2 750	31,8	1 600	160	3,78
850	8	116	91,1	130 100	2 980	33,5	1 600	160	3,72
900	8	120	94,2	148 400	3 210	35,2	1 600	160	3,66
950	8	124	97,3	168 200	3 450	36,8	1 600	160	3,60
1 000	8	128	100	189 600	3 700	38,5	1 610	161	3,54
1 100	10	158	124	259 300	4 610	40,5	1 610	161	3,19
1 200	10	168	132	320 300	5 230	43,7	1 610	161	3,09
1 250	10	173	136	353 900	5 560	45,2	1 610	161	3,05
1 300	10	178	140	389 700	5 890	46,8	1 610	161	3,00
1 400	10	188	148	467 900	6 570	49,9	1 610	161	2,92
1 500	10	198	156	555 600	7 290	53,0	1 610	161	2,85

1. 4.9



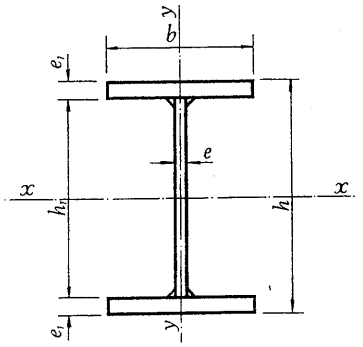
Platabanda 200 • 15 mm

Un perfil PVS

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
400	8	92,0	72,2	30 110	1 400	18,1	2 000	200	4,66
450	8	96,0	75,3	38 520	1 610	20,0	2 000	200	4,57
500	8	100	78,5	48 130	1 820	21,9	2 000	200	4,48
550	8	104	81,6	58 990	2 030	23,8	2 000	200	4,39
600	8	108	84,8	71 150	2 260	25,7	2 000	200	4,31
650	8	112	87,9	84 650	2 490	27,5	2 000	200	4,23
700	8	116	91,1	99 560	2 730	29,3	2 000	200	4,16
750	8	120	94,2	115 900	2 970	31,1	2 000	200	4,09
800	8	124	97,3	133 800	3 220	32,9	2 000	200	4,02
850	8	128	100	153 200	3 480	34,6	2 000	200	3,96
900	8	132	104	174 200	3 750	36,3	2 000	200	3,90
950	8	136	107	196 900	4 020	38,1	2 000	200	3,84
1 000	8	140	110	221 200	4 300	39,8	2 000	200	3,78
1 100	10	170	133	297 400	5 260	41,8	2 010	201	3,43
1 200	10	180	141	365 400	5 940	45,1	2 010	201	3,34
1 250	10	185	145	402 800	6 290	46,7	2 010	201	3,29
1 300	10	190	149	442 500	6 650	48,3	2 010	201	3,25
1 400	10	200	157	529 000	7 400	51,4	2 010	201	3,17
1 500	10	210	165	625 500	8 180	54,6	2 010	201	3,09

Platabanda 250 • 12 mm

400	10	100	78,5	30 800	1 450	17,6	3 130	250	5,59
450	10	105	82,4	39 620	1 670	19,4	3 130	250	5,46
500	10	110	86,4	49 750	1 900	21,3	3 130	250	5,33
550	10	115	90,3	61 250	2 130	23,1	3 130	250	5,22
600	10	120	94,2	74 190	2 380	24,9	3 130	250	5,11
650	10	125	98,1	88 630	2 630	26,6	3 130	251	5,01
700	10	130	102	104 600	2 890	28,4	3 130	251	4,91
750	10	135	106	122 300	3 160	30,1	3 130	251	4,82
800	10	140	110	141 600	3 440	31,8	3 130	251	4,73
850	10	145	114	162 600	3 720	33,5	3 130	251	4,65
900	10	150	118	185 500	4 020	35,2	3 130	251	4,57
950	10	155	122	210 300	4 320	36,8	3 130	251	4,50
1 000	10	160	126	237 000	4 630	38,5	3 130	251	4,43
1 100	10	170	133	296 400	5 270	41,8	3 140	251	4,30
1 200	10	180	141	364 300	5 950	45,0	3 140	251	4,17
1 250	10	185	145	401 700	6 310	46,6	3 140	251	4,12
1 300	10	190	149	441 300	6 670	48,2	3 140	251	4,06
1 400	10	200	157	527 700	7 410	51,4	3 140	251	3,96
1 500	10	210	165	624 200	8 190	54,5	3 140	251	3,87



Un perfil PVS

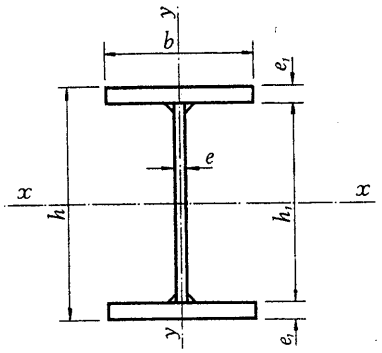
Platabanda 250 • 15 mm

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
400	10	115	90,3	37 640	1 750	18,1	3 910	313	5,83
450	10	120	94,2	48 150	2 010	20,0	3 910	313	5,71
500	10	125	98,1	60 160	2 270	21,9	3 910	313	5,59
550	10	130	102	73 730	2 540	23,8	3 910	313	5,49
600	10	135	106	88 930	2 820	25,7	3 910	313	5,38
650	10	140	110	105 800	3 110	27,5	3 910	313	5,29
700	10	145	114	124 500	3 410	29,3	3 910	313	5,20
750	10	150	118	144 900	3 720	31,1	3 910	313	5.11
800	10	155	122	167 200	4 030	32,8	3 910	313	5,03
850	10	160	126	191 500	4 350	34,6	3 920	313	4,95
900	10	165	130	217 700	4 680	36,3	3 920	313	4,87
950	10	170	133	246 100	5 020	38,0	3 920	313	4,80
1 000	10	175	137	276 500	5 370	39,7	3 920	313	4,73
1 100	10	185	145	344 000	6 090	43,1	3 920	313	4,60
1 200	10	195	153	420 800	6 840	46,5	3 920	313	4,48
1 250	10	200	157	462 800	7 230	48,1	3 920	313	4,43
1 300	10	205	161	507 300	7 630	49,7	3 920	314	4,37
1 400	10	215	169	604 100	8 450	53,0	3 920	314	4,27
1 500	10	225	177	711 600	9 300	56,2	3 920	314	4,17

Platabanda 250 • 20 mm

400	10	140	110	49 470	2 250	18,8	5 210	417	6,10
450	10	145	114	62 850	2 570	20,8	5 210	417	6,00
500	10	150	118	78 050	2 890	22,8	5 210	417	5,89
550	10	155	122	95 120	3 220	24,8	5 210	417	5,80
600	10	160	126	114 100	3 570	26,7	5 210	417	5,71
650	10	165	130	135 100	3 920	28,6	5 210	417	5,62
700	10	170	133	158 200	4 280	30,5	5 210	417	5,54
750	10	175	137	183 400	4 640	32,4	5 210	417	5,46
800	10	180	141	210 800	5 020	34,2	5 210	417	5,38
850	10	185	145	240 400	5 400	36,0	5 220	417	5,31
900	10	190	149	272 400	5 800	37,9	5 220	417	5,24
950	10	195	153	306 700	6 200	39,7	5 220	417	5,17
1 000	10	200	157	343 500	6 610	41,4	5 220	417	5,11
1 100	10	210	165	424 500	7 450	45,0	5 220	417	4,98
1 200	10	220	173	516 100	8 320	48,4	5 220	417	4,87
1 250	10	225	177	566 000	8 750	50,2	5 220	417	4,82
1 300	10	230	181	618 700	9 230	51,9	5 220	418	4,76
1 400	10	240	188	732 800	10 180	55,3	5 220	418	4,66
1 500	10	250	196	858 900	11 150	58,6	5 220	418	4,57

1. 4.9



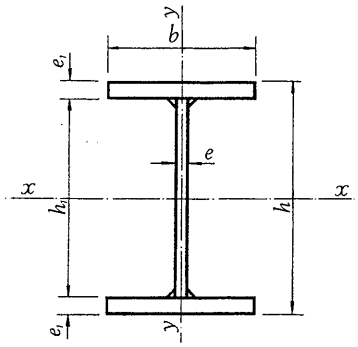
Platabanda 300 • 12 mm

Un perfil PVS

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
400	10	112	87,9	35 900	1 690	17,9	5 400	360	6,95
450	10	117	91,8	46 020	1 940	19,8	5 400	360	6,80
500	10	122	95,8	57 610	2 200	21,7	5 400	360	6,66
550	10	127	99,7	70 730	2 460	23,6	5 400	360	6,52
600	10	132	104	85 430	2 740	25,4	5 400	360	6,40
650	10	137	108	101 800	3 020	27,3	5 410	360	6,28
700	10	142	111	119 800	3 310	29,0	5 410	360	6,17
750	10	147	115	139 700	3 610	30,8	5 410	360	6,06
800	10	152	119	161 400	3 920	32,6	5 410	360	5,96
850	10	157	123	184 900	4 230	34,3	5 410	360	5,87
900	10	162	127	210 500	4 560	36,0	5 410	360	5,78
950	10	167	131	238 000	4 890	37,8	5 410	361	5,69
1 000	10	172	135	267 700	5 230	39,5	5 410	361	5,61
1 100	10	182	143	333 500	5 930	42,8	5 410	361	5,45
1 200	10	192	151	408 400	6 670	46,1	5 410	361	5,31
1 250	10	197	155	449 400	7 060	47,8	5 410	361	5,24
1 300	10	202	159	492 900	7 450	49,4	5 410	361	5,18
1 400	10	212	166	587 600	8 250	52,6	5 410	361	5,05
1 500	10	222	174	692 800	9 090	55,9	5 410	361	4,94

Platabanda 300 • 15 mm

400	10	130	102	44 100	2 050	18,4	6 750	450	7,21
450	10	135	106	56 260	2 340	20,4	6 750	450	7,07
500	10	140	110	70 110	2 650	22,4	6 750	450	6,95
550	10	145	114	85 710	2 960	24,3	6 750	450	6,83
600	10	150	118	103 100	3 270	26,2	6 750	450	6,71
650	10	155	122	122 400	3 600	28,1	6 760	450	6,60
700	10	160	126	143 600	3 930	30,0	6 760	450	6,50
750	10	165	130	166 800	4 280	31,8	6 760	450	6,40
800	10	170	133	192 100	4 630	33,6	6 760	450	6,30
850	10	175	137	219 500	4 990	35,4	6 760	450	6,21
900	10	180	141	249 100	5 360	37,2	6 760	450	6,13
950	10	185	145	281 000	5 730	39,0	6 760	451	6,04
1 000	10	190	149	315 200	6 120	40,7	6 760	451	5,96
1 100	10	200	157	390 700	6 910	44,2	6 760	451	5,81
1 200	10	210	165	476 200	7 740	47,6	6 760	451	5,67
1 250	10	215	169	522 800	8 170	49,3	6 760	451	5,61
1 300	10	220	173	572 200	8 600	51,0	6 760	451	5,54
1 400	10	230	181	679 200	9 500	54,3	6 760	451	5,42
1 500	10	240	188	797 700	10 430	57,7	6 760	451	5,31



Un perfil PVS

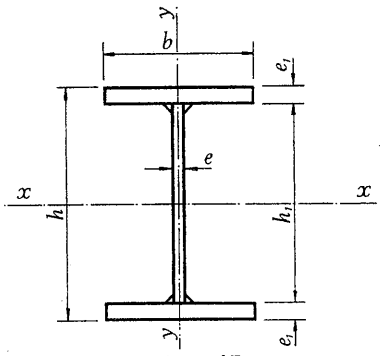
Platabanda 300 • 20 mm

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
400	10	160	126	58 290	2 650	19,1	9 000	600	7,50
450	10	165	130	73 900	3 020	21,2	9 000	600	7,39
500	10	170	133	91 580	3 390	23,2	9 000	600	7,28
550	10	175	137	111 400	3 780	25,2	9 000	600	7,17
600	10	180	141	133 400	4 170	27,2	9 000	600	7,07
650	10	185	145	157 600	4 570	29,2	9 010	600	6,98
700	10	190	149	184 100	4 980	31,1	9 010	600	6,88
750	10	195	153	213 100	5 390	33,1	9 010	600	6,80
800	10	200	157	244 400	5 820	35,0	9 010	600	6,71
850	10	205	161	278 300	6 250	36,8	9 010	601	6,63
900	10	210	165	314 700	6 700	38,7	9 010	601	6,55
950	10	215	169	353 800	7 150	40,6	9 010	601	6,47
1 000	10	220	173	395 500	7 610	42,4	9 010	601	6,40
1 100	10	230	181	487 300	8 550	46,3	9 010	601	6,26
1 200	10	240	188	590 600	9 530	49,6	9 010	601	6,13
1 250	10	245	192	646 700	10 030	51,4	9 010	601	6,06
1 300	10	250	196	705 800	10 530	53,1	9 010	601	6,00
1 400	10	260	204	833 600	11 580	56,6	9 010	601	5,89
1 500	10	270	212	974 400	12 650	60,1	9 010	601	5,78

Platabanda 350 • 12 mm

500	10	134	105	65 480	2 500	22,1	8 580	490	8,00
550	10	139	109	80 200	2 790	24,0	8 580	490	7,86
600	10	144	113	96 660	3 100	25,9	8 580	490	7,72
650	10	149	117	114 900	3 410	27,8	8 580	490	7,59
700	10	154	121	135 100	3 730	29,6	8 580	490	7,46
750	10	159	125	157 100	4 060	31,4	8 580	490	7,35
800	10	164	129	181 100	4 400	33,2	8 580	490	7,23
850	10	169	133	207 200	4 740	35,0	8 580	490	7,13
900	10	174	137	235 400	5 100	36,8	8 580	490	7,02
950	10	179	141	265 800	5 460	38,5	8 580	491	6,92
1 000	10	184	144	298 400	5 830	40,3	8 580	491	6,83
1 100	10	194	152	370 600	6 590	43,7	8 590	491	6,65
1 200	10	204	160	452 500	7 390	47,1	8 590	491	6,49
1 250	10	209	164	497 200	7 810	48,8	8 590	491	6,41
1 300	10	214	168	544 600	8 230	50,4	8 590	491	6,33
1 400	10	224	176	647 400	9 090	53,8	8 590	491	6,19
1 500	10	234	184	761 400	9 990	57,0	8 590	491	6,06
1 750	12	294	231	1 188 000	13 390	63,6	8 600	491	5,41
2 000	12	324	254	1 650 000	16 310	71,4	8 600	492	5,15
2 200	12	348	273	2 092 000	18 810	77,5	8 610	492	4,97
2 500	12	384	301	2 888 000	22 880	86,7	8 610	492	4,74

1. 4.9



Platabanda 350 • 15 mm

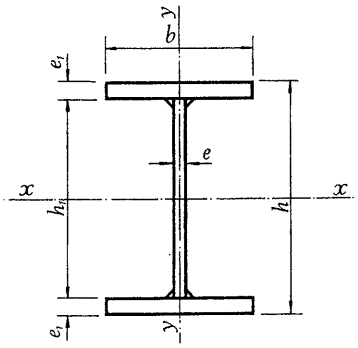
Un perfil PVS

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
500	10	155	122	80 060	3 020	22,7	10 720	613	8,32
550	10	160	126	97 680	3 370	24,7	10 720	613	8,19
600	10	165	130	117 300	3 720	26,7	10 720	613	8,06
650	10	170	133	139 000	4 090	28,6	10 730	613	7,94
700	10	175	137	162 800	4 460	30,5	10 730	613	7,83
750	10	180	141	188 800	4 840	32,4	10 730	613	7,72
800	10	185	145	217 000	5 230	34,2	10 730	613	7,61
850	10	190	149	247 600	5 630	36,1	10 730	613	7,51
900	10	195	153	280 500	6 030	37,9	10 730	613	7,42
950	10	200	157	315 900	6 450	39,7	10 730	613	7,32
1 000	10	205	161	353 800	6 870	41,5	10 730	613	7,23
1 100	10	215	169	437 300	7 740	45,1	10 730	613	7,06
1 200	10	225	177	531 500	8 640	48,6	10 730	613	6,91
1 250	10	230	181	582 800	9 110	50,3	10 730	613	6,83
1 300	10	235	184	637 000	9 580	52,1	10 730	613	6,76
1 400	10	245	192	754 300	10 550	55,5	10 730	613	6,62
1 500	10	255	200	883 800	11 550	58,9	10 730	613	6,49
1 750	12	315	247	1 354 000	15 210	65,6	10 750	614	5,84
2 000	12	345	271	1 866 000	18 380	73,5	10 750	614	5,58
2 200	12	369	290	2 353 000	21 100	79,8	10 750	614	5,40
2 500	12	405	318	3 223 000	25 480	89,2	10 760	615	5,15

Platabanda 350 • 20 mm

500	10	190	149	105 100	3 890	23,5	14 300	817	8,67
550	10	195	153	127 600	4 330	25,6	14 300	817	8,56
600	10	200	157	152 600	4 770	27,6	14 300	817	8,45
650	10	205	161	180 000	5 220	29,6	14 300	817	8,35
700	10	210	165	210 100	5 680	31,6	14 300	817	8,25
750	10	215	169	242 700	6 140	33,6	14 300	817	8,15
800	10	220	173	278 100	6 620	35,6	14 300	817	8,06
850	10	225	177	316 100	7 100	37,5	14 300	817	7,97
900	10	230	181	357 000	7 600	39,4	14 300	817	7,88
950	10	235	184	400 800	8 100	41,3	14 300	817	7,80
1 000	10	240	188	447 500	8 610	43,2	14 300	817	7,72
1 100	10	250	196	550 000	9 650	46,9	14 300	817	7,56
1 200	10	260	204	665 000	10 730	50,6	14 300	817	7,42
1 250	10	265	208	727 300	11 280	52,4	14 300	817	7,35
1 300	10	270	212	793 000	11 840	54,2	14 300	817	7,28
1 400	10	280	220	934 500	12 980	57,8	14 300	817	7,15
1 500	10	290	228	1 090 000	14 160	61,3	14 300	817	7,02
1 750	12	350	275	1 632 000	18 240	68,3	14 320	818	6,40
2 000	12	380	298	2 228 000	21 840	76,6	14 320	818	6,14
2 200	12	404	317	2 790 000	24 910	83,1	14 320	818	5,95
2 500	12	440	345	3 785 000	29 810	92,8	14 330	819	5,70

1. 4.9



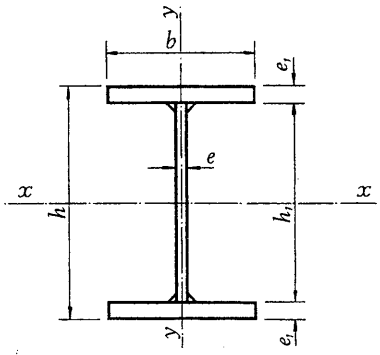
Un perfil PVS **Platabanda 300 • 15 mm**

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	12	150	118	72 190	2 720	21,9	6 760	450	6,71
550	12	156	122	88 480	3 050	23,8	6 760	451	6,58
600	12	162	127	106 700	3 390	25,7	6 760	451	6,46
650	12	168	132	127 000	3 730	27,5	6 760	451	6,34
700	12	174	137	149 300	4 090	29,3	6 760	451	6,23
750	12	180	141	173 900	4 460	31,1	6 760	451	6,13
800	12	186	146	200 700	4 840	32,8	6 760	451	6,03
850	12	192	151	229 800	5 220	34,6	6 760	451	5,93
900	12	198	155	261 300	5 620	36,3	6 760	451	5,84
950	12	204	160	295 300	6 030	38,0	6 760	451	5,76
1 000	12	210	165	331 800	6 440	39,7	6 760	451	5,68
1 100	12	222	174	412 800	7 310	43,1	6 770	451	5,52
1 200	12	234	184	505 000	8 210	46,5	6 770	451	5,38
1 250	12	240	188	555 400	8 680	48,1	6 770	451	5,31
1 300	12	246	193	608 800	9 150	49,7	6 770	451	5,25
1 400	12	258	203	724 900	10 140	53,0	6 770	451	5,12
1 500	12	270	212	853 900	11 160	56,2	6 770	451	5,01
1 750	12	300	236	1 237 000	13 900	64,2	6 780	452	4,75
2 000	12	330	259	1 714 000	16 880	72,1	6 780	452	4,53
2 200	12	354	278	2 169 000	19 450	78,3	6 780	452	4,38
2 500	12	390	306	2 986 000	23 700	87,5	6 790	452	4,17

Platabanda 300 • 20 mm

500	12	180	141	93 660	3 470	22,8	9 010	600	7,07
550	12	186	146	114 100	3 870	24,8	9 010	601	6,96
600	12	192	151	137 000	4 280	26,7	9 010	601	6,85
650	12	198	155	162 200	4 700	28,6	9 010	601	6,75
700	12	204	160	189 900	5 130	30,5	9 010	601	6,65
750	12	210	165	220 100	5 570	32,4	9 010	601	6,55
800	12	216	170	253 000	6 020	34,2	9 010	601	6,46
850	12	222	174	288 500	6 480	36,0	9 010	601	6,37
900	12	228	179	326 900	6 950	37,9	9 010	601	6,29
950	12	234	184	368 000	7 440	39,7	9 010	601	6,21
1 000	12	240	188	412 200	7 930	41,4	9 010	601	6.13
1 100	12	252	198	509 500	8 940	45,0	9 020	601	5,98
1 200	12	264	207	619 400	9 990	48,4	9 020	601	5,84
1 250	12	270	212	679 200	10 530	50,2	9 020	601	5,78
1 300	12	276	217	742 500	11 080	51,9	9 020	601	5,72
1 400	12	288	226	879 400	12 210	55,3	9 020	601	5,60
1 500	12	300	236	1 031 000	13 390	58,6	9 020	601	5,48
1 750	12	330	259	1 476 000	16 490	66,9	9 030	602	5,23
2 000	12	360	283	2 024 000	19 840	75,0	9 030	602	5,01
2 200	12	384	301	2 543 000	22 710	81,5	9 030	602	4,85
2 500	12	420	330	3 468 000	27 300	90,9	9 040	602	4,64

1. 4.9



Platabanda 300 • 25 mm

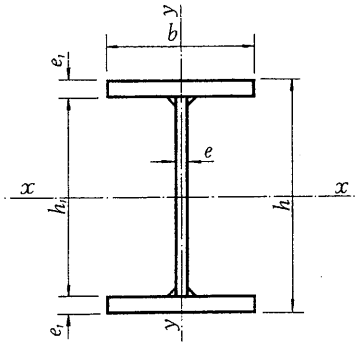
Un perfil PVS

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
500	12	210	165	115 900	4 220	23,5	11 260	750	7,32
550	12	216	170	140 700	4 690	25,5	11 260	751	7,22
600	12	222	174	168 200	5 170	27,5	11 260	751	7,12
650	12	228	179	198 400	5 670	29,5	11 260	751	7,03
700	12	234	184	231 500	6 170	31,4	11 260	751	6,94
750	12	240	188	267 500	6 690	33,4	11 260	751	6,85
800	12	246	193	306 500	7 210	35,3	11 260	751	6,77
850	12	252	198	348 600	7 750	37,2	11 260	751	6,69
900	12	258	203	393 800	8 290	39,1	11 260	751	6,61
950	12	264	207	442 300	8 850	40,9	11 260	751	6,53
1 000	12	270	212	494 100	9 410	42,8	11 260	751	6,46
1 100	12	282	221	607 800	10 570	46,5	11 270	751	6,32
1 200	12	294	231	735 600	11 770	50,0	11 270	751	6,19
1 250	12	300	236	805 000	12 380	51,8	11 270	751	6,13
1 300	12	306	240	878 100	13 010	53,5	11 270	751	6,07
1 400	12	318	250	1 036 000	14 290	57,0	11 270	751	5,95
1 500	12	330	259	1 210 000	15 610	60,5	11 270	751	5,84
1 750	12	360	283	1 717 000	19 080	69,0	11 280	752	5,60
2 000	12	390	306	2 338 000	22 810	77,5	11 280	752	5,38
2 200	12	414	325	2 921 000	25 970	84,0	11 280	752	5,22
2 500	12	450	353	3 953 000	31 010	93,7	11 290	752	5,01

Platabanda 350 • 15 mm

500	12	165	130	82 140	3 100	22,3	10 730	613	8,06
550	12	171	134	100 500	3 460	24,2	10 730	613	7,92
600	12	177	139	120 900	3 840	26,1	10 730	613	7,79
650	12	183	144	143 600	4 220	28,0	10 730	613	7,66
700	12	189	148	168 500	4 620	29,9	10 730	613	7,53
750	12	195	153	195 800	5 020	31,7	10 730	613	7,42
800	12	201	158	225 600	5 440	33,5	10 730	613	7,31
850	12	207	162	257 800	5 860	35,3	10 730	613	7,20
900	12	213	167	292 700	6 290	37,1	10 730	613	7,10
950	12	219	172	330 200	6 740	38,8	10 730	613	7,00
1 000	12	225	177	370 500	7 190	40,5	10 730	613	6,91
1 100	12	237	186	459 500	8 130	44,0	10 740	613	6,73
1 200	12	249	195	560 300	9 110	47,4	10 740	614	6,57
1 250	12	255	200	615 400	9 620	49,1	10 740	614	6,49
1 300	12	261	205	673 600	10 130	50,8	10 740	614	6,41
1 400	12	273	214	800 000	11 190	54,2	10 740	614	6,27
1 500	12	285	224	940 000	12 290	57,4	10 740	614	6,14
1 750	12	315	247	1 354 000	15 210	65,5	10 750	614	5,84
2 000	12	345	271	1 866 000	18 380	73,5	10 750	614	5,58
2 200	12	369	290	2 353 000	21 100	79,8	10 750	614	5,40
2 500	12	405	318	3 223 000	25 480	89,2	10 760	615	5,15

1. 4.9



Un perfil PVS

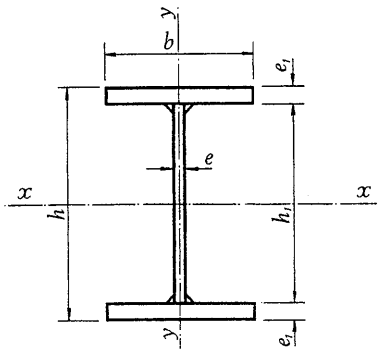
Platabanda 350 • 20 mm

h_1	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
		A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
500	12	200	157	107 200	3 970	23,2	14 300	817	8,46
550	12	206	162	130 400	4 420	25,2	14 300	817	8,33
600	12	212	166	156 200	4 880	27,1	14 300	817	8,21
650	12	218	171	184 600	5 350	29,1	14 300	817	8,10
700	12	224	176	215 800	5 830	31,0	14 300	817	7,99
750	12	230	181	249 700	6 320	32,9	14 300	817	7,89
800	12	236	185	286 600	6 820	34,8	14 300	817	7,79
850	12	242	190	326 400	7 330	36,7	14 300	817	7,69
900	12	248	195	369 200	7 860	38,6	14 300	817	7,59
950	12	254	199	415 100	8 390	40,4	14 310	817	7,50
1 000	12	260	204	464 200	8 930	42,3	14 310	818	7,42
1 100	12	272	214	572 200	10 040	45,9	14 310	818	7,25
1 200	12	284	223	693 800	11 190	49,4	14 310	818	7,10
1 250	12	290	228	759 900	11 780	51,2	14 310	818	7,02
1 300	12	296	232	829 600	12 340	52,9	14 310	818	6,95
1 400	12	308	242	980 200	13 610	56,4	14 310	818	6,82
1 500	12	320	251	1 146 000	14 880	59,8	14 310	818	6,69
1 750	12	350	275	1 632 000	18 240	68,3	14 320	818	6,40
2 000	12	380	298	2 228 000	21 840	76,6	14 320	818	6,14
2 200	12	404	317	2 790 000	24 910	83,1	14 320	818	5,95
2 500	12	440	345	3 785 000	29 810	92,8	14 330	819	5,71

Platabanda 350 • 25 mm

500	12	235	184	133 200	4 840	23,8	17 870	1 020	8,72
550	12	241	189	161 400	5 380	25,9	17 870	1 020	8,61
600	12	247	194	192 600	5 930	27,9	17 870	1 020	8,51
650	12	253	199	226 900	6 480	29,9	17 870	1 020	8,41
700	12	259	203	264 400	7 050	32,0	17 880	1 020	8,31
750	12	265	208	305 100	7 630	33,9	17 880	1 020	8,21
800	12	271	213	349 100	8 210	35,9	17 880	1 020	8,12
850	12	277	217	396 500	8 810	37,8	17 880	1 020	8,03
900	12	283	222	447 300	9 420	39,8	17 880	1 020	7,95
950	12	289	227	501 700	10 030	41,7	17 880	1 020	7,87
1 000	12	295	232	559 700	10 660	43,6	17 880	1 020	7,79
1 100	12	307	241	686 900	11 950	47,3	17 880	1 020	7,63
1 200	12	319	250	829 400	13 270	51,0	17 880	1 020	7,49
1 250	12	325	255	906 600	13 950	52,8	17 880	1 020	7,42
1 300	12	331	260	987 900	14 640	54,6	17 880	1 020	7,35
1 400	12	343	269	1 163 000	16 040	58,2	17 890	1 020	7,22
1 500	12	355	279	1 355 000	17 480	61,8	17 890	1 020	7,10
1 750	12	385	302	1 914 000	21 270	70,5	17 890	1 020	6,82
2 000	12	415	326	2 594 000	25 310	79,1	17 890	1 020	6,57
2 200	12	439	345	3 231 000	28 720	85,8	17 900	1 020	6,38
2 500	12	475	373	4 352 000	34 130	95,7	17 900	1 020	6,14

1. 4.9



Platabanda 400 • 15 mm

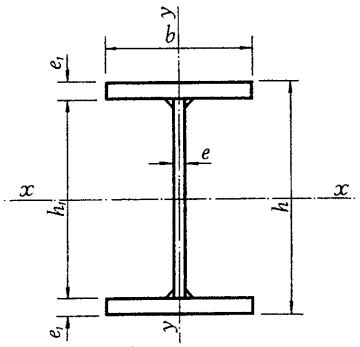
Un perfil PVS

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
				I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
500	12	180	141	92 090	3 480	22,6	16 010	800	9,43
550	12	186	146	112 400	3 880	24,6	16 010	800	9,28
600	12	192	151	135 100	4 290	26,5	16 010	800	9,13
650	12	198	155	160 200	4 710	28,4	16 010	800	8,99
700	12	204	160	187 700	5 140	30,3	16 010	800	8,86
750	12	210	165	217 800	5 580	32,2	16 010	801	8,73
800	12	216	170	250 500	6 040	34,1	16 010	801	8,61
850	12	222	174	285 900	6 500	35,9	16 010	801	8,49
900	12	228	179	324 100	6 970	37,7	16 010	801	8,38
950	12	234	184	365 100	7 450	39,5	16 010	801	8,27
1 000	12	240	188	409 100	7 940	41,3	16 010	801	8,17
1 100	12	252	198	506 100	8 960	44,8	16 020	801	7,97
1 200	12	264	207	615 700	10 010	48,3	16 020	801	7,79
1 250	12	270	212	675 400	10 550	50,1	16 020	801	7,70
1 300	12	276	217	738 500	11 110	51,7	16 020	801	7,62
1 400	12	288	226	875 100	12 240	55,1	16 020	801	7,46
1 500	12	300	236	1 026 000	13 410	58,5	16 020	801	7,31
1 750	12	330	259	1 471 000	16 520	66,8	16 030	801	6,97
2 000	12	360	283	2 018 000	19 880	74,9	16 030	801	6,67
2 200	12	384	301	2 537 000	22 750	81,3	16 030	802	6,46
2 500	12	420	330	3 460 000	27 350	90,7	16 040	802	6,18

Platabanda 400 • 20 mm

500	12	220	173	120 700	4 470	23,4	21 340	1 070	9,85
550	12	226	177	146 700	4 970	25,5	21 340	1 070	9,72
600	12	232	182	175 400	5 480	27,5	21 340	1 070	9,59
650	12	238	187	207 100	6 000	29,5	21 340	1 070	9,47
700	12	244	192	241 700	6 530	31,5	21 340	1 070	9,35
750	12	250	196	279 400	7 070	33,4	21 340	1 070	9,24
800	12	256	201	320 200	7 620	35,4	21 340	1 070	9,13
850	12	262	206	364 200	8 180	37,3	21 340	1 070	9,03
900	12	268	210	411 500	8 760	39,2	21 340	1 070	8,92
950	12	274	215	462 200	9 340	41,1	21 350	1 070	8,83
1 000	12	280	220	516 200	9 930	42,9	21 350	1 070	8,73
1 100	12	292	229	634 900	11 140	46,6	21 350	1 070	8,55
1 200	12	304	239	768 200	12 390	50,3	21 350	1 070	8,38
1 250	12	310	243	840 500	13 030	52,1	21 350	1 070	8,30
1 300	12	316	248	916 700	13 680	53,9	21 350	1 070	8,22
1 400	12	328	257	1 081 000	15 010	57,4	21 350	1 070	8,07
1 500	12	340	267	1 262 000	16 390	60,9	21 350	1 070	7,92
1 750	12	370	290	1 789 000	19 990	69,5	21 360	1 070	7,60
2 000	12	400	314	2 432 000	23 850	78,0	21 360	1 070	7,31
2 200	12	424	333	3 036 000	27 110	84,6	21 360	1 070	7,10
2 500	12	460	361	4 103 000	32 300	94,4	21 370	1 070	6,82

1. 4.9



Un perfil PVS

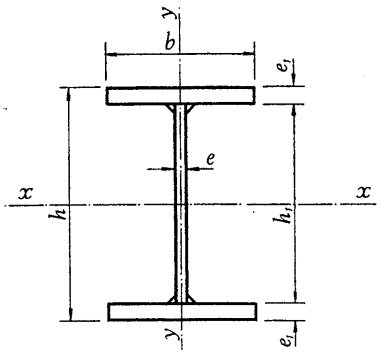
Platabanda 400 • 25 mm

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	12	260	204	150 400	5 470	24,1	26 670	1 330	10,1
550	12	266	209	182 100	6 070	26,2	26 670	1 330	10,0
600	12	272	214	217 000	6 680	28,2	26 670	1 330	9,90
650	12	278	218	255 400	7 300	30,3	26 670	1 330	9,80
700	12	284	223	297 200	7 930	32,4	26 680	1 330	9,69
750	12	290	228	342 600	8 570	34,9	26 680	1 330	9,59
800	12	296	232	391 600	9 210	36,4	26 680	1 330	9,49
850	12	302	237	444 300	9 870	38,4	26 680	1 330	9,40
900	12	308	242	500 800	10 540	40,3	26 680	1 330	9,31
950	12	314	246	561 200	11 220	42,3	26 680	1 330	9,22
1 000	12	320	251	625 400	11 910	44,2	26 680	1 330	9,13
1 100	12	332	261	766 000	13 320	48,0	26 680	1 330	8,96
1 200	12	344	270	923 200	14 770	51,8	26 680	1 330	8,81
1 250	12	350	275	1 008 000	15 510	53,7	26 680	1 330	8,73
1 300	12	356	279	1 098 000	16 260	55,5	26 680	1 330	8,66
1 400	12	368	289	1 290 000	17 790	59,2	26 690	1 330	8,51
1 500	12	380	298	1 500 000	19 360	62,8	26 690	1 330	8,38
1 750	12	410	322	2 111 000	23 460	71,8	26 690	1 330	8,07
2 000	12	440	345	2 850 000	27 800	80,5	26 690	1 330	7,79
2 200	12	464	364	3 540 000	31 470	87,3	26 700	1 330	7,59
2 500	12	500	393	4 750 000	37 260	97,5	26 700	1 340	7,38

Platabanda 400 • 20 mm

500	15	235	184	123 800	4 590	23,0	21 350	1 070	9,53
550	15	243	190	150 800	5 110	24,9	21 350	1 070	9,37
600	15	250	196	180 800	5 650	26,9	21 350	1 070	9,24
650	15	258	202	213 900	6 200	28,8	21 350	1 070	9,10
700	15	265	208	250 300	6 760	30,7	21 350	1 070	8,98
750	15	273	214	289 900	7 340	32,6	21 350	1 070	8,84
800	15	280	220	333 000	7 930	34,5	21 350	1 070	8,73
850	15	288	226	379 600	8 530	36,3	21 360	1 070	8,61
900	15	295	232	429 700	9 140	38,2	21 360	1 070	8,51
950	15	303	237	483 600	9 770	40,0	21 360	1 070	8,40
1 000	15	310	243	541 200	10 410	41,8	21 360	1 070	8,30
1 100	15	325	255	668 200	11 720	45,3	21 360	1 070	8,11
1 200	15	340	267	811 400	13 090	48,9	21 370	1 070	7,93
1 250	15	348	273	889 400	13 790	50,6	21 370	1 070	7,84
1 300	15	355	279	971 600	14 500	52,3	21 370	1 070	7,76
1 400	15	370	290	1 150 000	15 970	55,8	21 370	1 070	7,60
1 500	15	385	302	1 346 000	17 480	59,1	21 370	1 070	7,45
1 750	15	423	332	1 923 000	21 490	67,4	21 380	1 070	7,11
2 000	15	460	361	2 632 000	25 810	75,6	21 390	1 070	6,82
2 200	15	490	385	3 302 000	29 490	81,5	21 400	1 070	6,61
2 500	15	535	420	4 493 000	35 380	91,6	21 400	1 070	6,32

1. 4.9



Platabanda 400 • 25 mm

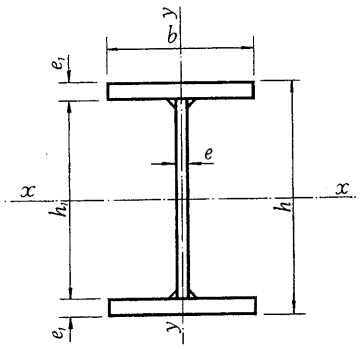
Un perfil PVS

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
500	15	275	216	153 500	5 580	23,6	26 680	1 330	9,85
550	15	283	222	186 200	6 210	25,7	26 680	1 330	9,71
600	15	290	228	222 400	6 840	27,7	26 680	1 330	9,59
650	15	298	234	262 200	7 490	29,7	26 680	1 330	9,46
700	15	305	239	305 800	8 150	31,7	26 680	1 330	9,35
750	15	313	245	353 200	8 830	33,6	26 690	1 330	9,23
800	15	320	251	404 400	9 520	35,5	26 690	1 330	9,13
850	15	328	257	459 700	10 220	37,4	26 690	1 330	9,02
900	15	335	263	519 000	10 930	39,4	26 690	1 330	8,93
950	15	343	269	582 600	11 650	41,2	26 690	1 330	8,84
1 000	15	350	275	650 400	12 390	43,1	26 690	1 330	8,73
1 100	15	365	287	799 300	13 900	46,8	26 700	1 330	8,55
1 200	15	380	298	966 400	15 460	50,4	26 700	1 330	8,38
1 250	15	388	304	1 057 000	16 260	52,2	26 700	1 330	8,30
1 300	15	395	310	1 153 000	17 070	54,0	26 700	1 340	8,22
1 400	15	410	322	1 358 000	18 740	57,6	26 700	1 340	8,07
1 500	15	425	334	1 585 000	20 450	61,1	26 710	1 340	7,93
1 750	15	463	363	2 245 000	24 950	69,6	26 710	1 340	7,60
2 000	15	500	393	3 050 000	29 760	78,1	26 720	1 340	7,31
2 200	15	530	416	3 806 000	33 830	84,8	26 730	1 340	7,10
2 500	15	575	451	5 141 000	40 320	94,6	26 740	1 340	6,82

Platabanda 400 • 30 mm

500	15	315	247	184 300	6 580	24,2	32 010	1 600	10,1
550	15	323	253	222 800	7 310	26,3	32 020	1 600	9,96
600	15	330	259	265 300	8 040	28,4	32 020	1 600	9,85
650	15	338	265	311 900	8 790	30,4	32 020	1 600	9,73
700	15	345	271	362 800	9 550	32,4	32 020	1 600	9,63
750	15	353	277	418 000	10 320	34,4	32 020	1 600	9,52
800	15	360	283	477 500	11 110	36,4	32 020	1 600	9,43
850	15	368	288	541 600	11 900	38,4	32 020	1 600	9,33
900	15	375	294	610 200	12 710	40,3	32 030	1 600	9,24
950	15	383	300	683 600	13 540	42,2	32 030	1 600	9,14
1 000	15	390	306	761 700	14 370	44,2	32 030	1 600	9,06
1 100	15	405	318	932 700	16 080	48,0	32 030	1 600	8,89
1 200	15	420	330	1 124 000	17 840	51,7	32 030	1 600	8,73
1 250	15	428	336	1 227 000	18 740	53,5	32 040	1 600	8,65
1 300	15	435	341	1 336 000	19 650	55,4	32 040	1 600	8,58
1 400	15	450	353	1 570 000	21 510	59,1	32 040	1 600	8,44
1 500	15	465	365	1 827 000	23 420	62,7	32 040	1 600	8,30
1 750	15	503	394	2 571 000	28 410	71,5	32 050	1 600	7,98
2 000	15	540	424	3 473 000	33 720	80,2	32 060	1 600	7,70
2 200	15	570	447	4 315 000	38 190	87,0	32 060	1 600	7,50
2 500	15	615	483	5 794 000	45 260	97,1	32 070	1 600	7,22

1. 4.9



Un perfil PVS

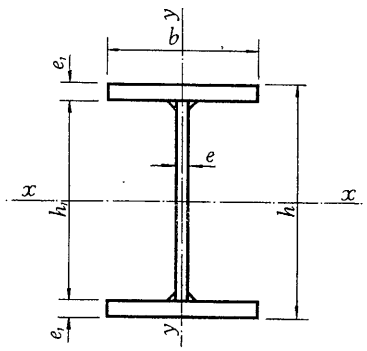
Platabanda 500 • 20 mm

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	15	275	216	150 900	5 590	23,4	41 680	1 670	12,3
550	15	283	222	183 300	6 210	25,5	41 680	1 670	12,1
600	15	290	228	219 300	6 850	27,5	41 680	1 670	12,0
650	15	298	234	258 800	7 500	29,5	41 690	1 670	11,8
700	15	305	239	302 100	8 170	31,5	41 690	1 670	11,7
750	15	313	245	349 300	8 840	33,4	41 690	1 670	11,6
800	15	320	253	400 300	9 530	35,4	41 690	1 670	11,4
850	15	328	257	455 300	10 230	37,3	41 690	1 670	11,3
900	15	335	263	514 400	10 940	39,2	41 690	1 670	11,3
950	15	343	269	577 700	11 670	41,1	41 690	1 670	11,0
1 000	15	350	275	645 300	12 410	42,9	41 700	1 670	10,9
1 100	15	365	287	793 600	13 920	46,6	41 700	1 670	10,7
1 200	15	380	298	960 300	15 490	50,3	41 700	1 670	10,5
1 250	15	388	304	1 051 000	16 290	52,1	41 700	1 670	10,4
1 300	15	395	310	1 146 000	17 100	53,9	41 700	1 670	10,3
1 400	15	410	322	1 351 000	18 770	57,4	41 710	1 670	10,1
1 500	15	425	334	1 577 000	20 480	60,9	41 710	1 670	9,91
1 750	15	463	363	2 236 000	24 990	69,5	41 720	1 670	9,50
2 000	15	500	393	3 040 000	29 810	78,0	41 720	1 670	9,14
2 200	15	530	416	3 795 000	33 870	84,6	41 730	1 670	8,87
2 500	15	575	451	5 128 000	40 380	94,4	41 740	1 670	8,52

Platabanda 500 • 25 mm

500	15	325	255	188 000	6 840	24,0	52 100	2 080	12,7
550	15	333	261	227 600	7 580	26,2	52 100	2 080	12,5
600	15	340	267	271 300	8 350	28,2	52 100	2 080	12,4
650	15	348	273	319 200	9 120	30,3	52 100	2 080	12,2
700	15	355	279	371 500	9 910	32,4	52 100	2 080	12,2
750	15	363	285	428 300	10 710	34,4	52 100	2 080	12,0
800	15	370	291	489 500	11 520	36,4	52 110	2 080	11,9
850	15	378	296	555 400	12 340	38,4	52 110	2 080	11,7
900	15	385	302	626 000	13 180	40,3	52 110	2 080	11,6
950	15	393	308	701 400	14 030	42,3	52 110	2 080	11,5
1 000	15	400	314	781 800	14 890	44,2	52 110	2 080	11,4
1 100	15	415	326	957 500	16 650	48,0	52 110	2 080	11,2
1 200	15	430	338	1 154 000	18 460	51,8	52 120	2 080	11,0
1 250	15	438	343	1 260 000	19 380	53,7	52 120	2 080	10,9
1 300	15	445	349	1 372 000	20 330	55,5	52 120	2 080	10,8
1 400	15	460	361	1 612 000	22 240	59,2	52 120	2 080	10,6
1 500	15	475	373	1 876 000	24 200	62,8	52 130	2 080	10,5
1 750	15	513	402	2 639 000	29 330	71,8	52 130	2 090	10,1
2 000	15	550	432	3 563 000	34 760	80,5	52 140	2 090	9,74
2 200	15	580	455	4 425 000	39 340	87,3	52 150	2 090	9,48
2 500	15	625	491	5 938 000	46 570	97,5	52 160	2 090	9,13

I.4.9

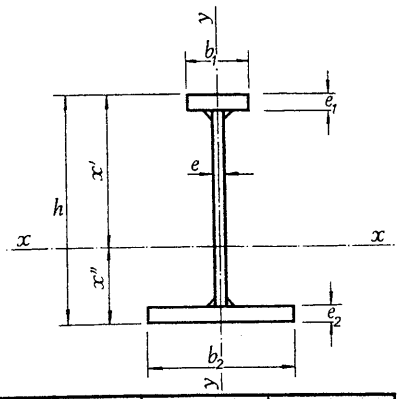


Platabanda 500 • 30 mm

Un perfil PVS

h_1	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
500	15	375	294	226 500	8 090	24,6	62 510	2 500	12,9
550	15	383	300	273 300	8 960	26,7	62 520	2 500	12,8
600	15	390	306	324 900	9 850	28,9	62 520	2 500	12,7
650	15	398	312	381 400	10 740	31,0	62 520	2 500	12,5
700	15	405	318	442 800	11 650	33,1	62 520	2 500	12,4
750	15	413	324	509 300	12 570	35,1	62 520	2 500	12,3
800	15	420	330	580 900	13 510	37,2	62 520	2 500	12,2
850	15	428	336	657 800	14 460	39,2	62 520	2 500	12,1
900	15	435	341	740 000	15 420	41,2	62 530	2 500	12,0
950	15	443	347	827 700	16 390	43,2	62 530	2 500	11,9
1 000	15	450	353	920 900	17 380	45,2	62 530	2 500	11,8
1 100	15	465	365	1 124 000	19 580	49,2	62 530	2 500	11,6
1 200	15	480	377	1 351 000	21 440	53,1	62 530	2 500	11,4
1 250	15	488	383	1 473 000	22 490	55,0	62 540	2 500	11,3
1 300	15	495	389	1 602 000	23 550	56,9	62 540	2 500	11,2
1 400	15	510	400	1 877 000	25 710	60,7	62 540	2 500	11,1
1 500	15	525	412	2 178 000	27 920	64,4	62 540	2 500	10,9
1 750	15	563	442	3 046 000	33 660	73,6	62 550	2 500	10,5
2 000	15	600	471	4 091 000	39 720	82,6	62 560	2 500	10,2
2 200	15	630	495	5 061 000	44 790	89,6	62 560	2 500	9,96
2 500	15	675	530	6 754 000	52 770	100	62 570	2 500	9,63

1. 4.9

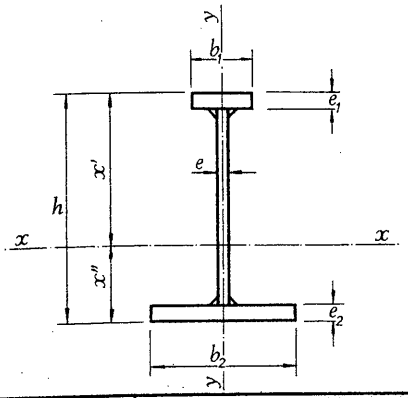


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior mm	A cm²	P kg/m
1 000/155	1 035	250 × 15	1 000 × 10	300 × 20	198	155
1 000/179	1 045			30	228	179
1 000/163	1 035	250 × 15	1 000 × 10	350 × 20	208	163
1 000/190	1 045			30	243	190
1 000/218	1 055			40	278	218
1 000/203	1 045	250 × 15	1 000 × 10	400 × 30	258	203
1 000/234	1 055			40	298	234
1 000/265	1 065			50	338	265
1 000/165	1 040	250 × 20	1 000 × 10	300 × 20	210	165
1 000/188	1 050			30	240	188
1 000/173	1 040	250 × 20	1 000 × 10	350 × 20	220	173
1 000/200	1 050			30	255	200
1 000/227	1 060			40	290	227
1 000/212	1 050	250 × 20	1 000 × 10	400 × 30	270	212
1 000/243	1 060			40	310	243
1 000/270	1 070			50	350	270
1 000/169	1 035	300 × 15	1 000 × 10	350 × 20	215	169
1 000/197	1 045			30	250	197
1 000/225	1 055			40	285	225
1 000/208	1 045	300 × 15	1 000 × 10	400 × 30	265	208
1 000/241	1 055			40	305	241
1 000/271	1 065			50	345	271
1 000/221	1 045	300 × 15	1 000 × 10	450 × 30	280	221
1 000/256	1 055			40	325	256
1 000/290	1 065			50	370	290
1 000/308	1 070			55	393	308

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

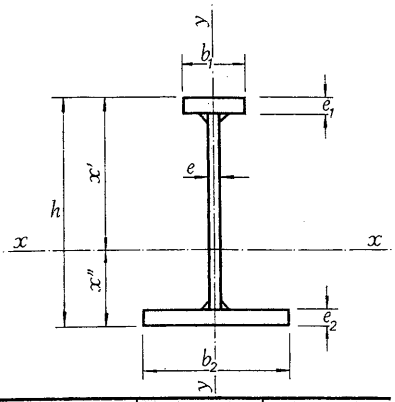
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
3,15	329 224	5 736	7 142	40,8	6 461	430	5,72
3,17	385 890	6 077	9 412	41,2	8 711	580	6,19
3,25	348 629	5 859	7 923	41,0	9 107	520	6,62
3,27	407 852	6 180	10 594	41,0	12 680	724	7,23
3,29	454 491	6 410	13 136	40,5	16 253	928	7,65
3,37	427 251	6 274	11 738	40,7	17 961	898	8,35
3,39	474 369	6 489	14 641	40,0	23 295	1 165	8,84
3,41	512 605	6 657	17 376	39,0	28 628	1 431	9,21
3,16	368 241	6 769	7 424	41,9	7 112	474	5,81
3,18	434 057	7 151	9 798	42,5	9 362	624	6,24
3,26	390 754	6 904	8 244	42,0	9 758	557	6,66
3,28	459 949	7 278	11 004	42,5	13 331	761	7,23
3,30	515 002	7 540	13 661	42,1	16 904	965	6,73
3,38	482 953	7 385	12 196	42,3	18 612	930	8,30
3,40	538 861	7 633	15 222	41,7	23 946	1 197	8,78
3,42	584 489	7 824	18 096	40,9	29 279	1 464	9,14
3,35	373 637	6 498	8 123	41,7	10 754	614	7,07
3,37	438 775	6 856	10 834	41,9	14 327	818	7,57
3,39	490 400	7 107	13 436	41,5	17 900	1 023	7,92
3,47	460 322	6 954	12 019	41,7	19 608	980	8,60
3,49	512 634	7 190	14 989	41,0	24 942	1 247	9,04
3,51	555 234	7 374	17 796	40,1	30 275	1 514	9,36
3,57	479 552	7 031	13 211	41,4	26 390	1 173	9,70
3,59	532 127	7 260	16 526	40,5	33 983	1 510	10,2
3,61	574 482	7 432	19 574	39,4	4 1577	1 848	10,6
3,62	592 924	7 515	21 100	38,9	45 374	2 017	10,7

1. 4.10

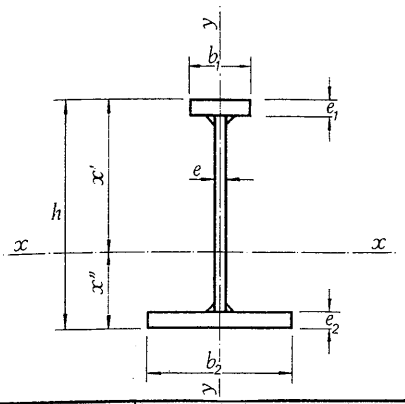


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 000/181	1 040	300 × 20	1 000 × 10	350 × 20	230	181
1 000/209	1 050			30	265	209
1 000/235	1 060			40	300	235
1 000/222	1 050	300 × 20	1 000 × 10	400 × 30	280	222
1 000/252	1 060			40	320	252
1 000/284	1 070			50	360	284
1 000/232	1 050	300 × 20	1 000 × 10	450 × 30	295	232
1 000/268	1 060			40	340	268
1 000/302	1 070			50	385	302
1 000/320	1 075			55	408	320
1 000/257	1 050	300 × 20	1 000 × 10	550 × 30	325	257
1 000/298	1 060			40	380	298
1 000/341	1 070			50	435	341
1 000/383	1 075			55	463	383
1 000/365	1 080			60	490	365
1 200/179	1 235	250 × 15	1 200 × 10	350 × 20	228	179
1 200/206	1 245			30	263	206
1 200/234	1 255			40	298	234
1 200/218	1 245	250 × 15	1 200 × 10	400 × 30	278	218
1 200/249	1 255			40	318	249
1 200/281	1 265			50	358	281
1 200/230	1 245	250 × 15	1 200 × 10	450 × 30	293	230
1 200/265	1 255			40	338	265
1 200/300	1 265			50	383	300
1 200/317	1 270			55	404	317
1 200/188	1 240	250 × 20	1 200 × 10	350 × 20	240	188
1 200/216	1 250			30	275	216
1 200/243	1 260			40	310	243

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

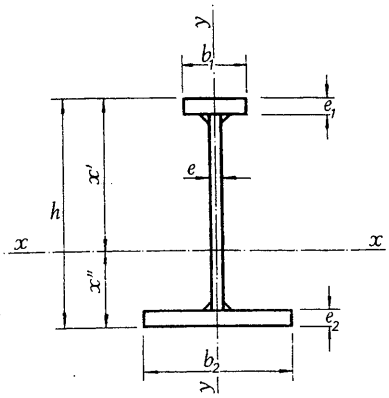
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
3,36	420 376	7 756	8 441	42,7	11 654	665	7,11
3,38	497 186	8 164	11 274	43,3	15 227	870	7,58
3,40	558 790	8 454	14 005	43,2	18 800	1 074	7,91
3,48	523 011	8 289	12 482	43,2	20 508	1 029	8,55
3,50	585 806	8 564	15 580	42,8	25 842	1 292	8,98
3,52	637 329	8 767	18 581	42,1	31 175	1 559	9,30
3,58	546 212	8 377	13 724	43,0	27 290	1 213	9,61
3,60	609 543	8 547	17 173	42,3	34 883	1 550	10,2
3,62	661 062	8 850	20 466	41,4	42 477	1 888	10,5
3,63	688 538	8 935	22 049	41,0	46 274	2 057	10,7
3,78	586 186	8 533	16 148	42,5	46 102	1 676	11,9
3,80	649 788	8 769	20 370	41,4	59 967	2 181	12,6
3,82	700 382	8 956	24 319	40,1	73 831	2 685	13,0
3,83	722 272	9 040	26 169	39,5	80 764	2 937	13,2
3,84	742 421	9 121	27 911	38,9	87 696	3 189	13,4
3,65	525 455	7 474	9 875	48,1	9 109	520	6,32
3,67	613 082	7 921	13 017	48,3	12 682	724	6,95
3,69	682 992	8 229	16 070	47,9	16 255	928	7,39
3,77	642 570	8 042	14 407	48,1	17 963	898	8,04
3,79	713 729	8 338	17 888	47,4	23 296	1 165	8,56
3,81	771 813	8 566	21 204	46,5	28 630	1 432	8,94
3,87	669 028	8 149	15 779	47,8	24 744	1 100	9,19
3,89	740 820	8 438	19 650	46,8	32 338	1 437	9,78
3,91	798 720	8 654	23 355	45,7	39 932	1 775	10,2
3,92	823 936	8 747	25 120	45,1	43 729	1 944	10,4
3,66	584 366	8 709	10 270	49,3	9 760	557	6,37
3,68	685 064	9 208	13 539	49,9	13 332	761	6,96
3,70	766 164	9 543	16 728	49,7	16 906	966	7,38

1. 4.10

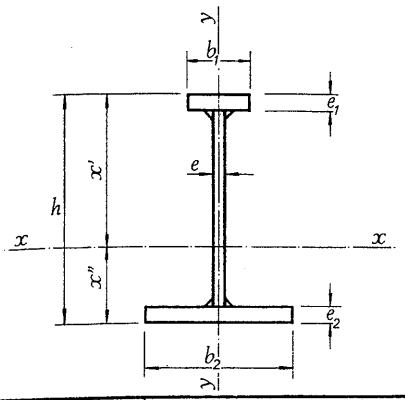


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 200/228	1 250	250 × 20	1 200 × 10	400 × 30	290	228
1 200/259	1 260			40	330	259
1 200/291	1 270			50	370	291
1 200/239	1 250	250 × 20	1 200 × 10	450 × 30	305	239
1 200/275	1 260			40	350	275
1 200/310	1 270			50	395	310
1 200/328	1 275			55	418	328
1 200/224	1 245	300 × 15	1 200 × 10	400 × 30	285	224
1 200/255	1 255			40	325	255
1 200/287	1 265			50	365	287
1 200/236	1 245	300 × 15	1 200 × 10	450 × 30	300	236
1 200/271	1 255			40	345	271
1 200/306	1 265			50	390	306
1 200/324	1 270			55	413	324
1 200/260	1 245	300 × 15	1 200 × 10	550 × 30	330	260
1 200/302	1 255			40	385	302
1 200/345	1 265			50	440	345
1 200/367	1 270			55	468	367
1 200/389	1 275			60	495	389
1 200/237	1 250	300 × 20	1 200 × 10	400 × 30	300	237
1 200/267	1 260			40	340	267
1 200/298	1 270			50	380	298
1 200/247	1 250	300 × 20	1 200 × 10	450 × 30	315	247
1 200/283	1 260			40	360	283
1 200/318	1 270			50	405	318
1 200/335	1 275			55	428	335
1 200/272	1 250	300 × 20	1 200 × 10	550 × 30	345	272
1 200/314	1 260			40	400	314
1 200/357	1 270			50	455	357
1 200/379	1 275			55	483	379
1 200/400	1 280			60	510	400
1 200/444	1 290			70	565	444

1.4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

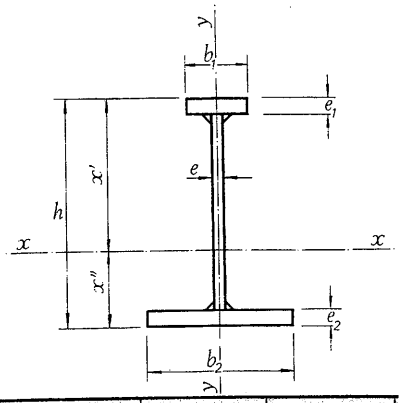
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
3,78	719 380	9 355	14 956	49,8	18 614	930	8,01
3,80	802 313	9 690	18 572	49,3	23 947	1 197	8,51
3,82	870 377	9 947	22 035	48,5	29 281	1 464	8,80
3,88	750 311	9 474	16 382	49,6	25 395	1 129	9,12
3,90	834 304	9 792	20 449	48,8	32 989	1 466	9,70
3,92	902 427	10 038	24 324	47,8	40 582	1 804	10,1
3,93	932 145	10 143	26 184	47,2	44 330	1 973	10,3
3,87	688 309	8 847	14 739	49,1	19 610	980	8,29
3,89	766 433	9 168	18 292	48,6	24 943	1 247	8,76
3,91	830 439	9 405	21 739	47,7	30 277	1 514	9,10
3,97	717 405	8 956	16 158	48,9	26 391	1 173	9,37
3,99	796 438	9 272	20 112	48,0	33 985	1 510	9,92
4,01	860 385	9 507	23 900	47,0	41 579	1 848	10,3
4,02	888 265	9 603	25 747	46,4	45 376	2 017	10,5
4,17	771 242	9 181	19 043	48,3	45 204	1 644	11,7
4,19	847 107	9 433	23 728	46,9	59 068	2 148	12,4
4,21	910 068	9 651	28 263	45,5	72 933	2 652	12,9
4,22	937 243	9 733	30 529	44,8	79 865	2 904	13,1
4,23	962 193	9 818	32 617	44,1	86 797	3 156	13,2
3,88	775 118	10 418	15 319	50,8	20 510	1 026	8,26
3,90	867 280	10 787	19 019	50,5	25 843	1 292	8,71
3,92	943 294	11 059	22 621	49,8	31 177	1 559	9,05
3,98	809 566	10 555	16 761	50,7	27 291	1 213	9,30
4,00	903 197	10 908	20 907	50,1	34 885	1 550	9,84
4,02	979 449	11 168	24 922	49,2	42 479	1 888	10,2
4,03	1 012 846	11 279	26 866	48,7	46 276	2 057	10,4
4,18	869 473	10 761	19 671	50,2	46 104	1 677	11,6
4,20	964 253	11 083	24 724	49,1	59 968	2 181	12,2
4,22	1 039 892	11 340	29 459	47,8	73 833	2 685	12,7
4,23	1 072 607	11 435	31 828	47,1	80 765	2 937	12,9
4,24	1 102 665	11 534	34 033	46,5	87 697	3 189	13,1
4,26	1 156 454	11 705	38 293	45,2	101 562	3 693	13,4

1. 4.10

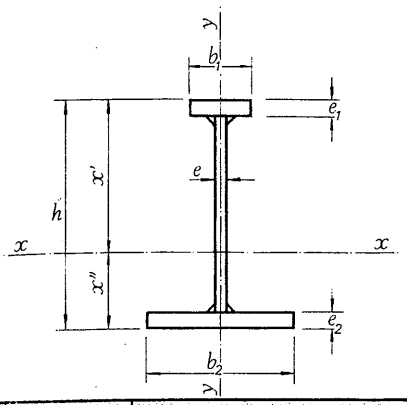


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 200/197	1 235	250 × 15	1 200 × 12	350 × 20	252	197
1 200/225	1 245			30	287	225
1 200/252	1 255			40	322	252
1 200/238	1 245	250 × 15	1 200 × 12	400 × 30	302	238
1 200/263	1 255			40	342	263
1 200/299	1 265			50	382	299
1 200/243	1 245	250 × 15	1 200 × 12	450 × 30	317	243
1 200/284	1 255			40	362	284
1 200/320	1 265			50	407	320
1 200/338	1 270			55	429	338
1 200/207	1 240	250 × 20	1 200 × 12	350 × 20	264	207
1 200/235	1 250			30	299	235
1 200/262	1 260			40	334	262
1 200/246	1 250	250 × 20	1 200 × 12	400 × 30	314	246
1 200/278	1 260			40	354	278
1 200/309	1 270			50	394	309
1 200/258	1 250	250 × 20	1 200 × 12	450 × 30	329	258
1 200/294	1 260			40	374	294
1 200/329	1 270			50	419	329
1 200/347	1 275			55	442	347
1 200/242	1 245	300 × 15	1 200 × 12	400 × 30	309	242
1 200/274	1 255			40	349	274
1 200/305	1 265			50	389	305
1 200/253	1 245	300 × 15	1 200 × 12	450 × 30	324	253
1 200/289	1 255			40	369	289
1 200/325	1 265			50	414	325
1 200/343	1 270			55	437	343
1 200/279	1 245	300 × 15	1 200 × 12	550 × 30	354	279
1 200/321	1 255			40	409	321
1 200/364	1 265			50	464	364
1 200/386	1 270			55	492	386
1 200/407	1 275			60	519	407

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

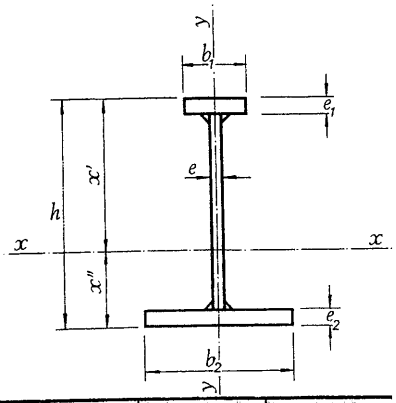
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u	I_x	W'_x	W''_x	i_x	I_y	W_y	i_y
m^2/m	cm^4	cm^3	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
3,65	555 909	8 010	10 276	47,0	9 116	520	6,02
3,67	647 447	8 508	13 377	47,5	12 689	725	6,65
3,69	722 075	8 871	16 374	47,4	16 262	929	7,11
3,77	678 823	8 658	14 725	47,4	17 970	898	7,72
3,79	755 457	9 004	18 160	47,0	23 304	1 165	8,26
3,81	818 988	9 275	21 439	46,3	28 637	1 432	8,66
3,87	707 237	8 786	16 074	47,3	24 752	1 100	8,84
3,89	785 133	9 119	19 927	46,6	32 345	1 438	9,45
3,91	848 954	9 381	23 582	45,7	39 939	1 775	9,91
3,92	876 992	9 491	25 347	45,2	43 733	1 944	10,0
3,66	613 723	9 215	10 692	48,2	9 767	558	6,08
3,68	717 254	9 772	13 900	49,0	13 340	762	6,68
3,70	802 308	10 169	17 034	49,0	16 913	966	7,11
3,78	753 118	9 936	15 307	49,0	18 621	931	7,70
3,80	840 807	10 329	18 852	48,7	23 955	1 198	8,22
3,82	913 877	10 626	22 290	48,2	29 288	1 464	8,62
3,88	785 716	10 073	16 717	48,9	25 403	1 129	8,78
3,90	875 158	10 456	20 689	48,4	32 996	1 467	9,39
3,92	948 799	10 745	24 517	47,6	40 590	1 804	9,84
3,93	981 230	10 866	26 377	47,1	44 387	1 973	10,0
3,87	722 980	9 451	15 062	48,4	19 617	980	7,90
3,89	806 171	9 819	18 576	48,1	24 951	1 248	8,45
3,91	875 352	10 108	21 939	47,4	30 284	1 514	8,82
3,97	753 866	9 579	16 460	48,2	26 399	1 173	9,02
3,99	838 627	9 948	20 355	47,7	33 992	1 511	9,59
4,01	908 245	10 216	24 155	46,8	41 586	1 848	10,0
4,02	938 892	10 340	25 936	46,4	45 383	2 017	10,2
4,17	807 814	9 304	19 188	47,8	45 211	1 644	11,3
4,19	894 038	10 136	23 969	46,7	59 076	2 148	12,0
4,21	963 412	10 393	28 503	45,6	72 940	2 652	12,5
4,22	993 633	10 504	30 668	45,0	79 872	2 905	12,7
4,23	1 021 453	10 607	32 739	44,4	86 805	3 157	12,9

1. 4.10

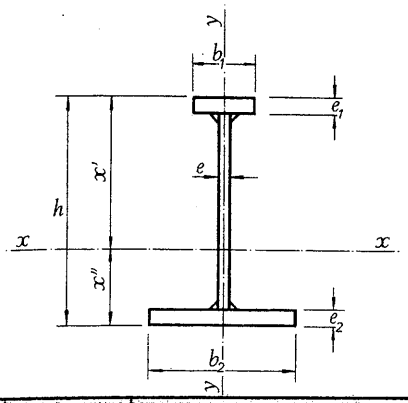


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 200/254	1 250	300 × 20	1 200 × 12	400 × 30	324	254
1 200/286	1 260			40	364	286
1 200/319	1 270			50	404	319
1 200/266	1 250	300 × 20	1 200 × 12	450 × 30	339	266
1 200/301	1 260			40	384	301
1 200/337	1 270			50	429	337
1 200/354	1 275			55	452	354
1 200/290	1 250	300 × 20	1 200 × 12	550 × 30	369	290
1 200/333	1 260			40	424	333
1 200/376	1 270			50	479	376
1 200/398	1 275			55	507	398
1 200/419	1 280			60	534	419
1 200/462	1 290			70	589	462
1 400/226	1 440	250 × 20	1 400 × 12	350 × 20	288	226
1 400/254	1 450			30	323	254
1 400/281	1 460			40	358	281
1 400/265	1 450	250 × 20	1 400 × 12	400 × 30	338	265
1 400/296	1 460			40	378	296
1 400/328	1 470			50	418	328
1 400/277	1 450	250 × 20	1 400 × 12	450 × 30	353	277
1 400/312	1 460			40	398	312
1 400/347	1 470			50	443	347
1 400/365	1 475			55	466	365
1 400/301	1 450	250 × 20	1 400 × 12	550 × 30	383	301
1 400/343	1 460			40	438	343
1 400/386	1 470			50	493	386
1 400/408	1 475			55	521	408
1 400/430	1 480			60	548	430
1 400/473	1 490			70	603	473

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



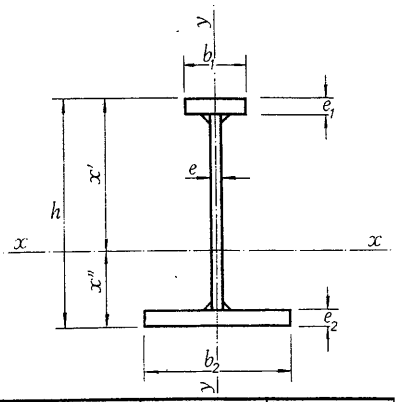
A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
3,88	807 327	10 984	15 676	49,9	20 507	1 026	7,95
3,90	903 665	11 410	19 310	49,8	25 851	1 293	8,42
3,92	984 327	11 732	22 838	49,4	31 184	1 592	8,78
3,98	843 198	11 139	17 103	49,9	27 299	1 213	8,97
4,00	941 751	11 555	21 163	49,5	34 892	1 551	9,53
4,02	1 023 202	11 870	25 078	48,8	42 486	1 883	9,95
4,03	1 059 139	11 995	27 019	48,4	46 283	2 057	10,1
4,18	906 216	11 385	19 961	49,6	46 111	1 677	11,2
4,20	1 007 142	11 779	24 868	48,7	59 976	2 181	11,9
4,22	1 088 849	12 072	29 538	47,7	73 840	2 685	12,4
4,23	1 124 458	12 183	31 945	47,1	80 772	2 937	12,6
4,24	1 157 326	12 299	34 139	46,6	87 705	3 189	12,8
4,26	1 216 420	12 502	38 373	45,4	101 569	3 693	13,1
4,06	872 369	11 344	13 001	55,0	9 770	558	5,82
4,08	1 014 847	12 039	16 719	56,0	13 348	762	6,42
4,10	1 133 303	12 564	20 310	56,3	16 916	966	6,87
4,18	1 065 175	12 257	18 333	56,1	18 624	931	7,42
4,20	1 188 075	12 761	22 459	56,0	23 958	1 198	7,96
4,22	1 891 277	13 149	26 461	55,6	29 291	1 465	8,37
4,28	1 111 229	12 444	19 950	56,1	25 406	1 129	8,48
4,30	1 237 349	12 943	24 551	55,8	32 999	1 467	9,10
4,32	1 341 911	13 313	29 046	55,0	40 593	1 804	9,57
4,33	1 388 093	13 464	31 263	54,6	44 390	1 973	9,63
4,48	1 192 511	12 754	23 156	55,8	44 218	1 608	10,6
4,50	1 322 401	13 211	28 810	55,0	58 083	2 112	11,4
4,52	1 427 791	13 572	34 158	53,8	71 947	2 612	11,9
4,53	1 473 749	13 709	36 844	53,2	78 880	2 868	12,2
4,54	1 516 157	13 846	39 381	52,6	85 812	3 120	12,4
4,56	1 592 253	14 091	44 229	51,4	99 676	3 625	12,7

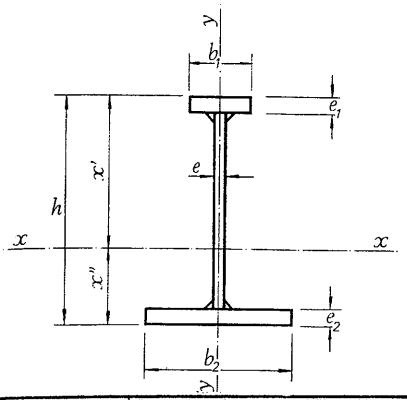


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 400/236	1 445	250 × 25	1 400 × 12	350 × 20	301	236
1 400/263	1 455			30	336	263
1 400/291	1 465			40	371	291
1 400/275	1 455	250 × 25	1 400 × 12	400 × 30	351	275
1 400/305	1 465			40	391	305
1 400/337	1 475			50	431	337
1 400/287	1 455	250 × 25	1 400 × 12	450 × 30	366	287
1 400/322	1 465			40	411	322
1 400/358	1 475			50	456	358
1 400/375	1 480			55	478	375
1 400/310	1 455	250 × 25	1 400 × 12	550 × 30	396	310
1 400/353	1 465			40	451	353
1 400/396	1 475			50	506	396
1 400/418	1 480			55	533	418
1 400/439	1 485			60	561	439
1 400/483	1 495			70	616	483
1 400/234	1 440	300 × 20	1 400 × 12	350 × 20	298	234
1 400/261	1 450			30	333	261
1 400/239	1 460			40	368	239
1 400/273	1 450	300 × 20	1 400 × 12	400 × 30	348	273
1 400/304	1 460			40	388	304
1 400/336	1 470			50	428	336
1 400/284	1 450	300 × 20	1 400 × 12	450 × 30	363	284
1 400/320	1 460			40	408	320
1 400/356	1 470			50	453	356
1 400/373	1 475			55	476	373
1 400/308	1 450	300 × 20	1 400 × 12	550 × 30	393	308
1 400/352	1 460			40	448	352
1 400/394	1 470			50	503	394
1 400/416	1 475			55	531	416
1 400/437	1 480			60	558	437
1 400/481	1 490			70	613	481
1 400/524	1 500			80	668	524

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



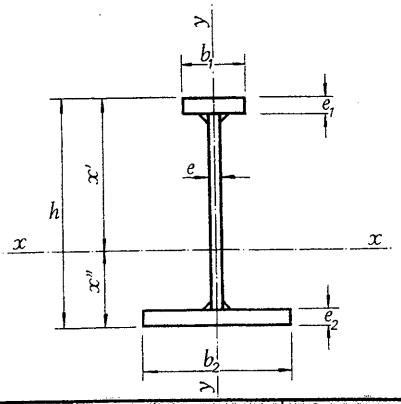
A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,07	943 717	12 719	13 424	56,0	10 421	595	5,88
4,09	1 100 771	13 489	17 226	57,3	13 994	799	6,45
4,11	1 232 198	14 050	20 956	57,7	17 567	1 004	6,88
4,19	1 156 695	13 721	18 900	57,4	19 275	963	7,41
4,21	1 293 483	14 277	23 139	57,5	24 609	1 230	7,93
4,23	1 408 906	14 707	27 252	57,2	29 942	1 497	8,34
4,29	1 207 999	13 933	20 554	57,5	26 057	1 158	8,44
4,31	1 348 785	14 472	25 306	57,3	33 650	1 494	9,05
4,33	1 466 076	12 719	13 424	56,0	40 421	1 795	9,41
4,34	1 518 032	15 045	32 230	56,3	45 041	2 002	9,70
4,49	1 298 975	14 529	23 878	57,3	44 869	1 632	10,6
4,51	1 444 662	14 772	29 665	56,6	59 034	2 147	11,4
4,53	1 563 442	15 164	35 213	55,6	72 598	2 640	12,0
4,54	1 615 368	15 326	37 919	55,0	79 531	2 892	12,2
4,55	1 663 310	15 473	40 569	54,5	86 463	3 144	12,4
4,57	1 749 434	15 732	45 677	53,3	100 327	3 648	12,8
4,16	928 091	12 474	13 335	55,8	11 666	666	6,25
4,18	1 082 070	13 228	17 121	57,0	15 239	870	6,76
4,20	1 210 775	13 790	20 804	57,4	18 812	1 075	7,15
4,28	1 136 818	13 469	18 759	57,2	20 520	1 026	7,67
4,24	1 270 685	14 010	22 978	57,2	25 853	1 293	8,16
4,32	1 383 557	14 427	27 075	56,9	31 187	1 559	8,53
4,38	1 187 030	13 660	20 431	57,2	27 301	1 213	8,67
4,40	1 324 730	14 199	25 137	57,0	34 895	1 551	9,24
4,42	1 439 325	14 598	29 738	56,4	42 489	1 888	9,68
4,43	1 490 056	14 768	31 975	56,0	46 286	2 057	9,86
4,58	1 275 980	13 991	23 717	57,0	46 174	1 577	10,8
4,60	1 418 323	14 502	29 426	56,3	59 978	2 181	11,6
4,62	1 534 293	14 867	35 030	55,2	73 843	2 685	12,1
4,63	1 584 953	15 023	37 737	54,7	80 775	2 937	12,3
4,64	1 631 725	15 179	40 290	54,1	87 708	3 189	12,5
4,66	1 715 736	15 425	45 378	52,9	101 572	3 694	12,9
4,68	1 789 719	15 644	50 273	51,8	115 437	4 198	13,1

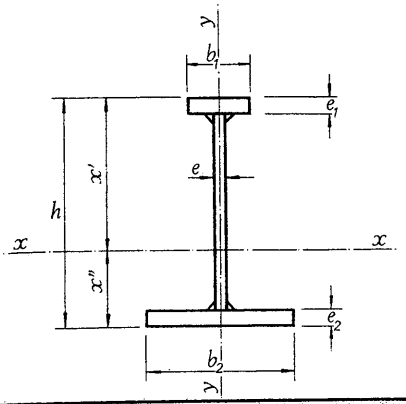


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 400/246	1 445	300 × 25	1 400 × 12	350 × 20	313	246
1 400/274	1 455			30	348	274
1 400/300	1 465			40	383	300
1 400/285	1 455	300 × 25	1 400 × 12	400 × 30	363	285
1 400/316	1 465			40	403	316
1 400/348	1 475			50	443	348
1 400/297	1 455	300 × 25	1 400 × 12	450 × 30	378	297
1 400/331	1 465			40	423	331
1 400/367	1 475			50	468	367
1 400/384	1 480			55	491	384
1 400/321	1 455	300 × 25	1 400 × 12	550 × 30	408	321
1 400/363	1 465			40	463	363
1 400/406	1 475			50	518	406
1 400/428	1 480			55	546	428
1 400/449	1 485			60	573	449
1 400/493	1 495			70	628	493
1 400/536	1 505			80	683	536
1 400/248	1 440	250 × 20	1 400 × 14	350 × 20	316	248
1 400/276	1 450			30	351	276
1 400/303	1 460			40	386	303
1 400/288	1 450	250 × 20	1 400 × 14	400 × 30	366	288
1 400/318	1 460			40	406	318
1 400/350	1 470			50	446	350
1 400/299	1 450	250 × 20	1 400 × 14	450 × 30	381	299
1 400/334	1 460			40	426	334
1 400/369	1 470			50	471	369
1 400/387	1 475			55	494	387
1 400/323	1 450	250 × 20	1 400 × 14	550 × 30	411	323
1 400/366	1 460			40	466	366
1 400/409	1 470			50	521	409
1 400/431	1 475			55	549	431
1 400/452	1 480			60	576	452
1 400/495	1 490			70	631	495

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

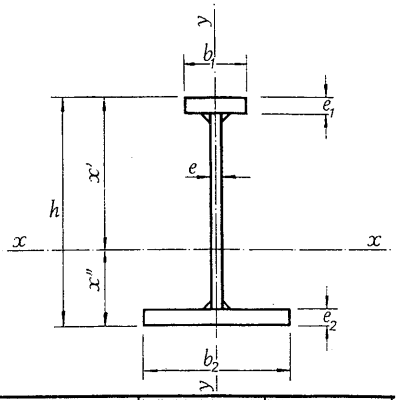
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,17	1 007 624	14 132	13 765	56,7	12 791	730	6,39
4,19	1 178 591	14 976	17 644	58,2	16 364	935	6,85
4,21	1 322 562	15 578	21 470	58,8	19 937	1 139	7,21
4,29	1 239 894	15 232	19 343	58,4	21 645	1 082	7,72
4,31	1 390 187	15 834	23 683	58,7	26 978	1 349	8,18
4,33	1 517 603	16 283	27 948	58,5	32 312	1 616	8,54
4,39	1 296 328	15 451	21 004	58,6	28 426	1 263	8,67
4,41	1 451 412	16 038	25 918	58,6	36 020	1 601	9,22
4,43	1 581 215	16 488	30 644	58,1	43 614	1 938	9,65
4,44	1 638 848	16 672	32 975	57,8	47 411	2 107	9,83
4,59	1 396 731	15 818	24 418	58,5	47 239	1 718	10,8
4,61	1 558 002	16 366	30 370	58,0	61 103	2 222	11,5
4,63	1 690 057	16 783	36 112	57,1	74 968	2 726	12,0
4,64	1 747 944	16 970	38 843	56,6	81 900	2 978	12,3
4,65	1 801 447	17 124	41 604	56,1	88 833	3 230	12,4
4,67	1 897 648	17 394	46 971	55,0	102 697	3 734	12,8
4,69	1 982 450	17 653	51 897	53,9	165 618	4 239	13,1
4,05	918 714	12 009	13 611	53,9	9 782	559	5,56
4,07	1 064 446	12 778	17 252	55,1	13 355	763	6,16
4,09	1 187 673	13 360	20 800	55,5	16 928	967	6,62
4,17	1 116 632	13 174	19 039	55,2	18 636	931	7,13
4,19	1 245 395	13 596	22 893	55,4	23 970	1 199	7,68
4,21	1 355 022	14 027	26 885	55,1	29 303	1 465	8,10
4,27	1 164 711	13 235	20 434	55,3	25 417	1 130	8,16
4,29	1 297 702	13 791	25 004	55,2	33 011	1 467	8,80
4,31	1 409 490	14 223	29 426	54,7	40 605	1 805	9,28
4,32	1 459 294	14 406	31 586	54,4	44 402	1 973	9,48
4,47	1 250 353	13 576	23 636	55,2	44 230	1 608	10,4
4,49	1 388 842	14 114	29 177	54,6	58 095	2 113	11,2
4,51	1 502 791	14 520	34 547	53,7	71 959	2 617	11,8
4,52	1 552 887	14 706	37 062	53,2	78 891	2 869	12,0
4,53	1 599 312	14 850	39 685	52,7	85 824	3 121	12,2
4,55	1 683 052	15 135	44 525	51,6	99 688	3 625	12,6

1. 4.10

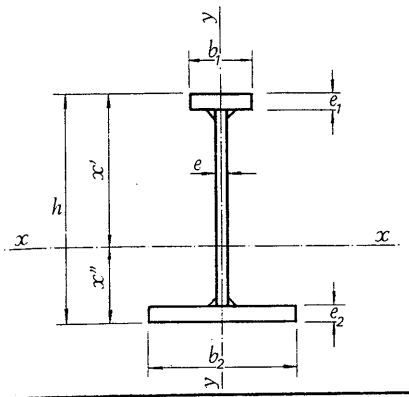


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 400/258	1 445	250 × 25	1 400 × 14	350 × 20	329	258
1 400/286	1 455			30	364	286
1 400/313	1 465			40	399	313
1 400/298	1 455	250 × 25	1 400 × 14	400 × 30	379	298
1 400/329	1 465			40	419	329
1 400/360	1 475			50	459	360
1 400/309	1 455	250 × 25	1 400 × 14	450 × 30	394	309
1 400/344	1 465			40	439	344
1 400/380	1 475			50	484	380
1 400/397	1 480			55	506	397
1 400/332	1 455	250 × 25	1 400 × 14	550 × 30	424	332
1 400/376	1 465			40	479	376
1 400/419	1 475			50	534	419
1 400/440	1 480			55	561	440
1 400/462	1 485			60	589	462
1 400/505	1 495			70	644	505
1 400/256	1 440	300 × 20	1 400 × 14	350 × 20	326	256
1 400/283	1 450			30	361	283
1 400/311	1 460			40	396	311
1 400/294	1 450	300 × 20	1 400 × 14	400 × 30	376	294
1 400/327	1 460			40	416	327
1 400/359	1 470			50	456	359
1 400/306	1 450	300 × 20	1 400 × 14	450 × 30	391	306
1 400/341	1 460			40	436	341
1 400/378	1 470			50	481	378
1 400/395	1 475			55	504	395
1 400/330	1 450	300 × 20	1 400 × 14	550 × 30	421	330
1 400/374	1 460			40	476	374
1 400/417	1 470			50	531	417
1 400/438	1 475			55	559	438
1 400/460	1 480			60	586	460
1 400/503	1 490			70	641	503
1 400/546	1 500			80	696	546

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



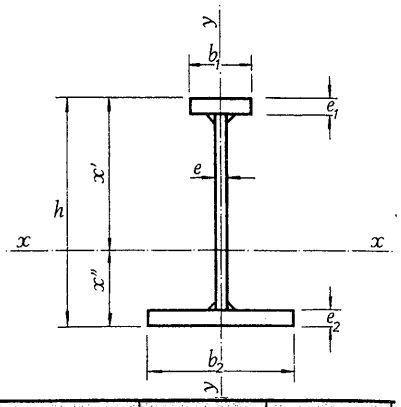
A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u	I_x	W'_x	W''_x	i_x	I_y	W_y	i_y
m²/m	cm⁴	cm³	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
4,06	989 527	13 354	14 056	54,9	10 433	596	5,63
4,08	1 148 550	14 198	17 781	56,2	14 006	800	6,20
4,10	1 283 950	14 826	21 435	56,8	17 579	1 005	6,64
4,18	1 206 018	14 461	19 421	56,4	19 287	964	7,13
4,20	1 347 770	15 076	23 604	56,7	24 621	1 231	7,67
4,22	1 468 951	15 561	27 664	56,6	29 954	1 498	8,08
4,28	1 259 014	14 691	21 054	56,6	26 068	1 159	8,13
4,30	1 405 780	15 297	25 747	56,6	33 662	1 496	8,76
4,32	1 529 696	15 770	30 291	56,2	41 256	1 834	9,23
4,33	1 584 994	15 962	32 546	56,0	45 053	2 002	9,43
4,48	1 353 738	15 075	24 304	56,5	44 881	1 632	10,3
4,50	1 507 247	15 652	30 025	56,1	58 746	2 136	11,1
4,52	1 634 069	16 099	35 523	55,3	72 610	2 640	11,7
4,53	1 689 953	16 281	38 234	54,9	79 542	2 893	11,9
4,54	1 741 776	16 447	40 887	54,4	86 475	3 145	12,1
4,56	1 835 360	16 746	45 999	53,4	100 339	3 649	12,5
4,15	973 949	13 126	13 953	54,7	11 678	667	5,98
4,17	1 130 264	13 954	17 660	55,9	15 251	871	6,50
4,19	1 263 030	14 568	21 299	56,5	18 824	1 076	6,89
4,27	1 186 534	14 210	19 293	56,2	20 532	1 027	7,39
4,29	1 325 562	14 811	23 461	56,4	25 865	1 293	7,88
4,31	1 444 332	15 284	27 511	56,3	31 199	1 560	8,27
4,37	1 238 514	14 435	20 921	56,3	27 313	1 214	8,35
4,39	1 382 373	15 026	25 600	56,3	34 907	1 551	8,94
4,41	1 503 735	14 486	30 135	55,9	42 501	1 889	9,40
4,42	1 557 900	15 689	32 322	55,6	46 298	2 058	9,58
4,57	1 331 309	14 809	24 162	56,2	46 126	1 677	10,5
4,59	1 481 658	15 386	29 812	55,8	59 990	2 182	11,2
4,61	1 605 776	15 820	35 292	55,0	73 855	2 686	11,8
4,62	1 660 443	15 997	37 996	54,5	80 787	2 938	12,0
4,63	1 711 123	16 173	40 548	54,0	87 720	3 190	12,2
4,65	1 802 645	16 462	45 637	53,0	101 584	3 694	12,6
4,67	1 883 687	16 714	50 501	52,0	115 449	4 198	12,9

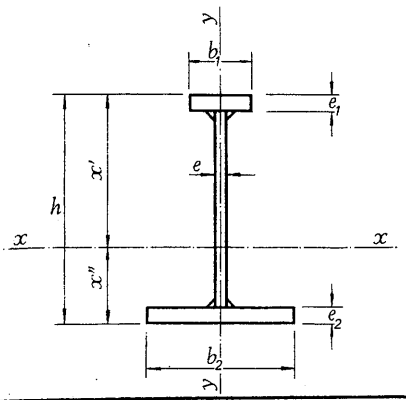


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 400/268	1 445	300 × 25	1 400 × 14	350 × 20	341	268
1 400/295	1 455			30	376	295
1 400/324	1 465			40	411	324
1 400/307	1 455	300 × 25	1 400 × 14	400 × 30	391	307
1 400/338	1 465			40	431	338
1 400/370	1 475			50	471	370
1 400/319	1 455	300 × 25	1 400 × 14	450 × 30	406	319
1 400/354	1 465			40	451	354
1 400/389	1 475			50	496	389
1 400/407	1 480			55	519	407
1 400/342	1 455	300 × 25	1 400 × 14	550 × 30	436	342
1 400/385	1 465			40	491	385
1 400/429	1 475			50	546	429
1 400/450	1 480			55	574	450
1 400/472	1 485			60	601	472
1 400/515	1 495			70	656	515
1 400/558	1 505			80	711	558
1 500/287	1 550	250 × 20	1 500 × 13	400 × 30	365	287
1 500/317	1 560			40	405	317
1 500/349	1 570			50	445	349
1 500/298	1 550	250 × 20	1 500 × 13	450 × 30	380	298
1 500/334	1 560			40	425	334
1 500/368	1 570			50	470	368
1 500/387	1 575			55	493	387
1 500/321	1 550	250 × 20	1 500 × 13	550 × 30	410	321
1 500/364	1 560			40	465	364
1 500/407	1 570			50	520	407
1 500/430	1 575			55	548	430
1 500/450	1 580			60	575	450
1 500/494	1 590			70	630	494
1 500/537	1 600			80	685	537

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

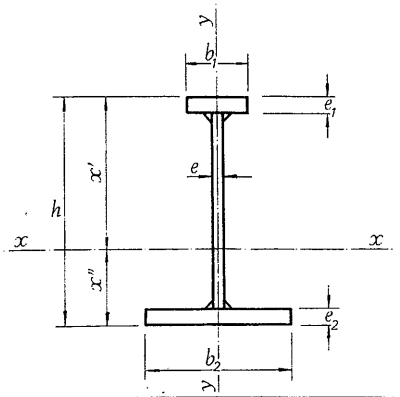
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,16	1 053 399	14 753	14 410	55,6	12 803	731	6,12
4,18	1 225 325	15 649	18 234	57,0	16 376	935	6,59
4,20	1 372 286	16 337	21 957	57,8	19 949	1 140	6,96
4,28	1 287 686	15 937	19 902	57,4	21 657	1 083	7,44
4,30	1 442 057	16 614	24 155	57,8	26 990	1 350	7,91
4,32	1 574 596	17 134	28 320	57,8	32 324	1 616	8,28
4,38	1 345 436	16 191	21 551	57,6	28 438	1 264	8,36
4,40	1 505 653	16 842	26 369	57,8	36 032	1 601	8,93
4,42	1 641 482	17 352	31 030	57,5	43 626	1 939	8,37
4,43	1 702 244	17 567	33 312	57,3	47 423	2 108	9,56
4,58	1 449 022	16 598	24 897	57,6	47 251	1 718	10,4
4,60	1 617 318	17 224	30 747	57,4	61 115	2 222	11,2
4,62	1 756 887	17 711	36 375	56,7	74 980	2 727	11,7
4,63	1 818 523	17 899	39 192	56,3	81 912	2 979	11,9
4,64	1 875 741	18 088	41 869	55,9	88 845	3 231	12,2
4,66	1 979 192	18 411	47 124	54,9	102 709	3 735	12,5
4,68	2 070 901	18 690	52 164	54,0	116 574	4 239	12,8
4,37	1 277 504	13 931	20 182	59,2	18 632	931	7,14
4,39	1 424 060	14 531	24 553	59,3	23 965	1 198	7,69
4,41	1 548 494	14 990	28 836	59,0	29 298	1 465	8,11
4,47	1 332 464	14 145	21 916	59,2	25 413	1 129	8,17
4,49	1 483 761	14 734	26 831	59,1	33 007	1 467	8,81
4,51	1 610 612	15 194	31 581	58,5	40 600	1 804	9,24
4,52	1 666 981	15 378	33 951	58,2	44 397	1 973	9,49
4,67	1 430 350	14 521	25 316	59,1	44 225	1 608	10,4
4,69	1 587 800	15 079	31 318	58,4	58 090	2 112	11,2
4,71	1 716 948	15 510	37 083	57,5	71 954	2 617	11,8
4,72	1 773 598	15 696	39 856	56,9	78 887	2 868	12,0
4,73	1 826 005	15 851	42 664	56,3	85 819	3 121	12,2
4,75	1 920 296	16 151	47 888	55,2	99 684	3 625	12,6
4,77	2 003 519	16 395	53 003	54,1	113 548	4 129	12,9

1. 4.10

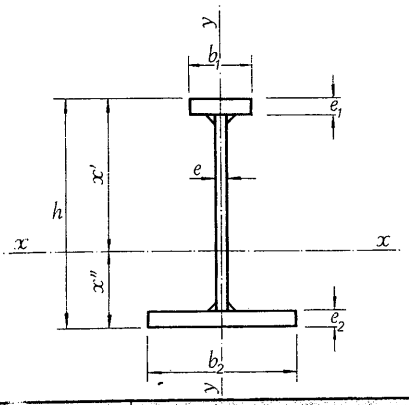


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 500/296	1 555	250 × 25	1 500 × 13	400 × 30	378	296
1 500/328	1 565			40	417	328
1 500/359	1 575			50	458	359
1 500/308	1 555	250 × 25	1 500 × 13	450 × 30	393	308
1 500/343	1 565			40	438	343
1 500/379	1 575			50	483	379
1 500/396	1 580			55	505	396
1 500/332	1 555	250 × 25	1 500 × 13	550 × 30	423	332
1 500/375	1 565			40	478	375
1 500/417	1 575			50	533	417
1 500/429	1 580			55	560	429
1 500/460	1 585			60	588	460
1 500/504	1 595			70	643	504
1 500/548	1 605			80	698	548
1 500/294	1 550	300 × 20	1 500 × 13	400 × 30	375	294
1 500/326	1 560			40	415	326
1 500/356	1 570			50	455	356
1 500/305	1 550	300 × 20	1 500 × 13	450 × 30	390	305
1 500/339	1 560			40	435	339
1 500/376	1 570			50	480	376
1 500/394	1 575			55	503	394
1 500/329	1 550	300 × 20	1 500 × 13	550 × 30	420	329
1 500/372	1 560			40	475	372
1 500/416	1 570			50	530	416
1 500/438	1 575			55	558	438
1 500/459	1 580			60	585	459
1 500/502	1 590			70	640	502
1 500/546	1 600			80	695	546
1 500/306	1 555	300 × 25	1 500 × 13	400 × 30	390	306
1 500/338	1 565			40	430	338
1 500/369	1 575			50	470	369

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

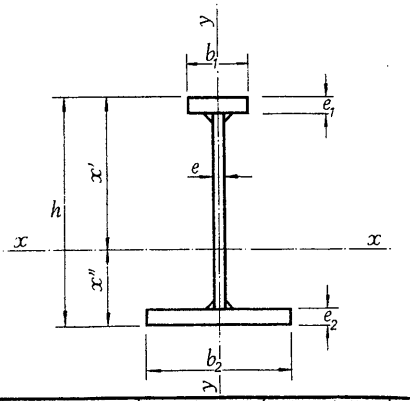
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,38	1 379 775	15 486	20 811	60,5	19 283	964	7,14
4,40	1 541 210	16 121	25 307	60,8	24 616	1 231	7,67
4,42	1 678 839	16 639	29 661	60,6	29 949	1 498	8,09
4,48	1 440 373	15 707	22 576	60,6	26 064	1 158	8,14
4,50	1 607 445	16 352	27 619	60,6	33 658	1 496	8,77
4,52	1 748 116	16 841	32 553	60,2	41 251	1 833	9,24
4,53	1 810 763	17 050	34 957	59,9	45 048	2 002	9,44
4,68	1 548 686	16 115	26 072	60,5	44 876	1 632	10,3
4,70	1 723 312	16 731	32 212	60,1	58 741	2 136	11,1
4,72	1 867 140	17 193	38 183	59,2	72 606	2 640	11,7
4,73	1 930 397	17 391	41 072	58,7	79 538	2 892	11,9
4,74	1 988 954	17 570	43 906	58,2	86 470	3 144	12,1
4,76	2 094 430	17 886	49 397	57,1	100 335	3 649	12,5
4,78	2 187 583	18 154	54 690	56,0	114 199	4 153	12,8
4,47	1 357 637	15 203	20 664	60,2	20 527	1 026	7,39
4,49	1 515 954	15 841	25 140	60,4	25 861	1 293	7,89
4,51	1 650 832	16 345	29 479	60,2	31 194	1 560	8,28
4,57	1 417 073	15 436	22 422	60,3	27 309	1 214	8,36
4,59	1 580 837	16 065	27 445	60,3	34 902	1 551	8,95
4,61	1 718 607	16 557	32 305	59,8	42 496	1 889	9,40
4,62	1 779 940	16 760	34 697	59,5	46 293	2 057	9,59
4,77	1 523 170	15 833	25 904	60,2	46 121	1 677	10,5
4,79	1 624 297	16 433	32 027	59,7	59 986	2 181	11,2
4,81	1 834 973	16 897	37 913	58,8	73 850	2 685	11,8
4,82	1 896 838	17 089	40 792	58,3	80 783	2 938	12,0
4,83	1 954 084	17 262	43 618	57,8	87 715	3 190	12,2
4,85	2 057 226	17 568	49 098	56,7	101 580	3 694	12,6
4,87	2 148 301	17 828	54 387	55,6	115 444	4 198	12,9
4,48	1 473 355	17 053	21 322	61,5	21 652	1 083	7,45
4,50	1 649 225	17 753	25 931	61,9	26 986	1 349	7,92
4,52	1 799 830	18 310	30 403	61,9	32 319	1 616	8,29

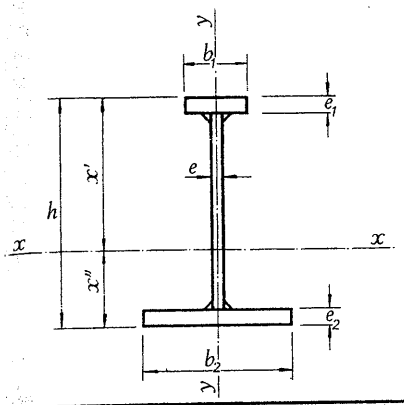
1. 4.10



Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 500/318	1 555	300 × 25	1 500 × 13	450 × 30	405	318
1 500/352	1 565			40	450	352
1 500/388	1 575			50	495	388
1 500/406	1 580			55	518	406
1 500/340	1 555	300 × 25	1 500 × 13	550 × 30	435	340
1 500/385	1 565			40	490	385
1 500/428	1 575			50	545	428
1 500/449	1 580			55	573	449
1 500/471	1 585			60	600	471
1 500/514	1 595			70	655	514
1 500/557	1 605			80	710	557
1 500/310	1 550	250 × 20	1 500 × 15	400 × 30	395	310
1 500/341	1 560			40	435	341
1 500/373	1 570			50	475	373
1 500/322	1 550	250 × 20	1 500 × 15	450 × 30	410	322
1 500/357	1 560			40	455	357
1 500/392	1 570			50	500	392
1 500/410	1 575			55	523	410
1 500/345	1 550	250 × 20	1 500 × 15	550 × 30	440	345
1 500/389	1 560			40	495	389
1 500/432	1 570			50	550	432
1 500/453	1 575			55	578	453
1 500/475	1 580			60	605	475
1 500/518	1 590			70	660	518
1 500/561	1 600			80	715	561
1 500/320	1 555	250 × 25	1 500 × 15	400 × 30	408	320
1 500/351	1 565			40	448	351
1 500/383	1 575			50	488	383
1 500/333	1 555	250 × 25	1 500 × 15	450 × 30	423	333
1 500/367	1 565			40	468	367
1 500/402	1 575			50	513	402
1 500/420	1 580			55	535	420

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



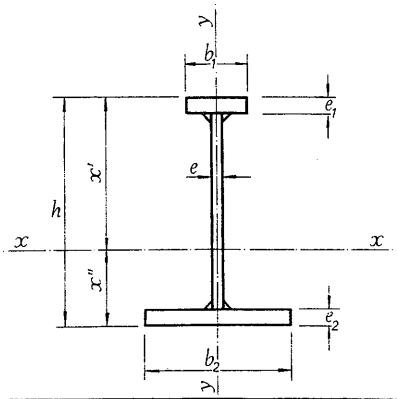
A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,58	1 539 432	17 316	23 115	61,6	28 434	1 264	8,37
4,60	1 721 904	18 012	28 274	61,9	26 027	1 601	8,94
4,62	1 876 165	18 539	33 324	61,6	43 621	1 939	9,38
4,63	1 945 056	18 775	35 755	61,3	47 418	2 107	9,57
4,78	1 657 906	17 751	26 697	61,7	47 246	1 718	10,4
3,80	1 849 404	18 420	32 966	61,4	61 111	2 222	11,2
4,82	2 007 844	18 924	39 063	60,7	74 975	2 726	11,7
4,83	2 077 636	19 131	42 057	60,2	81 908	2 978	12,0
4,84	2 142 344	19 318	45 007	59,8	88 840	3 231	12,2
4,86	2 259 077	19 661	50 652	58,7	102 705	3 735	12,5
4,88	2 362 217	19 951	56 110	57,7	116 569	4 239	12,8
4,37	1 339 769	14 778	20 804	58,2	18 646	9 323	6,87
4,39	1 492 668	15 452	25 129	58,6	23 980	1 199	7,42
4,41	1 624 163	15 986	29 317	58,5	29 313	1 466	7,85
4,47	1 396 927	15 037	22 495	58,4	25 428	1 130	7,87
4,49	1 555 719	15 698	27 341	58,5	33 021	1 468	8,51
4,51	1 690 612	16 209	32 080	58,1	40 615	1 805	9,01
4,52	1 751 034	16 426	34 401	57,9	44 412	1 974	9,22
4,67	1 499 710	15 445	25 902	58,4	44 240	1 609	10,0
4,69	1 666 563	16 102	31 744	58,0	58 105	2 113	10,8
4,71	1 805 359	16 593	37 456	57,3	71 969	2 617	11,4
4,72	1 866 739	16 802	40 231	56,8	78 902	2 869	11,7
4,73	1 923 762	16 979	43 037	56,4	85 834	3 121	11,9
4,75	2 026 930	17 324	48 260	55,4	99 698	3 625	12,3
4,77	2 118 493	17 610	53 363	54,4	113 563	4 130	12,6
4,38	1 439 819	16 306	21 426	59,4	19 297	964	6,88
4,40	1 606 604	17 019	25 871	59,9	24 631	1 232	7,41
4,42	1 750 592	17 594	30 183	59,9	29 964	1 498	7,84
4,48	1 502 231	16 563	23 183	59,6	26 078	1 159	7,85
4,50	1 675 830	17 277	28 165	59,9	33 672	1 497	8,48
4,52	1 823 832	17 846	32 981	59,6	41 266	1 834	8,97
4,53	1 890 290	18 072	35 399	59,4	45 063	2 003	9,17

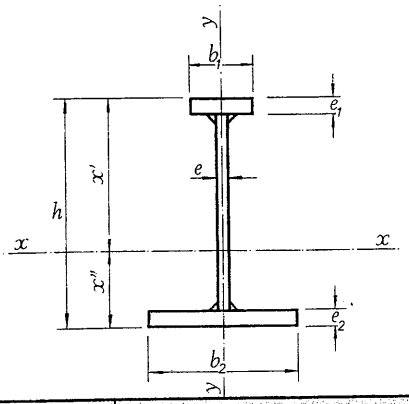


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 500/335	1 555	250 × 25	1 500 × 15	550 × 30	453	355
1 500/398	1 565			40	508	398
1 500/442	1 575			50	563	442
1 500/463	1 580			55	590	463
1 500/485	1 585			60	618	485
1 500/528	1 595			70	673	528
1 500/571	1 605			80	728	571
1 500/319	1 550	300 × 20	1 500 × 15	400 × 30	405	319
1 500/350	1 560			40	445	350
1 500/381	1 570			50	485	381
1 500/330	1 550	300 × 20	1 500 × 15	450 × 30	420	330
1 500/365	1 560			40	465	365
1 500/400	1 570			50	510	400
1 500/418	1 575			55	533	418
1 500/353	1 550	300 × 20	1 500 × 15	550 × 30	450	353
1 500/397	1 560			40	505	397
1 500/440	1 570			50	560	440
1 500/461	1 575			55	588	461
1 500/483	1 580			60	615	483
1 500/526	1 590			70	670	526
1 500/569	1 600			80	725	569
1 500/331	1 555	300 × 25	1 500 × 15	400 × 30	420	331
1 500/361	1 565			40	460	361
1 500/393	1 575			50	500	393
1 500/342	1 555	300 × 25	1 500 × 15	450 × 30	435	342
1 500/377	1 565			40	480	377
1 500/412	1 575			50	525	412
1 500/431	1 580			55	548	431

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

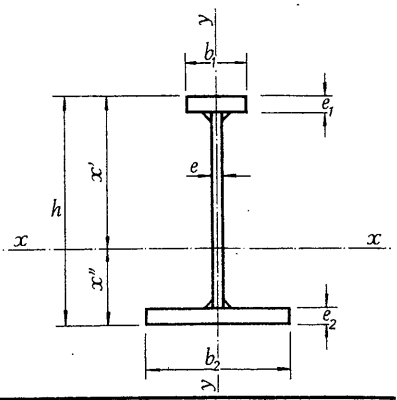
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,68	1 614 608	17 014	26 644	59,7	44 891	1 632	9,96
4,70	1 797 907	17 713	32 689	59,5	58 756	2 137	10,8
4,72	1 950 823	18 249	38 554	58,9	72 620	2 641	11,4
4,73	2 018 561	18 468	41 449	58,5	79 553	2 893	11,6
4,74	2 081 570	18 669	44 289	58,1	86 485	3 145	11,8
4,76	2 195 669	19 027	49 788	57,1	100 349	3 649	12,2
4,78	2 297 767	19 358	54 971	56,2	114 214	4 153	12,5
4,47	1 418 109	16 042	21 293	59,2	20 542	1 027	7,12
4,49	1 581 986	16 758	25 682	59,6	25 876	1 294	7,62
4,51	1 723 349	17 303	30 023	59,6	31 209	1 560	8,02
4,57	1 479 425	16 311	23 008	59,3	27 323	1 214	8,06
4,59	1 649 915	17 009	27 965	59,6	34 917	1 552	8,66
4,61	1 795 175	17 548	32 819	59,3	42 511	1 889	9,13
4,62	1 860 361	17 785	35 168	59,1	46 308	2 058	9,32
4,77	1 589 775	16 752	26 452	59,4	46 136	1 678	10,1
4,79	1 769 630	17 435	32 470	59,2	60 001	2 182	10,9
4,81	1 919 591	17 957	38 315	58,5	73 865	2 686	11,5
4,82	1 986 008	18 170	41 203	58,1	80 797	2 938	11,7
4,83	2 047 761	18 382	43 943	57,7	87 730	3 190	11,9
4,85	2 159 552	18 730	49 418	56,8	101 594	3 694	12,3
4,87	2 258 860	19 030	54 694	55,8	115 459	4 199	12,6
4,48	1 531 801	17 874	21 946	60,4	21 667	1 083	7,18
4,50	1 712 094	18 630	26 503	61,0	27 001	1 350	7,66
4,52	1 868 298	19 241	30 932	61,1	32 334	1 617	8,04
4,58	1 599 296	18 153	23 728	60,6	28 448	1 264	8,08
4,60	1 787 350	18 914	28 828	61,0	36 042	1 602	8,66
4,62	1 948 320	19 581	33 592	60,9	43 636	1 939	9,11
4,63	2 020 711	19 830	36 020	60,7	47 433	2 108	9,30

1. 4.10

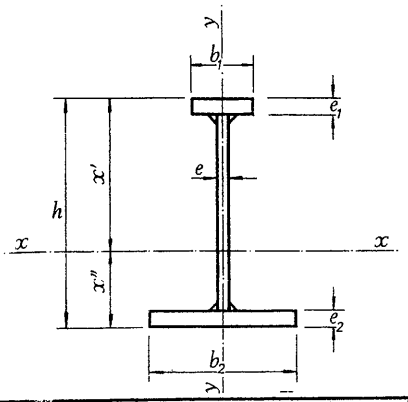


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 500/366	1 555	300 × 25	1 500 × 15	550 × 30	465	366
1 500/408	1 565			40	520	408
1 500/451	1 575			50	575	451
1 500/473	1 580			55	603	473
1 500/495	1 585			60	630	495
1 500/538	1 595			70	685	538
1 500/581	1 605			80	740	581
1 550/292	1 600	250 × 20	1 550 × 13	400 × 30	372	292
1 550/324	1 610			40	413	324
1 550/354	1 620			50	452	354
1 550/303	1 600	250 × 20	1 550 × 13	450 × 30	387	303
1 550/339	1 610			40	432	339
1 550/374	1 620			50	477	374
1 550/392	1 625			55	499	392
1 550/327	1 600	250 × 20	1 550 × 13	550 × 30	417	327
1 550/370	1 610			40	472	370
1 550/413	1 620			50	527	413
1 550/435	1 625			55	554	435
1 550/456	1 630			60	582	456
1 550/499	1 640			70	637	499
1 550/543	1 650			80	692	543
1 550/301	1 605	250 × 25	1 550 × 13	400 × 30	384	301
1 550/333	1 615			40	424	333
1 550/364	1 625			50	464	364
1 550/313	1 605	220 × 25	1 550 × 13	450 × 30	399	313
1 550/349	1 615			40	444	349
1 550/384	1 625			50	489	384
1 550/402	1 630			55	512	402

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

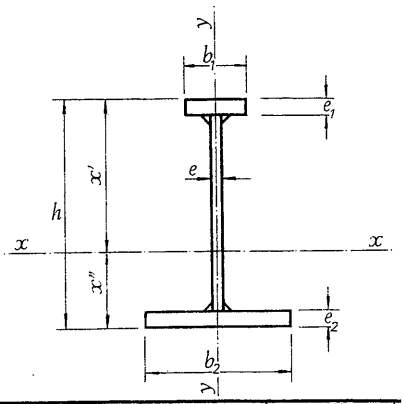
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u	I_x	W'_x	W''_x	i_x	I_y	W_y	i_y
m²/m	cm⁴	cm³	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
4,78	1 721 279	18 710	27 107	60,8	47 261	1 719	10,1
4,80	1 920 579	19 459	33 228	60,8	61 126	2 223	10,8
4,82	2 087 434	20 014	39 238	60,2	74 990	2 727	11,4
4,83	2 161 529	20 258	42 135	59,9	81 922	2 979	11,7
4,84	2 230 445	20 463	45 059	59,5	88 855	3 231	11,9
4,86	2 355 513	20 845	50 656	58,6	102 719	3 735	12,2
4,88	2 466 677	21 173	56 061	57,7	116 584	4 239	12,5
4,47	1 377 491	14 577	21 030	60,9	18 633	931	7,08
4,49	1 535 035	15 213	25 541	61,1	23 966	1 193	7,63
4,51	1 669 021	15 716	29 911	60,8	29 299	1 465	8,05
4,57	1 436 651	14 811	22 804	61,0	25 414	1 130	8,10
4,59	1 599 501	15 439	27 866	60,9	33 008	1 467	8,74
4,61	1 736 267	15 929	32 760	60,4	40 601	1 804	9,23
4,62	1 797 103	16 132	35 168	60,0	44 398	1 973	9,43
4,77	1 542 170	15 209	26 317	60,8	44 226	1 608	10,3
4,79	1 712 398	15 944	31 948	60,3	58 091	2 112	11,1
4,81	1 851 588	16 271	38 415	59,3	71 956	2 617	11,7
4,82	1 912 886	16 462	41 315	58,8	78 888	2 869	11,9
4,83	1 969 581	16 635	44 161	58,2	85 820	3 121	12,1
4,85	2 071 627	16 939	49 679	57,0	99 685	3 625	12,5
4,87	2 161 658	17 197	55 004	55,9	113 549	4 129	12,8
4,48	1 485 966	16 169	21 661	62,2	19 284	964	7,08
4,50	1 659 090	16 861	26 293	62,5	24 617	1 231	7,62
4,52	1 806 964	17 391	30 836	62,4	29 950	1 498	8,03
4,58	1 551 012	16 430	23 465	62,3	26 065	1 158	9,08
4,60	1 730 433	17 116	28 650	62,4	33 659	1 496	8,70
4,62	1 881 744	17 636	33 723	62,0	41 252	1 833	9,18
4,63	1 949 215	17 850	36 231	61,7	45 049	2 002	9,38

1. 4.10

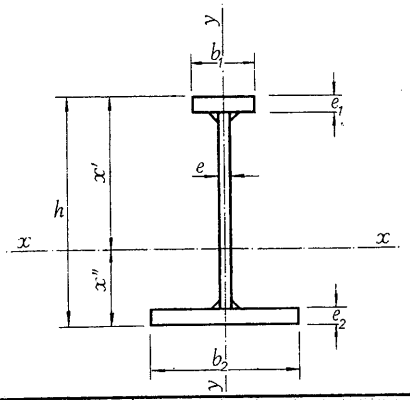


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 550/337	1 605	250 × 25	1 550 × 13	550 × 30	429	337
1 550/380	1 615			40	484	380
1 550/423	1 625			50	539	423
1 550/444	1 630			55	567	444
1 550/466	1 635			60	594	466
1 550/509	1 645			70	649	509
1 550/553	1 655			80	704	553
1 550/299	1 600	300 × 20	1 550 × 13	400 × 30	382	299
1 550/331	1 610			40	422	331
1 550/362	1 620			50	462	362
1 550/311	1 600	300 × 20	1 550 × 13	450 × 30	397	311
1 550/346	1 610			40	442	346
1 550/382	1 620			50	487	382
1 550/400	1 625			55	509	400
1 550/334	1 600	300 × 20	1 550 × 13	550 × 30	427	334
1 550/378	1 610			40	482	378
1 550/421	1 620			50	537	421
1 550/443	1 625			55	564	443
1 550/464	1 630			60	592	464
1 550/508	1 640			70	647	508
1 550/551	1 650			80	702	551
1 550/312	1 605	300 × 25	1 550 × 13	400 × 30	397	312
1 550/343	1 615			40	437	343
1 550/375	1 625			50	477	375
1 550/323	1 605	300 × 25	1 550 × 13	450 × 30	412	323
1 550/358	1 615			40	457	358
1 550/394	1 625			50	502	394
1 550/411	1 630			55	524	411

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



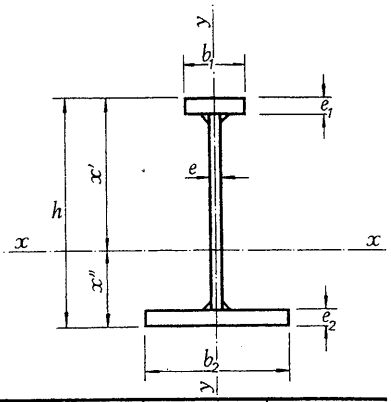
A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,78	1 667 514	16 861	27 070	62,3	44 877	1 632	10,2
4,80	1 855 439	17 504	33 431	61,9	58 742	2 136	11,0
4,82	2 010 514	17 999	39 577	61,1	72 607	2 640	11,6
4,83	2 078 721	18 202	42 597	60,6	79 539	2 892	11,8
4,84	2 141 916	18 401	45 476	60,0	86 471	3 144	12,1
4,86	2 255 815	18 720	51 269	59,0	100 336	3 649	12,4
4,88	2 356 374	19 018	56 644	57,8	114 200	4 153	12,7
4,57	1 462 544	15 897	21 508	61,9	20 528	1 026	7,33
4,59	1 632 415	16 573	26 119	62,2	25 862	1 293	7,83
4,61	1 777 397	17 090	30 645	62,1	31 195	1 560	8,22
4,67	1 526 367	16 152	23 303	62,0	27 310	1 214	8,29
4,69	1 702 324	16 821	28 467	62,1	34 903	1 551	8,89
4,71	1 850 591	17 328	33 525	61,7	42 497	1 889	9,34
4,72	1 916 680	17 536	36 028	61,4	46 294	2 058	9,53
4,87	1 640 565	16 571	26 895	62,0	46 122	1 677	10,4
4,89	1 824 717	17 214	33 177	61,6	59 987	2 181	11,2
4,91	1 976 540	17 695	39 295	60,7	73 351	2 685	11,7
4,92	2 043 307	17 892	42 304	60,2	80 784	2 938	11,9
4,93	2 105 154	18 086	45 175	59,7	87 716	3 190	12,2
4,95	2 216 548	18 395	50 955	58,6	101 580	3 694	12,5
4,97	2 314 909	18 684	56 324	57,4	115 445	4 198	12,8
4,58	1 585 375	17 813	22 173	63,2	21 653	1 083	7,39
4,60	1 773 667	18 553	26 915	63,7	26 987	1 349	7,86
4,62	1 935 166	19 122	31 569	63,7	32 320	1 616	8,23
4,68	1 656 184	18 081	24 038	63,4	28 435	1 264	8,31
4,70	1 851 765	18 819	29 347	63,7	36 028	1 601	8,88
4,72	2 017 413	19 380	34 545	63,4	43 622	1 939	9,32
4,73	2 091 433	19 619	37 082	63,2	47 419	2 108	9,51

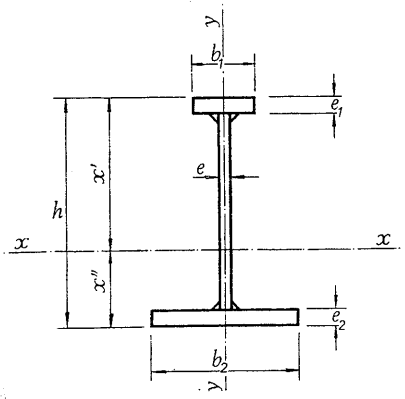


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 550/345	1 605	300 × 25	1 550 × 13	550 × 30	441	345
1 550/390	1 615			40	497	390
1 550/433	1 625			50	552	433
1 550/455	1 630			55	579	455
1 550/476	1 635			60	607	476
1 550/519	1 645			70	662	519
1 550/562	1 655			80	717	562
1 550/316	1 600	250 × 20	1 550 × 15	400 × 30	403	316
1 550/347	1 610			40	443	347
1 550/379	1 620			50	483	379
1 550/328	1 600	250 × 20	1 550 × 15	450 × 30	418	328
1 550/363	1 610			40	463	363
1 550/398	1 620			50	508	398
1 550/416	1 625			55	530	416
1 550/351	1 600	250 × 20	1 550 × 15	550 × 30	448	351
1 550/395	1 610			40	503	395
1 550/438	1 620			50	558	438
1 550/459	1 625			55	585	459
1 550/481	1 630			60	613	481
1 550/524	1 640			70	668	524
1 550/567	1 650			80	723	567
1 550/326	1 605	250 × 25	1 550 × 15	400 × 30	415	326
1 550/357	1 615			40	455	357
1 550/389	1 625			50	495	389
1 550/338	1 605	250 × 25	1 550 × 15	450 × 30	430	338
1 550/373	1 615			40	475	373
1 550/408	1 625			50	520	408
1 550/426	1 630			55	543	426
1 550/361	1 605	250 × 25	1 550 × 15	550 × 30	460	361
1 550/404	1 615			40	515	404
1 550/447	1 625			50	570	447
1 550/469	1 630			55	598	469
1 550/490	1 635			60	625	490
1 550/534	1 645			70	680	534
1 550/577	1 655			80	735	577

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

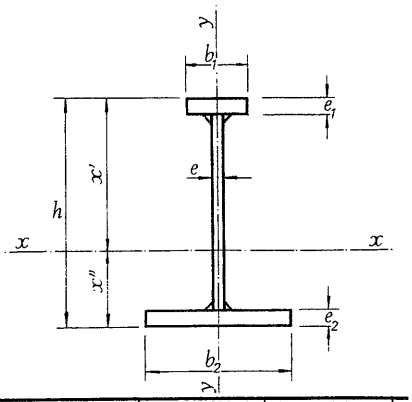
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,88	1 783 354	18 557	27 692	63,6	47 247	1 718	10,3
4,90	1 989 057	19 255	34 176	63,3	61 112	2 222	11,1
4,92	2 159 490	17 776	40 516	62,6	74 976	2 726	11,7
4,93	2 234 675	20 006	43 561	62,1	81 909	2 979	11,9
4,94	2 304 357	20 196	46 647	61,6	88 841	3 231	12,1
4,96	2 430 138	20 560	52 487	60,6	102 705	3 735	12,5
4,98	2 541 272	20 864	58 153	59,6	116 570	4 239	12,7
4,47	1 445 956	15 489	21 679	59,9	18 648	932	6,80
4,49	1 610 267	16 200	26 141	60,3	23 981	1 199	7,36
4,51	1 751 835	16 764	30 467	60,2	29 314	1 466	7,79
4,57	1 507 436	15 768	23 407	60,1	25 429	1 130	7,80
4,59	1 678 314	16 454	28 446	60,2	33 023	1 468	8,45
4,61	1 823 728	17 012	33 280	59,9	40 617	1 805	8,94
4,62	1 888 948	17 235	35 706	59,7	44 413	1 974	9,14
4,77	1 618 055	16 197	25 923	60,1	44 242	1 609	9,94
4,79	1 798 179	16 884	32 994	59,8	58 106	2 113	10,7
4,81	1 948 175	17 410	38 886	59,1	71 971	2 617	11,4
4,82	2 014 553	17 625	41 796	58,7	78 903	2 869	11,6
4,83	2 076 244	17 822	44 650	58,2	85 835	3 121	11,8
4,85	2 187 891	18 187	50 066	57,2	99 700	3 625	12,2
4,87	2 287 004	18 488	55 375	56,3	113 564	4 130	12,5
4,48	1 552 052	17 056	22 332	61,1	19 299	964	6,81
4,50	1 730 917	17 826	26 878	61,7	24 632	1 232	7,35
4,52	1 885 609	18 414	31 375	61,7	29 965	1 498	7,78
4,58	1 619 045	17 335	24 129	61,4	26 080	1 159	7,78
4,60	1 805 450	18 091	29 262	61,6	33 674	1 497	8,42
4,62	1 964 670	18 676	34 287	61,5	41 268	1 834	8,90
4,63	2 036 223	18 942	36 689	61,3	45 064	2 003	9,11
4,78	1 739 905	17 827	27 661	61,5	44 892	1 633	9,87
4,80	1 937 144	18 555	33 925	61,3	58 757	2 137	10,7
4,82	2 101 995	19 109	40 038	60,7	72 622	2 641	11,3
4,83	2 175 104	19 351	42 986	60,3	79 554	2 893	11,5
4,84	2 243 093	19 573	45 871	59,9	86 486	3 145	11,8
4,86	2 366 340	19 952	51 554	59,0	100 351	3 649	12,1
4,88	2 475 787	20 277	57 046	58,0	114 215	4 153	12,5

1. 4.10

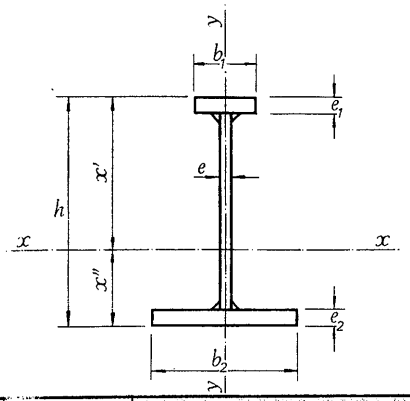


Un perfil PAS

PAS	Dimensiones				Sección	Peso
	h mm	Ala superior $b_1 \times e_1$ mm	Alma $h_1 \times e$ mm	Ala inferior $b_2 \times e_2$ mm	A cm²	P kg/m
1 550/322	1 600	300 × 20	1 550 × 15	400 × 30	412	322
1 550/355	1 610			40	453	355
1 550/387	1 620			50	493	387
1 550/336	1 600	300 × 20	1 550 × 15	450 × 30	428	336
1 550/371	1 610			40	473	371
1 550/406	1 620			50	518	406
1 550/424	1 625			55	540	424
1 550/359	1 600	300 × 20	1 550 × 15	550 × 30	458	359
1 550/403	1 610			40	513	403
1 550/445	1 620			50	568	445
1 550/467	1 625			55	595	467
1 550/489	1 630			60	623	489
1 550/532	1 640			70	678	532
1 550/575	1 650			80	733	575
1 550/335	1 605	300 × 25	1 550 × 15	400 × 30	428	335
1 550/367	1 615			40	468	367
1 550/399	1 625			50	508	399
1 550/348	1 605	300 × 25	1 550 × 15	450 × 30	443	348
1 550/383	1 615			40	488	383
1 550/418	1 625			50	533	418
1 550/436	1 630			55	555	436
1 550/372	1 605	300 × 25	1 550 × 15	550 × 30	473	372
1 550/414	1 615			40	528	414
1 550/457	1 625			50	583	457
1 550/479	1 630			55	610	479
1 550/500	1 635			60	638	500
1 550/544	1 645			70	693	544
1 550/587	1 655			80	748	587

1. 4.10

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas



A = Area de la sección
u = Superficie lateral por metro lineal
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

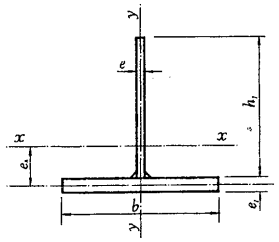
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

$$x' = \frac{I_x}{W'_x}$$

$$x'' = \frac{I_x}{W''_x}$$

	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y		
u m²/m	I_x cm⁴	W'_x cm³	W''_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
4,57	1 529 096	16 785	22 193	60,9	20 544	1 027	7,05
4,59	1 704 907	17 540	26 723	61,4	25 877	1 294	7,56
4,61	1 856 856	18 133	31 155	61,4	31 210	1 661	7,96
4,67	1 594 931	17 076	23 948	61,1	27 325	1 214	7,99
4,69	1 778 085	17 816	29 054	61,3	34 919	1 552	8,59
4,71	1 934 399	18 388	34 056	61,1	42 512	1 889	9,06
4,72	2 004 624	18 630	36 514	60,9	46 309	2 058	9,26
4,87	1 713 638	17 540	27 506	61,2	46 137	1 678	10,0
4,89	1 907 279	18 269	33 698	61,0	60 002	2 182	10,8
4,91	2 069 039	18 809	39 789	60,4	73 867	2 636	11,4
4,92	2 140 740	19 046	42 729	60,0	80 799	2 938	11,6
4,93	2 207 422	19 262	45 608	59,5	87 731	3 190	11,9
4,95	2 328 233	19 631	51 283	58,6	101 596	3 694	12,2
4,97	2 435 504	19 963	56 640	57,7	115 460	4 199	12,5
4,58	1 649 773	18 663	22 882	62,1	21 669	1 083	7,12
4,60	1 842 787	19 480	27 545	62,8	27 002	1 350	7,60
4 62	2 010 300	20 123	32 113	62,9	32 335	1 617	7,98
4,68	1 722 103	18 966	24 707	62,4	28 450	1 264	8,01
4,70	1 923 667	19 791	29 917	62,8	36 044	1 602	8,59
4,72	2 096 440	20 413	35 058	62,7	43 637	1 939	9,05
4,73	2 174 267	20 688	37 552	62,6	47 434	2 108	9,24
4,88	1 852 959	19 484	28 333	62,6	47 262	1 719	10,0
4,90	2 067 013	20 265	34 740	62,6	61 127	2 223	10,8
4,92	2 246 567	20 879	40 921	62,1	74 992	2 727	11,3
4,93	2 326 358	21 129	43 977	61,8	81 924	2 979	11,6
4,94	2 400 655	21 358	46 980	61,4	88 856	3 231	11,8
4,96	2 535 431	21 763	52 821	60,5	102 721	3 735	12,2
4,98	2 655 276	22 109	58 486	59,6	116 535	4 239	12,5

1. 4.10



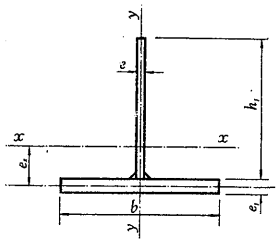
Un perfil TS

TS				e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje					
Chapa del alma		Platabanda					x-x			y-y		
h_1 mm	e mm	b mm	e_1 mm	cm	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
200	8 *	120	8	6,90	25,6	20,1	1 180	85,1	6,80	116	19,3	2,13
200	8 *	150	8	6,34	28,0	22,0	1 280	88,2	6,75	226	30,1	2,84
	10		10	6,50	35,0	27,5	1 610	111	6,79	283	37,7	2,84
200	8 *	180	8	5,87	30,4	23,9	1 350	90,6	6,67	390	43,3	3,58
	10 *		10	6,03	38,0	29,8	1 710	114	6,71	488	54,2	3,58
200	8	180	10	5,44	34,0	26,7	1 470	94,4	6,57	487	54,1	3,78
	10 *		12	5,70	41,6	32,7	1 840	118	6,64	585	65,0	3,75
250	8 *	150	8	8,46	32,0	25,1	2 290	132	8,46	226	30,1	2,66
250	8 *	180	8	7,90	34,4	27,0	2 440	136	8,42	390	43,3	3,37
	10		10	8,06	43,0	33,8	3 070	171	8,45	488	54,2	3,37
	12		12	8,22	51,6	40,5	3 720	207	8,49	587	65,2	3,37
250	12	200	12	7,88	54,0	42,4	3 850	210	8,45	804	80,4	3,86
250	12 *	200	15	7,38	60,0	47,1	4 200	220	8,37	1 000	100	4,08
300	8	150	8	10,7	36,0	28,3	3 700	184	10,1	226	30,2	2,51
300	8	200	8	9,64	40,0	31,4	4 080	193	10,1	535	53,5	3,66
	10		10	9,80	50,0	39,3	5 130	242	10,1	669	66,9	3,66
300	12 *	250	12	9,11	66,0	51,8	6 690	303	10,1	1 570	125	4,87
300	8 *	250	10	8,09	49,0	38,5	4 740	207	9,84	1 300	104	5,16
	12 *		15	8,46	73,5	57,7	7 260	315	9,94	1 960	157	5,16
350	8	200	8	11,8	44,0	34,5	6 120	255	11,8	535	53,5	3,49
	10 *		10	12,0	55,0	43,2	7 700	320	11,8	670	67,0	3,49
350	12	250	12	11,2	72,0	56,5	10 020	400	11 8	1 570	125	4,67
350	8	300	10	9,19	58,0	45,5	7 550	282	11,4	2 250	150	6,23
	10		12	9,52	71,0	55,7	9 390	352	11,5	2 700	180	6,17
	12		15	9,56	87,0	68,3	11 530	428	11,5	3 380	225	6,23
400	10	250	10	13,1	65,0	51,0	11 800	423	13,5	1 310	104	4,48
	15		15	13,5	97,5	76,5	17 940	641	13,6	1 960	157	4,49
400	12 *	300	12	12,4	84,0	65,9	15 130	525	13,4	2 710	180	5,68
	15 *		15	12,6	105	82,4	19 080	660	13,5	3 390	226	5,68

* Perfiles recomendados para utilizar preferentemente.

1. 4.11

valores estáticos perfiles formados por chapas soldadas

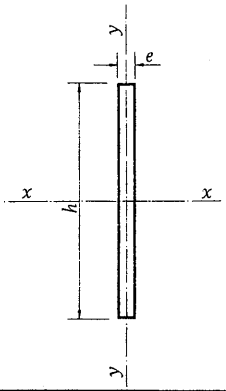


Un perfil TS

TS				e_x	Sección A	Peso P	Referido al eje					
Chapa del alma		Platabanda					x-x			y-y		
h_1 mm	e mm	b mm	e_1 mm	cm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
400	12	350	12	11,6	90,0	70,7	15 910	537	13,3	4 290	245	6,91
400	10 15 *	350	12 20	10,6 10,7	82,0 130	64,4 102	14 030 22 270	459 711	13,1 13,1	4 290 7 160	245 409	7,23 7,42
500	10 15	250	10 15	17,5 17,9	75,0 113	58,9 88,3	21 260 32 210	635 959	16,8 16,9	1 310 1 970	104 157	4,17 4,18
500	10 12 *	300	10 12	16,4 16,6	80,0 96,0	62,8 75,4	22 610 27 250	653 788	16,8 16,8	2 250 2 710	150 180	5,31 5,31
500	12	350	12	15,7	102	80,1	28 700	807	16,8	4 290	245	6,49
500	15 *	400	20	13,6	155	122	41 820	1 090	16,4	10 680	534	8,30
600	15 *	300	15	21,3	135	106	55 380	1 380	20,3	3 390	226	5,01
600	12 15 *	350	12 15	19,9 20,2	114 143	89,5 112	46 440 58 360	1 130 1 410	20,2 20,2	4 300 5 380	246 307	6,14 6,14
600	12 * 15	400	12 15	19,0 19,2	120 150	94,2 118	48 570 61 050	1 150 1 440	20,1 20,2	6 410 8 020	320 401	7,31 7,31
600	12	450	15	16,6	139	110	54 550	1 220	19,8	11 400	507	9,04
800	12 * 15	350	12 15	28,8 29,1	138 173	108 136	99 370 124 700	1 900 2 380	26,8 26,9	4 300 5 380	246 308	5,58 5,58
800	12	400	12	27,7	144	113	104 000	1 940	26,9	6 410	321	6,67
800	10 * 12 *	450	12 15	24,8 24,7	134 164	105 128	95 800 117 000	1 280 2 060	26,6 26,7	9 120 11 400	405 507	8,25 8,35
1 000	12 *	400	12	36,7	168	132	187 800	2 910	33,4	6 410	321	6,18
1 000	10 12	450	10 12	35,3 35,5	145 174	114 137	162 000 195 400	2 480 2 970	33,5 33,5	7 600 9 130	338 406	7,24 7,24
1 000	10 12	500	12 15	32,2 32,0	160 195	126 153	179 400 218 900	2 600 3 150	33,5 33,5	12 510 15 640	500 625	8,84 8,96
1 000	10 12 *	600	12 15	30,0 29,8	172 210	135 165	190 500 232 500	2 680 3 240	33,3 33,3	21 610 27 010	720 900	11,2 11,3

* Perfiles recomendados para utilizar preferentemente.

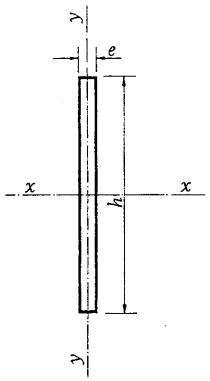
1. 4.11



Momentos de inercia para chapas de espesor y altura variables.

h mm	Espesor e mm							
	8		10		12		15	
	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4
50	8,33	0,21	10,4	0,42	12,5	0,72	15,6	1,41
60	14,4	0,26	18,0	0,50	21,6	0,86	27,0	1,69
70	22,9	0,30	28,6	0,58	34,3	1,01	42,9	1,97
80	34,1	0,34	42,7	0,67	51,2	1,15	64,0	2,25
90	48,6	0,38	60,8	0,75	72,9	1,30	91,1	2,53
100	66,7	0,43	83,3	0,83	100	1,44	125	2,81
110	88,7	0,47	111	0,92	133	1,58	166	3,09
120	115	0,51	144	1,00	173	1,73	216	3,38
130	147	0,55	183	1,08	220	1,87	275	3,66
140	183	0,60	228	1,17	274	2,02	343	3,94
150	225	0,64	282	1,25	338	2,16	423	4,22
160	273	0,68	342	1,33	410	2,30	513	4,50
170	328	0,73	409	1,42	491	2,45	614	4,78
180	389	0,77	486	1,50	583	2,59	729	5,06
190	457	0,81	572	1,58	686	2,74	857	5,34
200	533	0,85	667	1,67	800	2,88	1 000	5,63
210	617	0,90	772	1,75	926	3,02	1 158	5,91
220	710	0,94	887	1,83	1 065	3,17	1 331	6,19
230	811	0,98	1 014	1,92	1 217	3,31	1 521	6,47
240	922	1,02	1 152	2,00	1 382	3,46	1 728	6,75
250	1 042	1,07	1 302	2,08	1 563	3,60	1 954	7,03
260	1 172	1,11	1 465	2,17	1 758	3,74	2 198	7,31
270	1 312	1,15	1 640	2,25	1 968	3,88	2 460	7,59
280	1 463	1,19	1 829	2,33	2 195	4,03	2 744	7,88
290	1 626	1,24	2 032	2,42	2 439	4,17	3 048	8,15

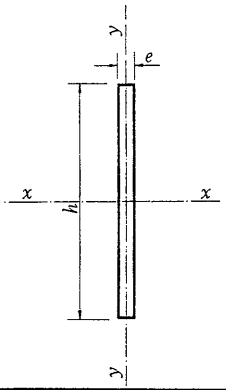
1. 4.12



Momentos de inercia para chapas de espesor y altura variables.

h mm	Espesor e mm							
	8		10		12		15	
	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4
300	1 800	1,28	2 250	2,50	2 700	4,32	3 375	8,44
310	1 986	1,32	2 483	2,58	2 979	4,46	3 724	8,72
320	2 184	1,37	2 731	2,67	3 277	4,61	4 096	9,00
330	2 396	1,41	2 995	2,75	3 594	4,75	4 492	9,28
340	2 620	1,45	3 275	2,83	3 930	4,90	4 913	9,56
350	2 858	1,49	3 573	2,92	4 288	5,04	5 360	9,84
360	3 110	1,54	3 888	3,00	4 666	5,18	5 833	10,1
370	3 377	1,58	4 221	3,08	5 065	5,32	6 332	10,4
380	3 658	1,62	4 572	3,17	5 487	5,47	6 859	10,7
390	3 955	1,66	4 943	3,25	5 932	5,61	7 415	10,9
400	4 267	1,71	5 333	3,33	6 400	5,76	8 000	11,2
410	4 594	1,75	5 743	3,42	6 892	5,90	8 615	11,5
420	4 939	1,79	6 174	3,50	7 409	6,05	9 261	11,8
425	5 118	1,81	6 397	3,54	7 677	6,12	9 596	12,0
430	5 300	1,84	6 626	3,58	7 951	6,19	9 938	12,1
440	5 679	1,88	7 099	3,67	8 518	6,33	10 648	12,3
450	6 075	1,92	7 594	3,75	9 113	6,48	11 391	12,7
460	6 489	1,96	8 111	3,83	9 734	6,62	12 167	12,9
470	6 922	2,01	8 652	3,92	10 382	6,76	12 978	13,2
475	7 145	2,03	8 931	3,96	10 717	6,84	13 396	13,4
480	7 373	2,05	9 216	4,00	11 059	6,91	13 824	13,5
490	7 843	2,09	9 804	4,08	11 765	7,05	14 706	13,8

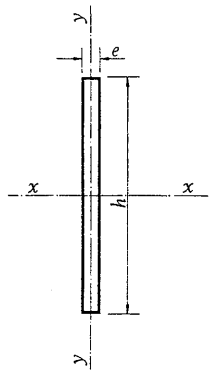
1. 4.12



Momentos de inercia para chapas de espesor y altura variables.

h mm	Espesor e mm							
	8		10		12		15	
	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4
500	8 333	2,13	10 417	4,17	12 500	7,20	15 625	14,1
510	8 843	2,18	11 054	4,25	13 265	7,34	16 581	14,3
520	9 374	2,22	11 717	4,33	14 061	7,49	17 576	14,6
530	9 925	2,26	12 406	4,42	14 888	7,63	18 610	14,9
540	10 498	2,30	13 122	4,50	15 746	7,78	19 683	15,2
550	11 092	2,35	13 865	4,58	16 638	7,92	20 797	15,5
560	11 708	2,39	14 635	4,67	17 562	8,06	21 952	15,8
570	12 346	2,43	15 433	4,75	18 519	8,21	23 149	16,0
580	13 007	2,74	16 259	4,83	19 511	8,35	24 389	16,3
590	13 692	2,52	17 115	4,92	20 538	8,50	25 672	16,6
600	14 400	2,56	18 000	5,00	21 600	8,64	27 000	16,9
610	15 132	2,60	18 915	5,08	22 698	8,78	28 372	17,1
620	15 889	2,65	19 861	5,17	23 833	8,90	29 791	17,4
630	16 670	2,68	20 837	5,25	25 004	9,06	31 255	17,7
640	17 476	2,72	21 845	5,33	26 214	9,20	32 767	17,9
650	18 308	2,77	22 886	5,42	27 463	9,36	34 328	18,3
660	19 166	2,82	23 958	5,50	28 750	9,50	35 937	18,6
670	20 050	2,86	25 064	5,58	30 077	9,64	37 596	18,9
680	20 962	2,90	26 202	5,67	31 442	9,76	39 303	19,1
690	21 900	2,94	27 376	5,75	32 851	9,92	41 064	19,4
700	22 867	2,99	28 583	5,83	34 300	10,1	42 875	19,7
750	28 125	3,20	35 157	6,25	42 188	10,8	52 735	21,1
800	34 133	3,41	42 667	6,67	51 200	11,5	64 000	22,5
850	40 949	3,63	51 177	7,08	61 413	12,2	76 766	23,9
900	48 600	3,84	60 750	7,50	72 900	13,0	91 125	25,3
950	57 158	4,05	71 448	7,92	85 738	13,7	107 173	26,7

1. 4.12



Momentos de inercia para chapas de espesor y altura variables.

h mm	Espesor e mm							
	8		10		12		15	
	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4	I_x cm^4	I_y cm^4
1 000	66 667	4,27	83 333	8,33	100 000	14,4	125 000	28,1
1 050	77 175	4,48	96 469	8,75	115 763	15,1	144 704	29,5
1 100	88 733	4,69	110 916	9,17	133 100	15,8	166 375	30,9
1 150	101 392	4,91	126 740	9,58	152 088	16,6	190 110	32,3
1 200	115 200	5,12	144 000	10,0	172 800	17,3	216 000	33,8
1 250	130 209	5,33	162 761	10,4	195 313	18,0	244 141	35,2
1 300	146 467	5,55	183 083	10,8	219 700	18,7	274 625	36,6
1 350	164 025	5,76	205 032	11,3	246 038	19,4	307 548	38,0
1 400	182 933	5,97	228 667	11,7	274 400	20,2	343 000	39,4
1 450	203 242	6,19	254 052	12,1	304 863	20,9	381 079	40,8
1 500	225 000	6,40	281 250	12,5	337 500	21,6	421 875	42,2
1 600	273 066	6,83	341 333	13,3	409 600	23,0	512 000	45,0
1 700	327 534	7,25	409 417	14,2	491 300	24,5	614 125	47,8
1 750	357 292	7,46	446 615	14,6	535 938	25,2	669 922	49,2
1 800	388 800	7,68	486 000	15,0	583 200	25,9	729 000	50,6
1 900	457 266	8,10	571 583	15,8	685 900	27,4	857 375	53,4
2 000	533 334	8,53	666 667	16,7	800 000	28,8	1 000 000	56,3
2 100	617 400	8,96	771 750	17,5	926 100	30,2	1 157 625	59,1
2 200	709 867	9,38	887 333	18,3	1 064 800	31,7	1 331 000	61,9
2 250	759 375	9,60	949 219	18,7	1 139 062	32,4	1 423 828	63,3
2 300	811 133	9,81	1 013 917	19,2	1 216 700	33,1	1 520 875	64,7
2 400	921 600	10,24	1 152 000	20,0	1 382 400	34,6	1 728 000	67,5
2 500	1 041 667	10,66	1 302 083	20,8	1 562 500	36,0	1 953 125	70,3

1. 4.12

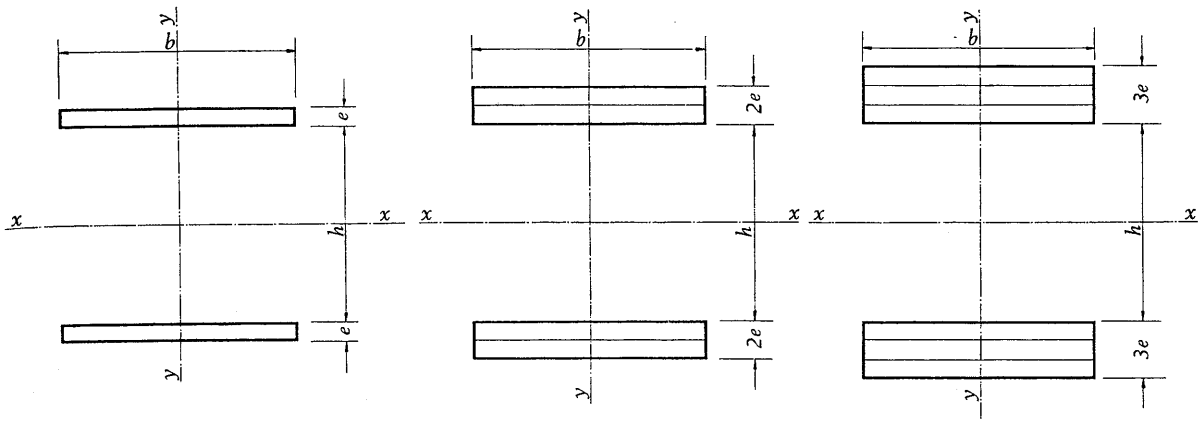
Momentos de inercia de platabandas de distinto espesor, con respecto al eje $x - x$, para alturas h variables y anchura $b = 100$ mm.

Los momentos de inercia con respecto al eje $y - y$, figuran en las páginas 230 a 233.

h mm	$e = 8$ mm			$e = 10$ mm		
	Número de platabandas			Número de platabandas		
	1	2	3	1	2	3
0	3,413	27,31	92,16	6,667	53,33	180,0
80	310,6	744,1	1 321	406,7	1 013,3	1 860
100	467,4	1 083,3	1 868	606,7	1 453,3	2 580
120	656,2	1 486,5	2 511	846,7	1 973,3	3 420
140	877,0	1 953,7	3 251	1 126,7	2 573,3	4 380
150	999,4	2 211,3	3 656	1 281,7	2 903,3	4 905
160	1 129,8	2 484,9	4 086	1 446,7	3 253,3	5 460
180	1 414,6	3 080,1	5 017	1 806,7	4 013,3	6 660
200	1 731,4	3 739,3	6 044	2 206,7	4 853,3	7 980
220	2 080,2	4 462,5	7 167	2 646,7	5 773,3	9 420
240	2 461,0	5 249,7	8 387	3 126,7	6 773,3	10 980
250	2 663,4	5 667,3	9 032	3 381,7	7 303,3	11 805
260	2 873,8	6 100,9	9 702	3 646,7	7 853,3	12 660
280	3 318,6	7 016,1	11 113	4 206,7	9 013,3	14 460
300	3 795,4	7 995,3	12 620	4 806,7	10 253,3	16 380
320	4 304,2	9 038,5	14 223	5 446,7	11 573,3	18 420
340	4 845,0	10 145,7	15 923	6 126,7	12 973,3	20 580
350	5 127,4	10 723,3	16 808	6 481,7	13 703,3	21 705
360	5 417,8	11 316,9	17 718	6 846,7	14 453,3	22 860
380	6 022,6	12 552,1	19 609	7 606,7	16 013,3	25 260
400	6 659,4	13 851,3	21 596	8 406,7	17 653,3	27 780
420	7 328,2	15 214,5	23 679	9 246,7	19 373,3	30 420
425	7 500,4	15 565,3	24 215	9 462,9	19 815,8	31 099
450	8 391,4	17 379,3	26 984	10 581,7	22 103,3	34 605
475	9 332,4	19 293,1	29 903	11 762,9	24 515,8	38 299
480	9 526,6	19 688,1	30 505	12 006,7	25 013,3	39 060
500	10 323,0	21 307,0	32 972	13 007,0	27 053,0	42 180

1. 4.12

valores estáticos
platabandas



$e = 12$ mm			$e = 15$ mm			h
Número de platabandas			Número de platabandas			mm
1	2	3	1	2	3	
11,52	92,16	311,0	22,50	180,0	607,5	0
510,7	1 321,0	—	682,5	1 860,0	—	80
755,5	1 868,2	—	997,5	2 580,0	—	100
1 048,3	2 511,4	—	1 372,5	3 420,0	—	120
1 389,1	3 250,6	—	1 807,5	4 380,0	—	140
1 577,5	3 656,2	—	2 047,5	4 905,0	—	150
1 777,9	4 085,8	—	2 302,5	5 460,0	—	160
2 214,7	5 017,0	—	2 857,5	6 660,0	—	180
2 699,5	6 044,2	—	3 472,5	7 980,0	—	200
3 232,3	7 167,4	—	4 147,5	9 420,0	—	220
3 813,1	8 386,6	—	4 882,5	10 980,0	—	240
4 121,5	9 032,2	14 801,0	5 272,5	11 805,0	—	250
4 441,9	9 701,8	15 848,6	5 677,5	12 660,0	—	260
5 118,7	11 113,0	18 051,8	6 532,5	14 460,0	—	280
5 843,5	12 620,2	20 399,0	7 447,5	16 380,0	26 932,5	300
6 616,3	14 223,4	22 890,2	8 422,5	18 420,0	30 127,5	320
7 437,1	15 922,6	25 525,4	9 457,5	20 580,0	33 502,5	340
7 865,5	16 808,2	26 897,0	9 997,5	21 705,0	35 257,5	350
8 305,9	17 717,8	28 304,6	10 552,5	22 860,0	37 057,5	360
9 222,7	19 609,0	31 227,8	11 707,5	25 260,0	40 792,5	380
10 187,5	21 596,2	34 295,0	12 922,5	27 780,0	44 707,5	400
11 200,3	23 679,4	37 506,2	14 197,5	30 420,0	48 802,5	420
11 461,0	24 215,2	38 331,5	14 525,6	31 098,8	49 854,4	425
12 809,5	26 984,2	42 593,0	16 222,5	34 605,0	55 282,5	450
14 233,0	29 903,2	47 079,5	18 013,1	38 298,8	60 991,9	475
14 526,7	30 505,0	48 003,8	18 382,5	39 060,0	62 167,5	480
15 732,0	32 972,0	51 791,0	19 898,0	42 180,0	66 983,0	500

1. 4.12

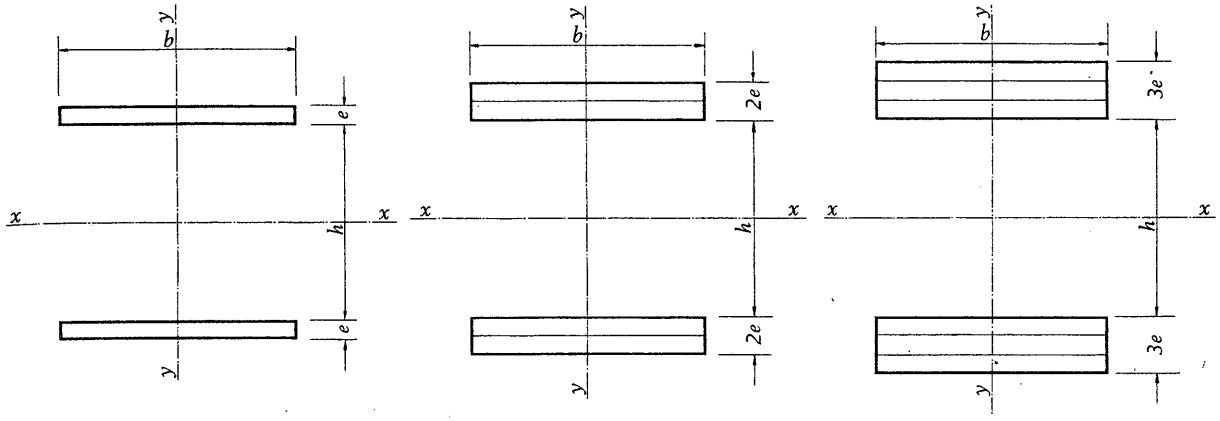
Momentos de inercia de platabandas de distinto espesor, con respecto al eje $x - x$, para alturas h variables y anchura $b = 100$ mm.

Los momentos de inercia con respecto al eje $y - y$, figuran en las páginas 230 a 233.

h mm	$e = 8$ mm			$e = 10$ mm		
	Número de platabandas			Número de platabandas		
	1	2	3	1	2	3
550	12 455	25 635	39 560	15 682	32 503	50 505
600	14 787	30 363	46 748	18 607	38 453	59 580
650	17 319	35 491	54 536	21 782	44 903	69 405
700	20 051	41 019	62 924	25 207	51 853	79 980
750	22 983	46 947	71 912	28 882	59 303	91 305
800	26 115	53 275	81 500	32 807	67 253	103 380
850	29 447	60 000	91 688	36 982	75 703	116 205
900	32 979	67 131	102 476	41 407	84 653	129 780
950	36 711	74 659	113 864	46 082	94 103	144 105
1 000	40 643	82 587	125 852	51 007	104 053	159 180
1 050	44 775	90 915	138 440	56 182	114 503	175 005
1 100	49 107	99 643	151 628	61 607	125 453	191 580
1 150	53 639	108 771	165 416	67 282	136 903	208 905
1 200	58 371	118 299	179 804	73 207	148 853	226 980
1 250	63 303	128 227	194 792	79 382	161 303	245 805
1 300	—	—	210 380	85 807	174 253	265 380
1 350	—	—	226 568	92 482	187 703	285 705
1 400	—	—	243 356	99 407	201 653	306 780
1 450	—	—	260 744	106 582	216 103	328 605
1 500	—	—	278 732	114 007	231 053	351 180
1 600	—	—	316 508	129 607	262 453	398 580
1 700	—	—	356 684	146 207	295 853	448 980
1 750	—	—	377 672	154 882	313 303	475 305
1 800	—	—	399 260	163 807	331 253	502 380
1 900	—	—	444 236	182 407	368 653	558 780
2 000	—	—	491 612	202 007	408 053	618 180
2 100	—	—	541 388	222 607	449 453	680 580
2 200	—	—	593 564	244 207	492 853	745 980
2 250	—	—	620 552	255 382	515 303	779 805
2 300	—	—	648 140	266 807	538 253	814 380
2 400	—	—	705 116	290 407	585 653	885 780
2 500	—	—	764 492	315 007	635 053	960 180

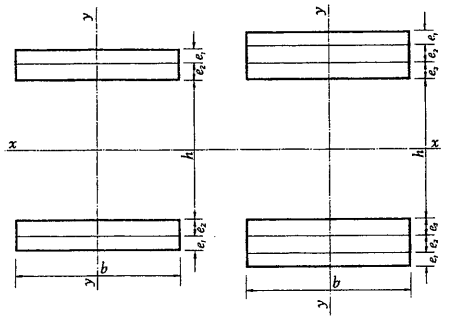
1. 4.12

valores estáticos
platabandas



e = 12 mm			e = 15 mm			h
Número de platabandas			Número de platabandas			mm
1	2	3	1	2	3	
18 954	39 560	61 889	23 948	50 505	79 808	550
22 476	46 748	72 887	28 373	59 580	93 758	600
26 298	54 536	84 785	33 173	69 405	108 833	650
30 420	62 924	97 583	38 348	79 980	125 033	700
34 842	71 912	111 281	43 898	91 305	142 358	750
39 564	81 500	125 879	49 823	103 380	160 808	800
44 586	91 688	141 377	56 123	116 205	180 383	850
49 908	102 476	157 775	62 798	129 780	201 083	900
55 530	113 864	175 073	69 848	144 105	222 908	950
61 452	125 852	193 271	77 273	159 180	245 858	1 000
67 674	138 440	212 369	85 073	175 005	269 933	1 050
74 196	151 628	232 367	93 248	191 580	295 133	1 100
81 018	165 416	253 265	101 798	208 905	321 458	1 150
88 140	179 804	275 063	110 723	226 980	348 908	1 200
95 562	194 792	297 761	120 023	245 805	377 483	1 250
103 284	210 380	321 359	129 698	265 380	407 183	1 300
111 306	226 568	345 857	139 748	285 705	438 008	1 350
119 628	243 356	371 255	150 173	306 780	469 958	1 400
128 250	260 744	397 553	160 973	328 605	503 033	1 450
137 172	278 732	424 751	172 148	351 180	537 233	1 500
155 916	316 508	481 847	195 623	398 580	609 008	1 600
175 860	356 684	542 543	220 598	448 980	685 283	1 700
186 282	377 672	574 241	233 648	475 305	725 108	1 750
197 004	399 260	606 839	247 073	502 380	766 058	1 800
219 188	444 236	674 735	272 048	558 780	851 333	1 900
242 892	491 612	746 231	304 523	618 180	941 108	2 000
267 635	541 388	821 327	335 497	680 580	1 035 382	2 100
293 579	593 564	900 023	367 972	745 980	1 134 157	2 200
307 001	620 552	940 721	384 772	779 805	1 185 232	2 250
320 723	648 140	982 319	401 947	814 380	1 237 432	2 300
349 067	705 116	1 068 215	437 422	885 780	1 345 207	2 400
378 611	764 492	1 157 711	474 397	960 180	1 457 482	2 500

1. 4.12

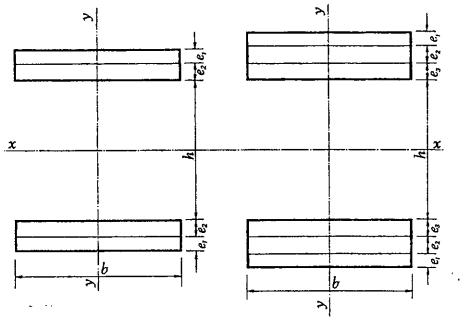


Momentos de inercia de platabandas de distinto espesor, con respecto al eje $x - x$, para alturas h variables y anchura $b = 100$ mm.

Los momentos de inercia con respecto al eje $y - y$, figuran en las páginas 230 a 233.

h mm	Dos platabandas				Tres platabandas		
	$e_1 = 8$ mm $e_2 = 10$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 12$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 15$ mm	$e_1 = 12$ mm $e_2 = 15$ mm	$e_1 = 8$ mm $e_2 = 10$ mm $e_3 = 10$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 12$ mm $e_3 = 12$ mm	$e_1 = 12$ mm $e_2 = 15$ mm $e_3 = 15$ mm
0	38,880	78,986	104,17	131,23	146,35	262,03	439,92
80	874,1	1 162,2	1 404,2	1 578,5	—	—	—
100	1 262,9	1 655,0	1 979,2	2 243,0	—	—	—
120	1 723,7	2 235,8	2 654,2	2 950,0	—	—	—
140	2 256,5	2 904,6	3 429,2	3 797,8	—	—	—
150	2 549,9	3 272,0	3 854,2	4 262,2	—	—	—
160	2 861,3	3 661,4	4 304,2	4 753,6	—	—	—
180	3 538,1	4 506,2	5 279,2	5 817,4	—	—	—
200	4 286,9	5 439,0	6 354,2	6 989,2	—	—	—
220	5 107,7	6 459,8	7 529,2	8 269,0	—	—	—
240	6 000,5	7 568,6	8 804,2	9 657,0	—	—	—
250	6 473,9	8 156,0	9 479,2	10 391,2	—	—	—
260	6 965,3	8 765,4	10 179,2	11 152,6	—	—	—
280	8 002,1	10 050,2	11 654,2	12 756,4	—	—	—
300	9 110,9	11 423,0	13 229,2	14 468,2	15 098,4	19 030,0	24 685,9
320	10 291,7	12 883,8	14 904,2	16 288,0	16 991,1	21 369,2	27 642,7
340	11 544,5	14 432,6	16 679,2	18 215,8	18 995,9	23 844,4	30 767,5
350	12 197,9	15 224,0	17 604,2	19 220,2	20 040,3	25 133,0	32 392,9
360	12 869,3	16 069,4	18 554,2	20 251,6	21 112,7	26 455,6	34 060,3
380	14 266,1	17 794,2	20 529,2	22 395,4	23 341,5	29 202,8	37 521,1
400	15 734,9	19 607,0	22 604,2	24 647,2	25 682,3	32 086,0	41 149,9
420	17 275,7	21 507,8	24 779,2	27 007,0	28 135,1	35 105,2	44 946,7
425	17 672,1	21 996,8	25 338,5	27 613,8	28 765,8	35 881,2	45 922,7
450	19 721,9	24 524,0	28 229,2	30 749,2	32 024,3	39 889,0	50 956,9
475	21 884,1	27 188,8	31 276,0	34 053,3	35 457,8	44 109,3	56 254,2
480	22 330,1	27 738,2	31 904,2	34 734,4	36 165,5	44 978,8	57 345,1
500	24 159,0	29 991,0	34 479,0	37 526,2	39 066,0	48 542,0	61 814,0

1. 4.12



Momentos de inercia de platabandas de distinto espesor, con respecto al eje $x - x$, para alturas h variables y anchura $b = 100$ mm.

Los momentos de inercia con respecto al eje $y - y$, figuran en las páginas 230 a 233.

h mm	Dos platabandas				Tres platabandas		
	$e_1 = 8$ mm $e_2 = 10$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 12$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 15$ mm	$e_1 = 12$ mm $e_2 = 15$ mm	$e_1 = 8$ mm $e_2 = 10$ mm $e_3 = 10$ mm	$e_1 = 10$ mm $e_2 = 12$ mm $e_3 = 12$ mm	$e_1 = 12$ mm $e_2 = 15$ mm $e_3 = 15$ mm
550	29 046	36 008	41 354	44 978	46 808	58 045	73 721
600	34 383	42 575	48 854	51 140	55 250	68 398	86 678
650	40 170	49 692	56 979	61 907	64 392	79 601	100 685
700	46 407	57 359	65 729	71 384	74 234	91 654	115 742
750	53 094	65 576	75 104	81 536	84 776	104 557	131 848
800	60 231	74 343	85 104	92 363	96 018	118 310	149 006
850	67 818	83 660	95 729	103 865	107 960	132 913	167 213
900	75 855	93 527	106 979	116 042	120 602	148 366	186 470
950	84 342	103 944	118 854	128 894	133 944	164 669	206 777
1 000	93 279	114 911	131 354	142 421	147 986	181 822	228 134
1 050	102 666	126 428	144 479	156 623	162 728	199 825	250 541
1 100	112 503	138 495	158 229	171 500	178 170	218 678	273 998
1 150	122 790	151 112	172 604	187 052	194 312	238 381	298 505
1 200	133 527	164 279	187 604	203 279	211 154	258 934	324 062
1 250	144 714	177 996	203 229	220 181	228 696	280 337	350 669
1 300	156 351	192 263	219 479	237 758	246 938	302 590	378 326
1 350	168 438	207 080	236 354	256 010	265 880	325 693	407 033
1 400	180 975	222 447	253 854	274 937	285 522	349 646	436 790
1 450	193 962	238 364	271 979	294 539	305 864	374 449	467 597
1 500	207 399	254 831	290 729	314 816	326 906	400 102	499 454
1 600	235 623	289 415	330 104	357 395	371 090	453 958	566 318
1 700	265 647	326 199	371 979	402 674	418 074	511 214	637 382
1 750	281 334	345 416	393 854	426 326	442 616	541 117	674 489
1 800	297 471	365 183	416 354	450 653	467 458	571 870	712 646
1 900	331 095	410 767	463 229	501 332	520 442	635 926	792 110
2 000	366 519	449 751	512 604	554 711	575 826	703 382	875 774
2 100	403 743	495 335	564 479	610 790	634 010	774 238	963 638
2 200	442 767	543 119	618 854	669 569	694 994	848 494	1 055 702
2 250	462 954	567 836	646 979	699 971	726 536	886 897	1 103 309
2 300	483 591	593 103	675 729	731 048	758 778	926 150	1 151 966
2 400	526 215	645 287	735 104	795 227	825 362	1 007 206	1 252 430
2 500	570 639	699 671	796 979	862 089	894 746	1 091 662	1 357 094

1. 4.12

1.5 composición de perfiles


1.5. 1 dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes


1.5. 2 dos perfiles IPN en cruz


1.5. 3 dos perfiles IPN perpendiculares


1.5. 4 un perfil IPN con dos platabandas soldadas


1.5. 5 dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes


1.5. 6 un perfil compuesto por un IPN y un UPN


1.5. 7 un perfil compuesto por un IPN y un UPN


1.5. 8 dos perfiles IPE con distintas separaciones entre ejes


1.5. 9 dos perfiles IPE perpendiculares


1.5.10 conjunto de tres perfiles IPE


1.5.11 dos perfiles IPE en cruz


1.5.12 un perfil IPE con dos platabandas soldadas


1.5.13 un perfil IPE con dos platabandas soldadas


1.5.14 dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes


1.5.15 dos perfiles HEB con distintas separaciones entre ejes


1.5.16 un perfil HEB con dos platabandas soldadas


1.5.17 un perfil HEB con dos platabandas soldadas


1.5.18 un perfil HEA con dos platabandas soldadas


1.5.19 un perfil HEM con dos platabandas soldadas


1.5.20 dos perfiles UPN con distintas separaciones entre alas


1.5.21 dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas


1.5.22 dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas


1.5.23 dos perfiles UPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre almas ($i_x = i_y$)


1.5.24 dos perfiles L con distintas separaciones

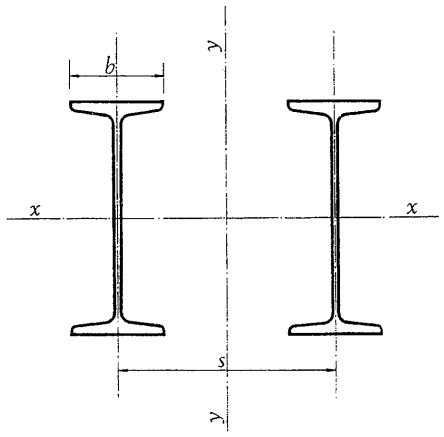

1.5.25 dos perfiles L con distintas separaciones

1.5.26 cuatro perfiles L con distintas separaciones


1.5.27 cuatro perfiles L con distintas separaciones


1.5.28 dos perfiles LD con distintas separaciones

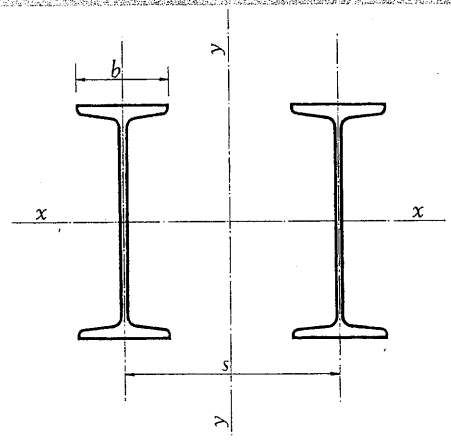

1.5.29 dos perfiles LD con distintas separaciones



Dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes.

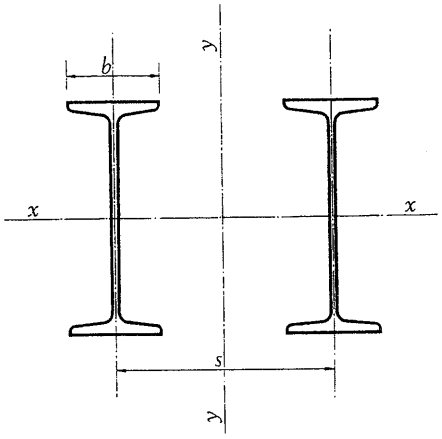
s mm	IPN 140 $A = 36{,}6$ cm² $I_x = 1\,150$ cm⁴ $W_x = 164$ cm³ $i_x = 5{,}60$ cm $i = 1{,}40$ cm			IPN 160 $A = 45{,}6$ cm² $I_x = 1\,870$ cm⁴ $W_x = 234$ cm³ $i_x = 6{,}40$ cm $i = 1{,}55$ cm			IPN 180 $A = 55{,}8$ cm² $I_x = 2\,900$ cm⁴ $W_x = 322$ cm³ $i_x = 7{,}20$ cm $i = 1{,}71$ cm			IPN 200 $A = 67{,}0$ cm² $I_x = 4\,280$ cm⁴ $W_x = 428$ cm³ $i_x = 8{,}00$ cm $i = 1{,}87$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	468	71	3,58	733	99	4,01	1 100	134	4,44	1 590	177	4,87
70	519	76	3,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	656	90	4,24	839	109	4,29	—	—	—	—	—	—
90	812	104	4,71	1 030	126	4,75	1 290	150	4,81	—	—	—
100	985	119	5,19	1 250	144	5,24	1 560	171	5,29	1 910	201	5,34
110	1 180	134	5,68	1 490	162	5,72	1 850	193	5,76	2 260	226	5,81
120	1 390	149	6,16	1 750	180	6,19	2 170	215	6,24	2 650	252	6,29
130	1 620	165	6,65	2 040	200	6,69	2 520	238	6,72	3 060	278	6,76
140	1 860	181	7,13	2 340	219	7,16	2 900	260	7,20	2 520	306	7,25
150	2 130	197	7,63	2 670	238	7,65	3 300	284	7,69	4 000	333	7,73
160	2 410	213	8,11	3 030	259	8,15	3 730	308	8,18	4 520	362	8,21
170	2 710	230	8,60	3 400	279	8,63	4 190	333	8,67	5 070	390	8,70
180	3 030	246	9,10	3 800	299	9,13	4 680	357	9,16	5 660	419	9,19
190	3 370	263	9,60	4 220	320	9,62	5 200	382	9,65	6 280	449	9,68
200	3 730	280	10,1	4 670	341	10,1	5 740	407	10,1	6 930	478	10,2
210	4 110	298	10,6	5 140	362	10,6	6 310	432	10,6	7 620	508	10,7
220	4 500	315	11,1	5 530	383	11,1	6 910	458	11,1	8 340	538	11,2
230	4 910	332	11,6	6 140	404	11,6	7 540	483	11,6	9 090	568	11,7
240	5 340	349	12,1	6 680	425	12,1	8 200	509	12,1	9 880	599	12,1
250	5 790	366	12,6	7 230	446	12,6	8 880	535	12,6	10 700	629	12,6
260	6 260	384	13,1	7 820	468	13,1	9 590	561	13,1	11 560	661	13,1
280	7 240	419	14,1	9 050	511	14,1	11 100	613	14,1	13 370	723	14,1
300	8 310	454	15,1	10 370	555	15,1	12 720	666	15,1	15 310	785	15,1

1. 5.1



Dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes.

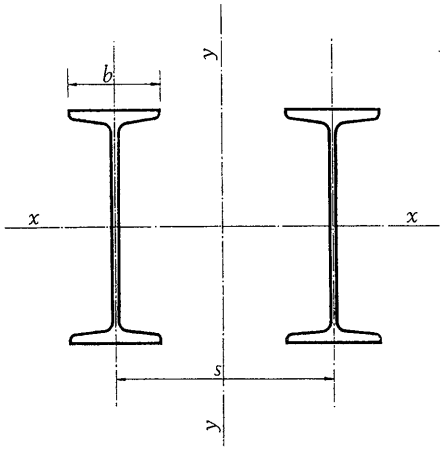
s mm	IPN 220			IPN 240			IPN 260			IPN 280		
	$A = 79{,}2$ cm² $I_x = 6\,120$ cm⁴ $W_x = 556$ cm³ $i_x = 8{,}80$ cm $i = 2{,}02$ cm			$A = 92{,}2$ cm² $I_x = 8\,500$ cm⁴ $W_x = 708$ cm³ $i_x = 9{,}59$ cm $i = 2{,}20$ cm			$A = 107$ cm² $I_x = 11\,480$ cm⁴ $W_x = 884$ cm³ $i_x = 10{,}4$ cm $i = 2{,}32$ cm			$A = 122$ cm² $I_x = 15\,180$ cm⁴ $W_x = 1\,080$ cm³ $i_x = 11{,}1$ cm $i = 2{,}45$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	2 230	227	5,30	3 030	286	5,73	3 990	353	6,11	5 050	425	6,43
100	2 300	232	5,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	2 720	262	5,86	3 230	299	5,92	—	—	—	—	—	—
120	3 170	291	6,33	3 760	333	6,39	4 420	379	6,43	5 130	429	6,48
130	3 670	322	6,81	4 340	368	6,86	5 090	419	6,90	5 890	473	6,95
140	4 200	353	7,28	4 960	403	7,33	5 810	459	7,37	6 720	519	7,42
150	4 780	385	7,77	5 630	440	7,81	6 580	500	7,84	7 600	565	7,89
160	5 390	418	8,25	6 340	477	8,29	7 410	543	8,32	8 550	613	8,37
170	6 050	451	8,74	7 100	514	8,77	8 290	586	8,80	9 560	662	8,85
180	6 740	485	9,23	7 910	553	9,26	9 230	630	9,29	10 630	711	9,34
190	7 470	519	9,71	8 760	592	9,75	10 210	674	9,77	11 760	761	9,82
200	8 240	553	10,2	9 660	631	10,2	11 260	719	10,3	12 950	812	10,3
210	9 060	588	10,7	10 610	672	10,7	12 350	765	10,7	14 200	863	10,8
220	9 910	623	11,2	11 600	712	11,2	13 500	811	11,2	15 510	915	11,3
230	10 800	659	11,7	12 640	752	11,7	14 700	857	11,7	16 890	968	11,8
240	11 730	694	12,2	13 720	793	12,2	15 950	904	12,2	18 320	1 020	12,3
250	12 700	730	12,7	14 850	834	12,7	17 260	951	12,7	19 820	1 070	12,8
260	13 710	766	13,2	16 020	875	13,2	18 630	999	13,2	21 380	1 130	13,2
280	15 850	839	14,1	18 510	959	14,2	21 510	1 090	14,2	24 680	1 240	14,2
300	18 140	912	15,1	21 190	1 040	15,2	24 610	1 190	15,2	28 220	1 350	15,2
320	20 600	986	16,1	24 050	1 130	16,1	27 920	1 290	16,2	32 010	1 460	16,2
340	23 210	1 060	17,1	27 090	1 210	17,1	31 440	1 390	17,2	36 040	1 570	17,2
350	24 580	1 100	17,6	28 680	1 260	17,6	33 280	1 440	17,7	38 150	1 630	17,7



Dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes.

s mm	IPN 300 $A = 138\ cm^2$ $I_x = 19\,600\ cm^4$ $W_x = 1\,310\ cm^3$ $i_x = 119\ cm$ $i = 2{,}56\ cm$			IPN 320 $A = 156\ cm^2$ $I_x = 25\,020\ cm^4$ $W_x = 1\,560\ cm^3$ $i_x = 12{,}7\ cm$ $i = 2{,}67\ cm$			IPN 340 $A = 174\ cm^2$ $I_x = 31\,400\ cm^4$ $W_x = 1\,850\ cm^3$ $i_x = 13{,}5\ cm$ $i = 2{,}80\ cm$			IPN 360 $A = 194\ cm^2$ $I_x = 39\,220\ cm^4$ $W_x = 2\,180\ cm^3$ $i_x = 14{,}2\ cm$ $i = 2{,}90\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
b	6 300	504	6,75	7 790	594	7,07	9 490	693	7,39	11 560	809	7,72
130	6 740	529	6,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	7 670	579	7,45	8 730	644	7,48	—	—	—	—	—	—
150	8 680	631	7,93	9 860	703	7,95	11 110	774	7,99	12 560	857	8,05
160	9 750	684	8,41	11 070	763	8,42	12 460	839	8,46	14 060	928	8,51
170	10 890	738	8,89	12 350	822	8,90	13 890	905	8,94	15 670	1 000	8,99
180	12 100	793	9,36	13 710	883	9,37	15 410	972	9,41	17 370	1 080	9,46
190	13 370	849	9,84	15 150	946	9,85	17 010	1 040	9,89	19 160	1 150	9,94
200	14 720	906	10,3	16 670	1 010	10,3	18 710	1 110	10,4	21 060	1 230	10,4
210	16 140	964	10,8	18 260	1 070	10,8	20 490	1 180	10,9	23 050	1 310	10,9
220	17 620	1 020	11,3	19 940	1 140	11,3	22 350	1 250	11,3	25 130	1 380	11,4
230	19 180	1 080	11,8	21 690	1 200	11,8	24 310	1 320	11,8	27 320	1 460	11,9
240	20 800	1 140	12,3	23 520	1 270	12,3	26 350	1 400	12,3	29 600	1 550	12,4
250	22 500	1 200	12,8	25 420	1 340	12,8	28 470	1 470	12,8	31 980	1 630	12,8
260	24 260	1 260	13,3	27 410	1 400	13,3	30 690	1 550	13,3	34 460	1 710	13,3
280	27 990	1 380	14,2	31 610	1 540	14,2	35 370	1 700	14,3	39 700	1 880	14,3
300	32 000	1 510	15,2	36 120	1 680	15,2	40 410	1 850	15,2	45 330	2 050	15,3
320	36 280	1 630	16,2	40 940	1 820	16,2	45 790	2 000	16,2	51 350	2 220	16,3
340	40 840	1 760	17,2	46 080	1 960	17,2	51 520	2 160	17,2	57 760	2 390	17,3
350	43 230	1 820	17,7	48 760	2 030	17,7	54 510	2 240	17,7	61 110	2 480	17,7
360	45 680	1 890	18,2	51 520	2 100	18,2	57 590	2 320	18,2	64 560	2 570	18,2
380	50 790	2 010	19,2	57 280	2 240	19,2	64 020	2 480	19,2	71 740	2 740	19,2
400	56 180	2 140	20,2	63 350	2 390	20,2	70 790	2 640	20,2	79 320	2 920	20,2

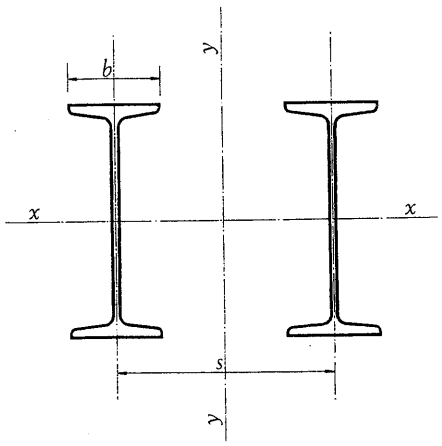
1. 5. 1



Dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes.

s mm	**IPN** 380 $A = 214\ cm^2$ $I_x = 48\,020\ cm^4$ $W_x = 2\,520\ cm^3$ $i_x = 15{,}0\ cm$ $i = 3{,}02\ cm$			**IPN** 400 $A = 236\ cm^2$ $I_x = 58\,420\ cm^4$ $W_x = 2\,920\ cm^3$ $i_x = 15{,}7\ cm$ $i = 3{,}13\ cm$			**IPN** 450 $A = 294\ cm^2$ $I_x = 91\,700\ cm^4$ $W_x = 4\,080\ cm^3$ $i_x = 17{,}7$ $i = 3{,}43\ cm$		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	13 830	928	8,04	16 490	1 060	8,36	24 700	1 450	9,17
160	15 650	1 010	8,55	17 420	1 110	8,59	—	—	—
170	17 410	1 090	9,02	19 370	1 190	9,06	—	—	—
180	19 280	1 170	9,49	21 430	1 280	9,53	27 260	1 560	9,63
190	12 260	1 250	9,97	23 610	1 370	10,0	29 980	1 670	10,1
200	23 350	1 340	10,4	25 920	1 460	10,5	32 850	1 780	10,6
210	25 540	1 420	10,9	28 340	1 550	11,0	35 870	1 890	11,0
220	27 840	1 510	11,4	30 870	1 650	11,4	39 020	2 000	11,5
230	30 250	1 600	11,9	33 530	1 740	11,9	42 340	2 120	12,0
240	32 770	1 680	12,4	36 300	1 840	12,4	45 790	2 230	12,5
250	35 390	1 770	12,8	39 190	1 940	12,9	49 390	2 350	13,0
260	38 120	1 860	13,3	42 200	2 030	13,4	53 150	2 470	13,4
280	43 890	2 050	14,3	48 570	2 230	14,3	61 070	2 710	14,4
300	50 100	2 230	15,3	55 420	2 440	15,3	69 600	2 960	15,4
320	56 730	2 420	16,3	62 730	2 640	16,3	78 710	3 210	16,4
340	63 800	2 610	17,3	70 520	2 850	17,3	88 430	3 470	17,3
350	67 490	2 710	17,8	74 590	2 950	17,8	93 490	3 600	17,8
360	71 290	2 800	18,3	78 780	3 060	18,3	98 720	3 730	18,3
370	75 190	2 900	18,7	83 090	3 170	18,8	104 100	3 850	18,8
380	79 200	2 990	19,3	87 510	3 270	19,3	109 600	3 990	19,3
390	83 320	3 090	19,7	92 060	3 380	19,8	115 300	4 120	19,8
400	87 550	3 190	20,2	96 720	3 490	20,2	121 100	4 250	20,3
425	98 580	3 430	21,5	108 900	3 750	21,5	136 200	4 580	21,5

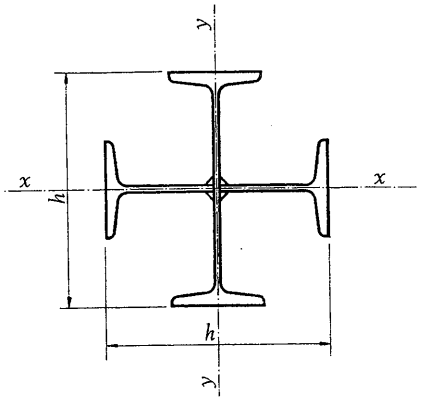
1. 5.1



Dos perfiles IPN con distintas separaciones entre ejes.

s mm	**IPN** 500 A = 360 cm² I_x = 137 500 cm⁴ W_x = 5 500 cm³ i_x = 19,6 cm i = 3,72 cm			**IPN** 550 A = 426 cm² I_x = 198 400 cm⁴ W_x = 7 220 cm³ i_x = 21,6 cm i = 4,02 cm			**IPN** 600 A = 508 cm² I_x = 278 000 cm⁴ W_x = 9 260 cm³ i_x = 23,4 cm i = 4,30 cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	35 760	1 930	9,97	49 580	2 480	10,8	68 040	3 170	11,6
190	37 450	2 000	10,2	—	—	—	—	—	—
200	40 960	2 130	10,7	—	—	—	—	—	—
210	44 650	2 260	11,1	53 950	2 630	11,3	—	—	—
220	48 520	2 400	11,6	58 520	2 790	11,7	70 800	3 260	11,8
230	52 570	2 530	12,1	63 320	2 950	12,2	76 520	3 440	12,3
240	56 800	2 670	12,6	68 320	3 110	12,7	82 490	3 630	12,7
250	61 210	2 810	13,0	73 540	3 270	13,1	88 710	3 820	13,2
260	65 800	2 960	13,5	78 970	3 430	13,6	95 190	4 010	13,7
280	75 520	3 250	14,5	90 470	3 770	14,6	108 900	4 400	14,6
300	85 960	3 540	15,5	102 800	4 110	15,5	123 600	4 800	15,6
320	97 120	3 850	16,4	116 000	4 460	16,5	139 400	5 210	16,6
340	109 000	4 150	17,4	130 100	4 820	17,5	156 200	5 630	17,5
350	115 200	4 310	17,9	137 400	5 000	18,0	164 900	5 840	18,0
360	121 600	4 460	18,4	145 000	5 180	18,4	173 900	6 050	18,5
370	128 200	4 620	18,9	152 800	5 360	18,9	183 200	6 260	19,0
380	134 900	4 780	19,4	160 800	5 540	19,4	192 700	6 480	19,5
390	141 900	4 930	19,9	169 000	5 730	19,9	202 500	6 690	20,0
400	149 000	5 090	20,3	177 400	5 910	20,4	212 500	6 910	20,5
425	167 500	5 490	21,6	199 300	6 380	21,6	238 700	7 460	21,7
450	187 200	5 900	22,8	222 600	6 850	22,9	266 500	8 020	22,9
475	208 000	6 300	24,0	247 300	7 330	24,1	295 900	8 580	24,1
500	230 000	6 720	25,3	273 200	7 810	25,3	326 800	9 140	25,4

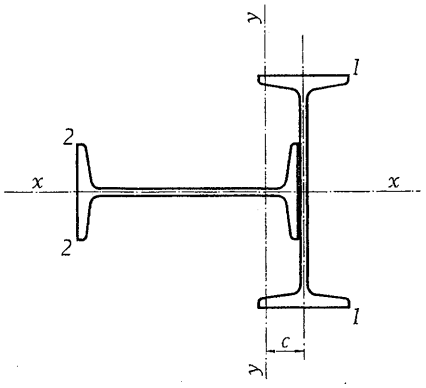
1.5.1



Dos perfiles IPN en cruz.

IPN	h mm	Sección A cm²	Peso P kg/m	$I_x = I_y$ cm⁴	$W_x = W_y$ cm³	$i_x = i_y$ cm
140	140	36,3	28,5	608	86,9	4,09
160	160	45,2	35,5	990	124	4,68
180	180	55,3	43,4	1 530	170	5,26
200	200	66,4	52,2	2 260	226	5,82
220	220	78,5	61,7	3 220	293	6,40
240	240	91,4	71,8	4 470	373	6,99
260	260	106	83,1	6 030	464	7,54
280	280	121	95,1	7 950	568	8,10
300	300	137	108	10 250	683	8,65
320	320	154	121	13 060	817	9,20
340	340	172	135	16 370	963	9,75
360	360	193	151	20 430	1 130	10,3
380	380	212	167	24 980	1 310	10,8
400	400	234	184	30 370	1 520	11,5
450	450	291	229	47 580	2 110	12,8
500	500	357	280	71 220	2 850	14,1
550	550	422	332	102 700	3 730	15,6
600	600	503	395	173 700	4 790	16,9

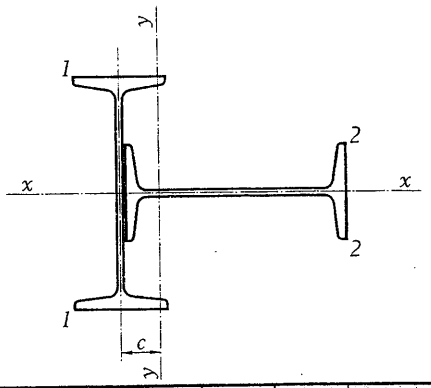
1. 5.2



Dos perfiles IPN perpendiculares.

IPN		Sección	Peso	c	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y			
I	H	A cm^2	P kg/m	cm	I_x cm^4	W_{x_1} cm^3	W_{x_2} cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_{y_1} cm^3	W_{y_2} cm^3	i_y cm
	300	187	147	5,80	29 660	1 480	4 750	12,6	21 730	1 600	872	10,8
	320	196	154	6,64	29 770	1 490	4 540	12,3	26 780	1 860	1 030	11,7
	340	205	161	7,51	29 890	1 490	4 360	12,1	32 560	2 130	1 200	12,6
	360	215	169	8,45	30 030	1 500	4 200	11,8	39 440	2 430	1 400	13,5
	380	225	177	9,38	30 190	1 510	4 050	11,6	46 990	2 740	1 600	14,5
400	400	236	185	10,4	30 370	1 520	3 920	11,3	55 700	3 080	1 830	15,4
	450	265	208	12,9	30 940	1 550	3 640	10,8	82 300	3 990	2 510	17,6
	500	298	234	15,5	31 690	1 580	3 430	10,3	117 000	5 030	3 330	19,8
	550	331	260	18,2	32 700	1 640	3 270	9,93	160 800	6 540	4 280	22,0
	600	372	292	21,0	33 880	1 690	3 150	9,54	216 200	7 530	5 440	24,1
	300	216	170	5,06	46 300	2 060	7 410	14,6	23 280	1 720	904	10,4
	320	225	176	5,82	46 410	2 060	7 080	14,4	28 620	2 000	1 060	11,3
	340	234	184	6,61	46 520	2 070	6 790	14,1	34 740	2 300	1 230	12,2
	360	244	192	7,48	46 670	2 070	6 530	13,8	42 030	2 630	1 430	13,1
	380	254	199	8,34	46 830	2 080	6 290	13,6	50 040	2 970	1 640	14,0
450	400	265	208	9,27	47 010	2 090	6 070	13,3	59 290	3 340	1 880	15,0
	450	294	231	11,7	47 580	2 110	5 600	12,7	87 480	4 340	2 560	17,2
	500	327	257	14,2	48 330	2 150	5 220	12,2	124 400	5 480	3 400	19,5
	550	360	283	16,8	49 340	2 190	4 930	11,7	170 600	6 760	4 370	21,8
	600	401	315	19,5	50 520	2 250	4 700	11,2	229 100	8 180	5 550	23,9

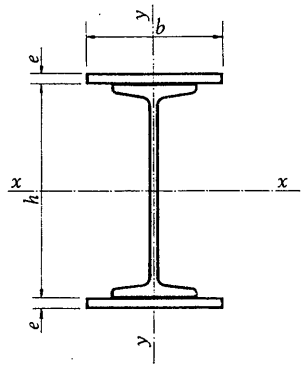
1.5.3



Dos perfiles IPN perpendiculares.

IPN		Sección	Peso	c	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y			
I	⊢	A cm²	P kg/m	cm	I_x cm⁴	W_{x_1} cm³	W_{x_2} cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_{y_1} cm³	W_{y_2} cm³	i_y cm
	300	249	196	4,41	69 190	2 770	11 070	16,7	24 900	1 820	940	10,0
	320	258	202	5,10	69 300	2 770	10 580	16,4	30 500	2 130	1 100	10,9
	340	267	209	5,82	69 410	2 780	10 130	16,1	36 940	2 450	1 270	11,8
	360	277	218	6,62	69 560	2 780	9 730	15,8	44 620	2 810	1 470	12,7
	380	287	225	7,42	69 720	2 790	9 360	15,6	53 070	3 180	1 690	13,6
500	400	298	234	8,27	69 900	2 800	9 020	15,3	62 820	3 580	1 950	14,5
	450	327	257	10,5	70 470	2 820	8 290	14,7	92 640	4 690	2 620	16,8
	500	360	283	13,0	71 220	2 850	7 700	14,1	131 600	5 930	3 470	19,1
	550	393	309	15,4	72 230	2 890	7 220	13,6	180 300	7 320	4 450	21,4
	600	434	341	18,1	73 410	2 940	6 830	13,0	242 100	8 860	5 650	23,6
	300	282	221	3,91	99 630	3 620	15 940	18,8	26 560	1 910	982	9,70
	320	291	228	4,53	99 740	3 630	15 230	18,5	32 370	2 230	1 140	10,6
	340	300	235	5,20	99 850	3 630	14 580	18,3	39 060	2 570	1 310	11,4
	360	310	243	5,93	100 000	3 640	13 990	18,0	47 050	2 950	1 520	12,3
	380	320	251	6,67	100 200	3 640	13 440	17,7	55 850	3 350	1 730	13,2
550	400	331	260	7,47	100 300	3 650	12 950	17,4	66 030	3 780	1 970	14,1
	450	360	283	9,58	100 900	3 670	11 870	16,7	94 280	4 820	2 590	16,2
	500	393	309	11,9	101 700	3 700	10 990	16,1	147 900	6 760	3 790	19,4
	550	426	334	14,2	102 700	3 730	10 270	15,5	188 800	7 800	4 530	21,1
	600	467	367	16,8	103 900	3 780	9 660	14,9	253 500	9 450	5 740	23,3
	300	323	254	3,44	139 500	4 650	22 310	20,8	28 520	2 010	1 030	9,39
	320	332	260	4,00	139 600	4 650	21 310	20,5	34 740	2 360	1 200	10,2
	340	341	268	4,60	139 700	4 660	20 390	20,2	41 520	2 700	1 360	11,0
	360	351	276	5,27	139 800	4 660	19 550	20,0	49 850	3 110	1 570	11,9
	380	361	283	5,95	140 000	4 670	18 790	19,7	59 040	3 540	1 780	12,8
600	400	372	292	6,69	140 200	4 670	18 090	19,4	69 680	4 000	2 030	13,7
	450	401	315	8,64	140 700	4 690	16 560	18,7	102 300	5 280	2 730	16,0
	500	434	341	10,8	141 500	4 720	15 300	18,1	145 100	6 730	3 600	18,3
	550	467	367	13,0	142 500	4 750	14 250	17,5	198 500	8 340	4 610	20,6
	600	508	399	15,6	143 700	4 790	13 360	16,8	266 300	10 130	5 850	22,9

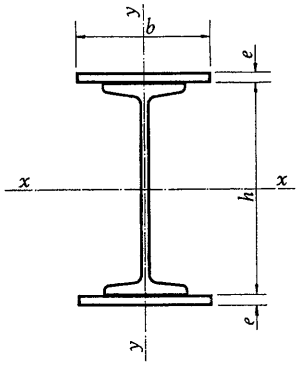
1. 5.3



Un perfil IPN con dos platabandas soldadas.

IPN	b	Valores de:										$I = cm^4$ $W = cm^3$ $i = cm$	
		$e = 10$ mm				$e = 12$ mm				$e = 15$ mm			
		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje	
	mm	cm^2	kg/m	x-x	y-y	cm^2	kg/m	x-x	y-y	cm^2	kg/m	x-x	y-y
200	150	63,5	49,8	5 450 495 9,26	681 90,8 3,27	69,5	54,6	6 190 553 9,44	795 106 3,38	78,5	61,6	7 350 639 9,68	963 128 3,50
220	150	69,6	54,6	7 030 586 10,1	726 96,8 3,23	75,6	59,3	7 910 648 10,2	840 112 3,33	84,6	66,4	9 280 743 10,5	1 010 134 3,46
240	160	78,1	61,3	9 250 712 10,9	905 113 3,40	84,5	66,3	10 350 784 11,1	1 040 130 3,51	94,1	73,9	12 060 894 11,3	1 235 156 3,64
260	160	85,4	67,0	11 580 827 11,6	972 122 3,37	91,8	72,1	12 850 905 11,8	1 110 139 3,48	101	79,6	14 820 1 020 12,1	1 310 164 3,59
280	180	97,1	76,2	15 160 1 010 12,5	1 340 148 3,71	104	81,9	16 800 1 110 12,7	1 530 170 3,83	115	90,4	19 350 1 250 13,0	1 820 202 3,98
300	200	109	85,6	19 410 1 210 13,3	1 790 179 4,05	117	91,9	21 490 1 330 13,5	2 050 205 4,18	129	101	24 700 1 500 13,8	2 450 245 4,36
320	200	118	92,5	23 400 1 380 14,1	1 890 189 4,01	126	98,7	25 740 1 500 14,3	2 160 216 4,14	138	108	29 360 1 680 14,6	2 560 256 4,31
340	200	127	99,5	27 950 1 550 14,8	2 010 201 3,98	135	106	30 570 1 680 15,1	2 270 227 4,11	147	115	34 620 1 870 15,4	2 670 267 4,26
360	220	141	111	34 670 1 820 15,7	2 590 236 4,28	150	118	37 880 1 970 15,9	2 950 268 4,44	163	128	42 830 2 200 16,2	3 480 316 4,62

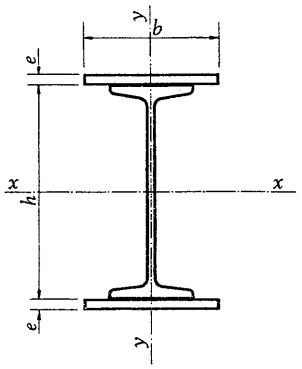
1.5.4



para distintos espesores e de las platabandas

$e = 20$ mm				$e = 24$ mm				$e = 30$ mm				IPN
A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		
cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	
93,5	73,4	9 420 785 10,0	1 250 166 3,66	—	—	—	—	—	—	—	—	200
99,6	78,2	11 720 901 10,8	1 290 172 3,60	—	—	—	—	—	—	—	—	220
110	86,4	15 090 1 080 11,7	1 590 199 3,80	—	—	—	—	—	—	—	—	240
117	92,2	18 300 1 220 12,5	1 660 207 3,76	130	102	21 260 1 380 12,8	1 930 241 3,85	—	—	—	—	260
133	104	23 810 1 490 13,4	2 310 256 4,17	148	158	27 590 1 680 13,7	2 700 300 4,28	169	133	33 620 1 980 14,1	3 280 364 4,40	280
149	117	30 310 1 780 14,3	3 120 312 4,57	165	130	35 040 2 010 14,6	3 650 365 4,70	189	148	42 560 2 360 15,0	4 450 445 4,85	300
158	124	35 660 1 980 15,0	3 220 322 4,52	174	136	40 960 2 230 15,4	3 760 376 4,65	198	155	49 350 2 600 15,8	4 560 456 4,80	320
167	131	41 650 2 190 15,8	3 340 334 4,47	183	143	47 550 2 450 16,1	3 870 387 4,60	207	162	56 860 2 840 16,6	4 670 467 4,75	340
185	145	51 410 2 570 16,7	4 370 397 4,86	203	159	58 590 2 870 17,0	5 080 462 5,01	220	180	69 900 3 330 17,5	6 140 558 5,18	360

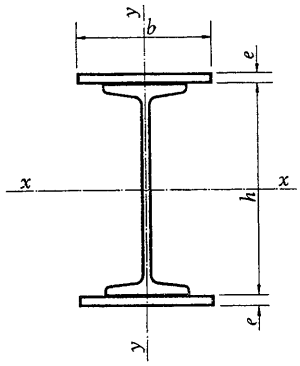
1. 5.4



Un perfil IPN con dos platabandas soldadas.

IPN	b mm	Valores de:								$I = cm^4$ $W = cm^3$ $i = cm$
		$e = 12$ mm				$e = 15$ mm				
		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		
		cm^2	kg/m	x-x	y-y	cm^2	kg/m	x-x	y-y	
380	220	160	125	44 300 2 190 16,7	3 110 282 4,41	173	136	49 780 2 430 17,0	3 640 331 4,59	
400	220	171	134	51 620 2 440 17,4	3 290 299 4,39	184	144	57 640 2 680 17,7	3 820 347 4,56	
450	250	207	162	77 870 3 290 19,4	4 860 388 4,85	222	174	86 410 3 600 19,7	5 640 451 5,04	
500	250	240	188	108 100 4 120 21,2	5 610 448 4,83	255	200	118 500 4 470 21,6	6 390 511 5,01	
550	300	285	224	156 000 5 440 23,4	8 890 593 5,59	303	238	171 000 5 900 23,8	10 240 683 5,81	
600	300	326	256	206 400 6 620 25,2	10 070 671 5,56	344	270	224 000 7 110 25,5	11 420 761 5,76	

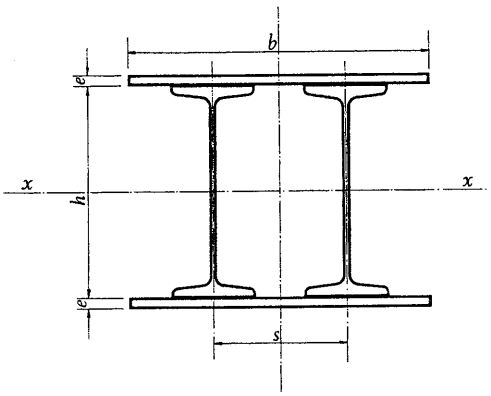
1. 5.4



para distintos espesores e de las platabandas

$e = 20$ mm				$e = 24$ mm				$e = 30$ mm				IPN
A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		
cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	
195	153	59 240 2 820 17,4	4 530 411 4,82	213	167	67 150 3 140 17,8	5 240 476 4,96	239	188	79 580 3 620 18,2	6 300 573 5,13	380
206	162	68 050 3 090 18,2	4 710 428 4,78	224	176	76 720 3 430 18,5	5 420 493 4,92	250	196	90 330 3 930 19,0	6 480 589 5,09	400
247	194	101 100 4 130 20,2	6 940 555 5,30	267	210	113 300 4 550 20,6	7 980 639 5,47	297	233	132 400 5 190 21,1	9 550 764 5,67	450
280	220	136 400 5 050 22,1	7 690 615 5,24	300	236	151 200 5 520 22,5	8 730 699 5,39	330	259	174 200 6 220 23,0	10 300 824 5,59	500
333	261	196 700 6 670 24,3	12 490 833 6,12	357	280	217 900 7 290 24,7	14 290 953 6,33	393	309	250 700 8 220 25,3	16 990 1 130 6,58	550
374	294	254 000 7 950 26,1	13 670 911 6,05	398	312	279 200 8 620 26,5	15 470 1 030 6,23	434	341	317 800 9 630 27,1	18 170 1 210 6,47	600

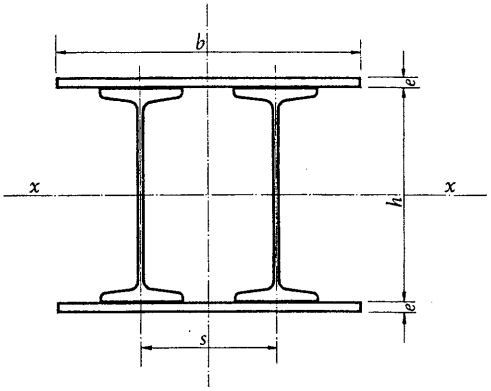
1.5.4



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
180	200	300	8	104	81,5	7 140	729	8,29	9 340	623	9,49
			10	116	90,9	8 310	831	8,47	10 240	683	9,40
			12	128	100,0	9 540	935	8,64	11 140	743	9,34
	250	350	8	112	87,8	7 840	800	8,38	14 600	834	11,4
			10	126	98,8	9 220	922	8,56	16 030	916	11,3
			12	140	110,0	10 640	1 040	8,72	17 460	998	11,2
	300	400	8	120	94,0	8 550	872	8,45	21 250	1 060	13,3
			10	136	107	10 120	1 010	8,63	23 380	1 170	13,1
			12	152	120	11 750	1 150	8,80	25 520	1 280	13,0
	350	450	8	128	100	9 260	945	8,51	29 400	1 310	15,2
			10	146	114	11 020	1 100	8,69	32 440	1 440	14,9
			12	164	129	12 860	1 260	8,86	35 480	1 580	14,7
	400	500	8	136	107	9 970	1 020	8,57	39 150	1 570	17,0
			10	156	122	11 930	1 190	8,75	43 320	1 730	16,7
			12	176	138	13 970	1 370	8,91	47 480	1 900	16,4
200	200	300	8	115	90,3	9 480	878	9,08	10 530	702	9,57
			10	127	99,7	10 900	991	9,26	11 430	762	9,49
			12	139	109	12 380	1 110	9,44	12 330	822	9,42
	250	350	8	123	96,6	10 340	957	9,17	16 420	938	11,6
			10	137	108	12 010	1 090	9,36	17 850	1 020	11,4
			12	151	119	13 700	1 220	9,52	19 280	1 100	11,3
	300	400	8	131	103	11 210	1 040	9,25	23 840	1 190	13,5
			10	147	115	13 110	1 190	9,44	25 980	1 300	13,3
			12	163	128	15 050	1 340	9,61	28 110	1 410	13,1
	350	450	8	139	109	12 080	1 120	9,37	32 900	1 460	15,4
			10	157	123	14 210	1 290	9,52	35 910	1 600	15,1
			12	175	137	16 390	1 460	9,68	38 950	1 730	14,9
	400	500	8	147	115	12 940	1 200	9,38	43 700	1 750	17,2
			10	167	131	15 320	1 390	9,58	47 870	1 910	16,9
			12	187	147	17 740	1 580	9,74	52 030	2 080	16,7

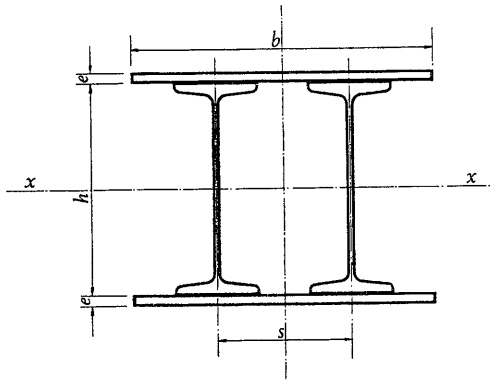
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
				A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
			8	130	102	12 780	1 080	9,89	12 610	788	9,83
	200	320	10	143	112	14 590	1 220	10,1	13 710	857	9,78
			12	156	122	16 640	1 360	10,3	14 800	925	9 74
			8	140	110	14 030	1 190	10,1	20 020	1 050	12,0
	250	380	10	155	122	16 180	1 350	10,2	21 840	1 150	11,9
			12	170	134	18 620	1 530	10,5	23 670	1 250	11,8
			8	146	115	14 860	1 260	10,1	28 020	1 330	13,8
220	300	420	10	163	128	17 240	1 440	10,3	30 490	1 450	13,7
			12	180	141	19 930	1 630	10,5	32 960	1 570	13,5
			8	156	122	16 110	1 370	10,2	39 330	1 640	15,9
	350	480	10	175	138	18 820	1 570	10,4	43 010	1 790	15,7
			12	194	153	21 900	1 800	10,6	46 700	1 950	15,5
			8	167	131	17 560	1 490	10,3	54 190	1 970	18,0
	400	550	10	189	149	20 680	1 720	10,5	59 730	2 170	17,8
			12	211	166	24 210	1 980	10,7	65 280	2 370	17,6
			8	143	113	16 380	1 280	10,7	14 030	877	9,89
	200	320	10	156	123	18 510	1 420	10,9	15 120	945	9,84
			12	169	133	20 700	1 570	11,1	16 220	1 010	9,79
			8	153	120	17 840	1 390	10,8	22 160	1 170	12,0
	250	380	10	168	132	20 370	1 570	11,0	23 990	1 260	11,9
			12	183	144	22 980	1 740	11,2	25 820	1 360	11,9
			8	159	125	18 830	1 470	10,9	31 070	1 480	14,0
240	300	420	10	176	138	21 620	1 660	11,1	33 540	1 600	13,8
			12	193	151	24 510	1 860	11,3	36 010	1 710	13,7
			8	169	133	20 310	1 590	11,0	43 420	1 810	16,0
	350	480	10	188	148	23 500	1 810	11,2	47 110	1 960	15,8
			12	207	163	26 800	2 030	11,4	50 800	2 120	15,7
			8	180	141	22 030	1 720	11,1	59 510	2 160	18,2
	400	550	10	202	159	25 690	1 980	11,3	65 050	2 370	17,9
			18	224	176	29 460	2 230	11,5	70 600	2 570	17,7

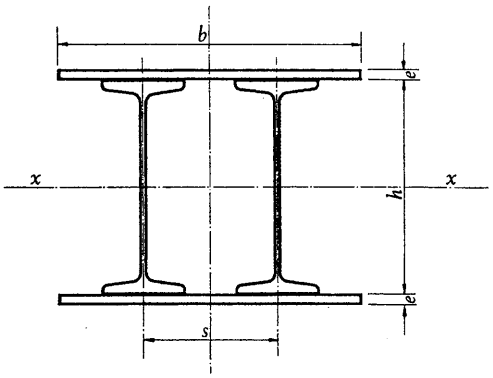
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
260	250	380	8	168	132	22 410	1 620	11,6	24 580	1 290	12,1
			10	183	144	25 140	1 800	11,7	26 410	1 390	12,0
			12	198	155	27 880	1 960	11,9	28 240	1 490	11,9
	300	420	8	174	137	23 560	1 710	11,6	34 480	1 640	14,1
			10	191	150	26 580	1 900	11,8	36 950	1 760	13,9
			12	208	163	29 600	2 080	11,9	39 420	1 880	13,8
	350	480	8	184	144	25 280	1 830	11,7	48 030	2 000	16,2
			10	203	159	28 730	2 050	11,9	51 720	2 160	16,0
			12	222	174	32 190	2 270	12,0	55 400	2 310	15,8
	400	550	8	195	153	27 290	1 980	11,8	65 480	2 380	18,3
			10	217	170	31 250	2 230	12,0	71 030	2 580	18,1
			12	239	187	35 210	2 480	12,1	76 570	2 780	17,9
280	250	400	8	186	146	28 450	1 920	12,4	28 360	1 420	12,3
			10	202	159	31 770	2 120	12,5	30 490	1 520	12,3
			12	218	171	35 090	2 310	12,7	32 620	1 630	12,2
	300	450	8	194	152	30 110	2 030	12,5	40 370	1 790	14,4
			10	212	167	33 840	2 260	12,6	43 410	1 930	14,3
			12	230	181	37 580	2 470	12,8	46 450	2 060	14,2
	350	500	8	202	159	31 770	2 150	12,5	54 820	2 190	16,5
			10	222	174	35 920	2 390	12,7	58 990	2 360	16,3
			12	242	190	40 070	2 640	12,9	63 150	2 530	16,1
	400	550	8	210	165	33 430	2 260	12,6	71 790	2 610	18,5
			10	232	182	37 990	2 530	12,8	77 340	2 810	18,3
			12	254	200	42 560	2 800	12,9	82 880	3 010	18,1

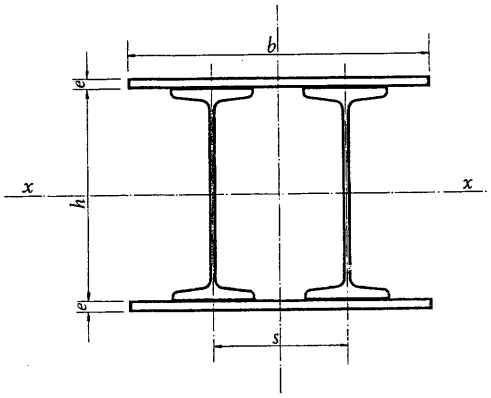
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
300	200	350	8	194	152	32 880	2 080	13,0	20 900	1 190	10,4
			10	208	163	36 420	2 280	13,2	22 450	1 280	10,4
			12	222	175	40 050	2 470	13,4	24 000	1 370	10,4
	250	400	8	202	159	34 780	2 200	13,1	31 030	1 550	12,4
			10	218	171	38 830	2 430	13,3	33 160	1 660	12,3
			12	234	184	42 970	2 650	13,5	35 300	1 770	12,3
	300	450	8	210	165	36 680	2 320	13,2	44 150	1 960	14,5
			10	228	179	41 230	2 580	13,4	47 180	2 100	14,4
			12	246	193	45 900	2 830	13,7	50 220	2 230	14,3
	350	500	8	218	171	38 580	2 440	13,3	59 890	2 400	16,6
			10	238	187	43 630	2 730	13,5	64 060	2 560	16,4
			12	258	203	48 820	3 010	13,7	68 230	2 730	16,3
	400	550	8	226	178	40 470	2 560	13,4	78 370	2 850	18,6
			10	248	195	46 040	2 880	13,6	83 910	3 050	18,4
			12	270	212	51 740	3 190	13,8	89 460	3 250	18,2
320	250	400	10	236	185	46 810	2 750	14,1	36 090	1 800	12,4
			12	252	198	51 490	2 990	14,3	38 220	1 910	12,3
			15	276	216	58 710	3 350	14,6	41 420	2 070	12,3
	300	450	10	246	193	49 530	2 910	14,2	51 700	2 300	14,5
			12	264	207	54 790	3 190	14,4	54 350	2 420	14,4
			15	291	228	62 920	3 600	14,7	58 900	2 620	14,2
	350	500	10	256	201	52 250	3 070	14,3	69 600	2 780	16,5
			12	276	216	58 100	3 380	14,5	73 760	2 950	16,4
			15	306	240	67 130	3 840	14,8	80 010	3 200	16,2
	400	550	10	266	209	54 980	3 230	14,4	91 000	3 310	18,5
			12	288	226	61 410	3 570	14,6	96 630	3 510	18,3
			15	321	252	71 340	4 080	14,9	104 900	3 810	18,1
	450	600	10	276	216	57 700	3 390	14,5	115 900	3 860	20,5
			12	300	235	64 720	3 760	14,7	123 100	4 100	20,3
			15	336	263	75 550	4 320	15,0	133 900	4 460	20,0
	500	650	10	286	225	60 990	3 590	14,6	144 000	4 430	22,4
			12	312	245	68 030	3 960	14,8	153 100	4 710	22,2
			15	351	275	79 770	4 560	15,1	166 700	5 130	21,8

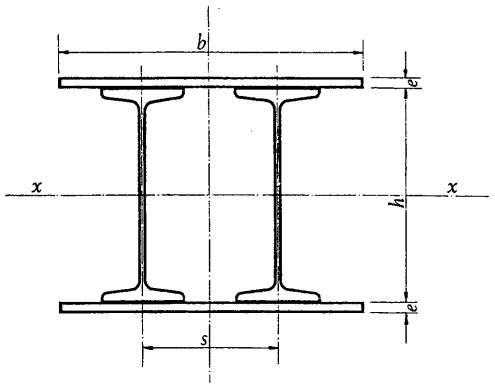
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
				A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
340	250	400	10	254	199	55 900	3 110	14,8	39 140	1 960	12,4
			12	270	212	61 140	3 360	15,1	41 270	2 060	12,4
			15	294	230	69 220	3 740	15,3	44 470	2 220	12,3
	300	450	10	264	207	58 960	3 280	14,9	55 600	2 470	14,5
			12	282	221	64 860	3 560	15,2	58 630	2 610	14,4
			15	309	242	73 950	4 000	15,5	63 190	2 810	14,3
	350	500	10	274	215	62 020	3 450	15,1	75 350	3 010	16,6
			12	294	230	68 580	3 770	15,3	79 510	3 180	16,5
			15	324	254	78 680	4 250	15,6	85 760	3 430	16,3
	400	550	10	284	220	65 090	3 620	15,2	98 520	3 580	18,6
			12	306	240	72 290	3 970	15,4	104 100	3 790	18,5
			15	339	266	83 410	4 510	15,7	112 400	4 090	18,2
	450	600	10	294	230	68 150	3 790	15,2	125 200	4 170	20,6
			12	318	249	76 010	4 180	15,5	132 400	4 410	20,4
			15	354	278	88 140	4 760	15,8	143 200	4 770	20,1
	500	650	10	304	238	71 210	3 960	15,3	155 500	4 780	22,6
			12	330	259	79 730	4 380	15,6	164 600	5 060	22,3
			15	369	289	92 860	5 020	15,9	178 300	5 490	22,0
360	300	450	10	284	223	70 020	3 690	15,7	60 520	2 690	14,6
			12	302	237	76 590	3 990	15,9	63 560	2 820	14,5
			15	329	258	86 710	4 450	16,2	68 110	3 030	14,4
	350	500	10	294	231	73 440	3 870	15,8	81 940	3 280	16,7
			12	314	247	80 740	4 210	16,0	86 110	3 440	16,6
			15	344	270	91 970	4 720	16,4	92 360	3 690	16,4
	400	550	10	304	239	76 870	4 050	15,9	107 000	3 890	18,8
			12	326	256	84 890	4 420	16,1	112 600	4 090	18,6
			15	359	282	97 250	4 990	16,5	120 900	4 400	18,3
	450	600	10	314	247	80 290	4 230	16,0	135 600	4 520	20,8
			12	338	265	89 050	4 640	16,2	143 200	4 770	20,6
			15	374	294	102 500	5 260	16,6	154 000	5 130	20,3
	500	650	10	324	255	83 710	4 410	16,1	168 800	5 190	22,8
			12	350	275	93 200	4 850	16,3	177 900	5 470	22,5
			15	389	306	107 800	5 530	16,6	191 700	5 900	22,2

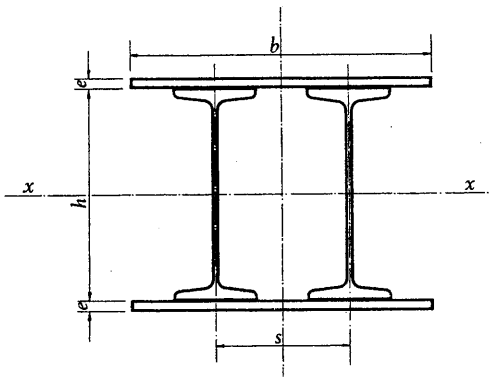
1.5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
380	300	500	10	314	247	86 060	4 300	16,6	70 930	2 840	15,0
			12	334	262	94 140	4 660	16,8	75 100	3 000	15,0
			15	364	280	106 600	5 200	17,1	81 350	3 250	15,0
	350	550	10	324	254	89 860	4 490	16,7	95 220	3 460	17,1
			12	346	272	98 750	4 890	16,9	100 800	3 670	17,1
			15	379	298	112 400	5 480	17,2	109 100	3 970	17,0
	400	600	10	334	262	93 660	4 680	16,8	123 200	4 110	19,2
			12	358	281	103 400	5 120	17,0	130 800	4 360	19,1
			15	394	309	118 300	5 770	17,3	141 600	4 720	19,0
	450	650	10	344	270	97 470	4 870	16,8	156 100	4 800	21,3
			12	370	290	108 000	5 350	17,1	165 200	5 080	21,1
			15	409	321	124 100	6 050	17,4	178 900	5 500	20,9
	500	700	10	354	278	101 300	5 070	16,9	192 900	5 510	23,3
			12	382	300	112 600	5 570	17,2	204 300	5 840	23,1
			15	424	333	130 000	6 340	17,5	221 500	6 330	22,9
400	300	500	10	336	264	100 500	4 790	17,3	76 250	3 050	15,1
			12	356	279	109 400	5 160	17,5	80 420	3 220	15,0
			15	386	303	123 000	5 720	17,9	86 670	3 470	15,0
	350	550	10	346	272	104 700	4 990	17,4	102 300	3 720	17,2
			12	368	289	114 500	5 400	17,6	107 900	3 920	17,1
			15	401	315	129 500	6 020	18,0	116 200	4 230	17,0
	400	600	10	356	279	108 900	5 190	17,5	132 300	4 410	19,3
			12	380	298	119 600	5 640	17,7	139 900	4 660	19,2
			15	416	327	136 000	6 330	18,1	150 700	5 020	19,0
	450	650	10	366	287	113 100	5 390	17,6	167 600	5 160	21,4
			12	392	308	124 600	5 880	17,8	176 700	5 440	21,2
			15	431	338	142 400	6 620	18,2	190 400	5 860	21,0
	500	700	10	376	295	117 300	5 590	17,7	207 000	5 910	23,5
			12	404	317	128 700	6 120	17,9	218 400	6 240	23,3
			15	446	350	148 900	6 930	18,3	235 600	6 730	23,0

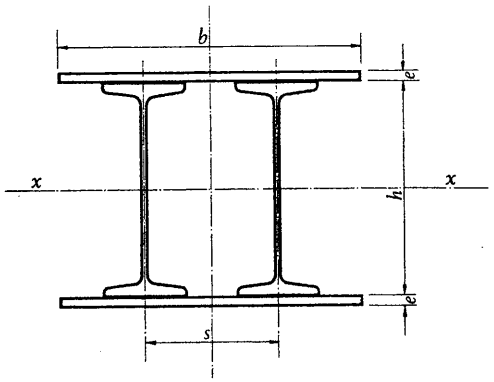
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
450	300	500	10	394	309	144 600	6 150	19,2	90 430	3 620	15,1
			12	414	325	155 800	6 570	19,4	94 600	3 780	15,1
			15	444	349	172 800	7 200	19,7	100 900	4 040	15,1
	350	550	10	404	317	149 900	6 380	19,3	121 200	4 410	17,3
			12	426	334	162 200	6 840	19,5	126 800	4 610	17,3
			15	459	360	180 900	7 540	19,9	135 100	4 910	17,2
	400	600	10	414	325	155 200	6 600	19,3	156 700	5 220	19,5
			12	438	344	168 600	7 110	19,5	164 300	5 480	19,4
			15	474	372	189 000	7 880	20,0	175 100	5 840	19,2
	450	650	10	424	333	160 500	6 830	19,5	198 100	6 100	21,6
			12	450	353	175 000	7 380	19,7	207 200	6 380	21,5
			15	489	384	197 200	8 220	20,1	220 900	6 800	21,3
	500	700	10	434	341	165 800	7 060	19,5	244 300	6 980	23,7
			12	462	363	181 400	7 650	19,8	255 800	7 310	23,5
			15	504	396	205 300	8 550	20,2	273 000	7 800	23,3
500	300	550	10	470	369	209 000	8 040	21,1	113 700	4 130	15,6
			12	492	386	224 000	8 550	21,3	119 200	4 330	15,6
			15	525	412	246 900	9 320	21,7	127 600	4 640	15,6
	350	600	10	480	377	215 500	8 290	21,2	151 200	5 040	17,8
			12	504	396	231 900	8 850	21,5	158 400	5 280	17,7
			15	540	424	256 900	9 690	21,8	169 200	5 640	17,7
	400	650	10	490	385	222 000	8 540	21,3	194 700	5 990	19,9
			12	516	405	239 700	9 150	21,6	203 900	6 270	19,9
			15	555	436	266 800	10 070	21,9	217 600	6 700	19,8
	450	700	10	500	393	228 500	8 790	21,4	244 400	6 980	22,1
			12	528	414	247 600	9 450	21,7	255 800	7 310	22,0
			15	570	447	276 800	10 450	22,0	273 000	7 800	21,9
	500	750	10	510	400	235 000	9 040	21,5	300 300	8 010	24,3
			12	540	424	255 500	9 750	21,8	314 300	8 380	24,1
			15	585	459	286 700	10 820	22,1	335 400	8 940	23,9

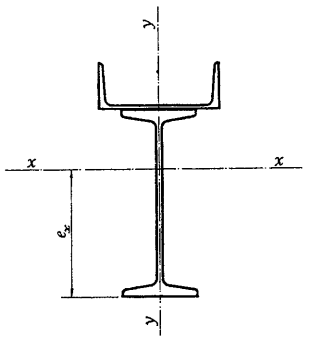
1. 5.5



Dos perfiles IPN con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPN	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
			10	546	429	292 500	10 260	23,1	173 400	5 780	17,8
	350	600	12	570	447	312 100	10 870	23,4	180 600	6 020	17,8
			15	606	476	342 000	11 800	23,8	191 400	6 380	17,8
			10	556	436	300 300	10 540	23,2	223 100	6 860	20,0
	400	650	12	583	457	321 600	11 210	23,5	232 300	7 150	20,0
			15	621	487	354 000	12 210	23,9	246 000	7 570	19,9
			10	566	444	308 100	10 810	23,3	279 800	7 990	22,2
550	450	700	12	594	466	331 000	11 530	23,6	291 200	8 320	22,2.
			15	636	499	366 000	12 620	24,0	308 400	8 810	22,0
			10	576	452	316 000	11 090	24,4	343 500	9 160	24,4
	500	750	12	606	476	340 500	11 860	23,7	357 600	9 540	24,3
			15	651	511	378 000	13 030	24,1	378 600	10 100	24,1
			10	586	460	323 800	11 360	23,5	371 800	9 290	25,2
	550	800	12	618	485	350 000	12 190	23,8	380 000	9 510	24,8
			15	666	523	389 900	13 450	24,2	393 000	9 830	24,3
			10	648	509	408 200	13 170	25,1	269 700	7 710	20,4
	400	700	12	676	531	435 200	13 950	25,4	281 100	8 030	20,4
			15	718	564	476 500	15 130	25,8	298 300	8 520	20,4
			10	658	517	417 600	13 470	25,2	336 800	8 980	22,6
	450	750	12	688	540	446 600	14 310	25,5	350 900	9 360	22,6
			15	733	575	490 800	15 580	25,9	372 000	9 920	22,5
			10	668	524	426 800	13 770	25,3	412 200	10 310	24,8
600	500	800	12	700	550	457 700	14 670	25,6	429 200	10 730	24,8
			15	748	587	504 900	16 030	26,0	454 800	11 370	24,7
			10	678	532	436 200	14 070	25,4	444 700	10 460	25,6
	550	850	12	712	559	469 000	15 030	25,7	454 900	10 700	25,3
			15	763	599	519 200	16 480	26,1	470 300	11 070	24,8
			10	688	540	445 500	14 370	25,5	527 300	11 720	27,7
	600	900	12	724	568	480 300	15 390	25,8	539 400	11 990	27,3
			15	778	611	533 400	16 930	26,2	557 600	12 390	26,8

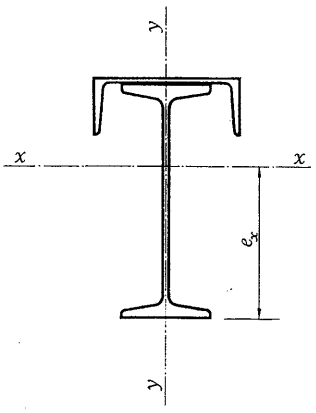
1. 5.5



Un perfil compuesto por un IPN y un UPN

IPN	UPN	Sección A cm²	e_x cm	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
140		38,7	11,6	1 370	118	5,96	640	91,4	4,07
160		43,2	12,6	2 020	160	6,84	660	94,3	3,91
180		48,3	13,5	2 870	212	7,71	686	98,0	3,77
200		53,9	14,4	3 950	274	8,56	722	103	3,66
220	140	60,0	15,3	5 310	346	9,41	767	110	3,58
240		66,5	16,3	6 990	431	10,3	826	118	3,52
260		73,8	17,1	9 010	528	11,1	893	128	3,48
280		81,5	17,9	11 450	638	11,9	969	138	3,45
300		89,5	18,8	14 280	759	12,6	1 060	151	3,44
160		46,8	13,0	2 150	165	6,78	980	122	4,58
180		51,9	14,0	3 050	218	7,67	1 010	126	4,40
200		57,5	14,9	4 190	280	8,53	1 040	130	4,26
220		63,6	15,8	5 610	354	9,39	1 090	136	4,14
240	160	70,1	16,7	7 360	440	10,2	1 150	143	4,04
260		77,4	17,6	9 470	538	11,1	1 210	152	3,96
280		85,1	18,5	12 000	650	11,9	1 290	161	3,89
300		93,1	19,3	14 940	772	12,7	1 380	172	3,85
300		101	20,4	16 300	799	12,7	2 360	236	4,83
320		110	21,3	20 050	942	13,5	2 470	247	4,74
340		119	22,1	24 340	1 100	14,3	2 580	258	4,66
360		129	23,0	29 440	1 280	15,1	2 730	273	4,59
380	200	139	23,9	35 080	1 470	15,9	2 890	289	4,55
400		150	24,7	41 610	1 680	16,6	3 070	307	4,52
450		179	26,9	61 870	2 300	18,6	3 640	364	4,51
500		212	29,1	88 810	3 050	20,5	4 390	439	4,55
300		117	22,1	18 680	844	12,6	5 270	405	6,70
320		126	23,0	22 870	993	13,5	5 380	413	6,53
340		135	24,0	27 650	1 150	14,3	5 490	423	6,39
360		145	24,8	33 300	1 340	15,1	5 640	434	6,23
380		155	25,6	39 510	1 540	16,0	5 800	446	6,11
400		166	26,5	46 660	1 760	16,8	5 980	460	6,00
425	260	180	27,6	57 000	2 070	17,8	6 260	482	5,89
450		195	28,6	68 640	2 400	18,7	6 550	504	5,79
475		211	29,7	82 200	2 770	19,7	6 910	532	5,72
500		228	30,8	97 560	3 170	20,7	7 300	562	5,66
550		261	33,0	134 600	4 080	22,7	8 310	637	5,64
600		302	35,2	181 800	5 170	24,5	9 490	730	5,60

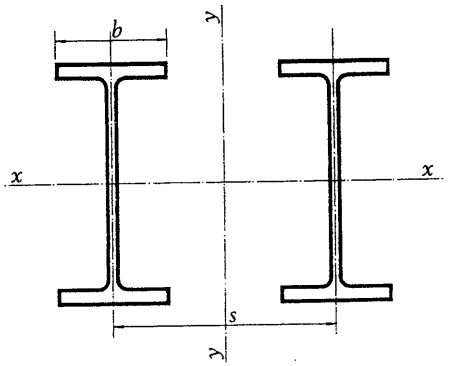
1. 5.6



Un perfil compuesto por un IPN y un UPN

IPN	UPN	Sección A cm²	e_x cm	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
100		24,1	7,27	298	41,0	3,51	218	43,6	3,01
120	100	27,7	8,46	534	63,1	4,39	228	45,5	2,87
140		31,8	9,57	887	92,7	5,28	241	48,2	2,75
120		31,2	8,78	572	65,2	4,28	386	64,3	3,52
140	120	35,3	9,94	944	95,0	5,17	399	66,5	3,36
160		39,8	11,0	1 470	133	6,08	419	69,8	3,24
180		44,9	12,1	2 190	181	6,98	445	74,2	3,15
140		38,7	10,1	977	96,4	5,03	640	91,5	4,07
160		43,2	11,3	1 520	135	5,93	660	94,2	3,91
180	140	48,3	12,4	2 260	183	6,84	686	98,0	3,77
200		53,9	13,4	3 220	240	7,73	722	103	3,66
220		60,0	14,4	4 460	310	8,62	767	110	3,58
160		46,8	11,5	1 580	137	5,81	980	122	4,58
180		51,9	12,7	2 340	185	6,72	1 010	126	4,40
200	160	57,5	13,7	3 340	243	7,62	1 040	130	4,26
220		63,6	14,7	4 610	313	8,52	1 090	136	4,14
240		70,1	15,7	6 220	395	9,42	1 150	143	4,04
260		77,4	16,7	8 170	490	10,3	1 210	152	3,96
180		55,9	12,9	2 430	188	6,60	1 430	159	5,06
200		61,5	14,0	3 460	246	7,50	1 470	163	4,88
220		67,6	15,1	4 780	316	8,41	1 510	168	4,73
240	180	74,1	16,1	6 430	399	9,31	1 570	175	4,60
260		81,4	17,1	8 450	494	10,2	1 640	182	4,49
280		89,1	18,0	10 890	603	11,1	1 710	190	4,39
300		97,1	19,0	13 750	724	11,9	1 800	200	4,31
320		106	19,9	17 180	862	12,8	1 910	212	4,24
200		65,7	14,3	3 570	249	7,37	2 030	203	5,55
220		71,8	15,4	4 930	320	8,28	2 070	207	5,37
240		78,3	16,5	6 630	403	9,20	2 130	213	5,22
260		85,6	17,5	8 700	499	10,1	2 200	220	5,07
280		93,3	18 4	11 210	608	11,0	2 270	227	4,94
300	200	101	19,4	14 160	730	11,8	2 360	236	4,83
320		110	20,3	17 670	869	12,7	2 470	247	4,73
340		119	21,3	21 740	1 020	13,5	2 580	258	4,66
360		129	22,2	26 620	1 200	14,4	2 730	273	4,59
380		139	23,1	32 040	1 390	15,2	2 890	289	4,55
400		150	24,0	38 340	1 590	16,0	3 070	307	4,52

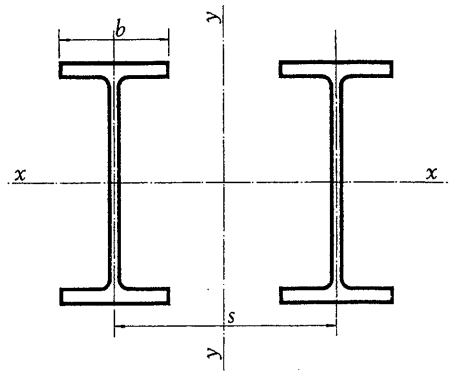
1. 5.7



Dos perfiles IPE con distintas separaciones entre ejes.

IPE	II140			II160			II180			II200		
s mm	A = 32,8 cm² I_x = 1 080 cm⁴ W_x = 155 cm³ i_x = 5,74 cm i = 1,65 cm			A = 40,2 cm² I_x = 1 740 cm⁴ W_x = 218 cm³ i_x = 6,58 cm i = 1,84 cm			A = 47,8 cm² I_x = 2 640 cm⁴ W_x = 292 cm³ i_x = 7,52 cm i = 2,05 cm			A = 57,0 cm² I_x = 3 880 cm⁴ W_x = 388 cm³ i_x = 8,26 cm i = 2,24 cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	527	72,2	4,01	812	99,1	4,50	1 190	131	4,99	1 710	171	5,48
80	615	80,3	4,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	754	92,5	4,79	951	111	4,86	—	—	—	—	—	—
100	910	105	5,72	1 140	125	5,33	1 400	146	5,41	1 710	171	5,48
110	1 080	118	5,74	1 350	141	5,80	1 650	164	5,87	2 010	191	5,94
120	1 270	132	6,22	1 580	157	6,28	1 920	182	6,34	2 340	212	6,40
130	1 480	145	6,71	1 840	173	6,76	2 220	201	6,82	2 690	234	6,87
140	1 700	159	7,19	2 110	190	7,24	2 540	220	7,30	3 080	256	7,35
150	1 930	174	7,68	2 400	207	7,72	2 890	240	7,78	3 490	279	7,83
160	2 190	188	8,17	2 710	224	8,21	3 260	260	8,26	3 930	302	8,31
170	2 460	202	8,66	3 040	241	8,70	3 660	280	8,75	4 400	326	8,79
180	2 750	217	9,15	3 390	259	9,19	4 070	301	9,23	4 900	350	9,27
190	3 050	232	9,64	3 760	277	9,68	4 520	321	9,72	5 430	374	9,76
200	3 370	247	10,1	4 160	295	10,2	4 980	342	10,2	5 980	399	10,2
210	3 710	262	10,6	4 570	313	10,7	5 470	364	10,7	6 570	424	10,7
220	4 060	277	11,1	5 000	331	11,2	5 990	385	11,2	7 180	449	11,2
230	4 430	292	11,6	5 450	350	11,6	6 520	406	11,7	7 820	474	11,7
240	4 810	308	12,1	5 930	368	12,1	7 090	428	12,2	8 490	500	12,2
250	5 210	323	12,6	6 420	387	12,6	7 670	450	12,7	9 190	525	12,7
260	5 630	338	13,1	6 930	405	13,1	8 280	472	13,2	9 920	551	13,2
280	6 520	369	14,1	8 020	443	14,1	9 520	516	14,2	11 460	603	14,2
300	7 470	401	15,1	9 180	481	15,1	10 960	560	15,1	13 110	655	15,2

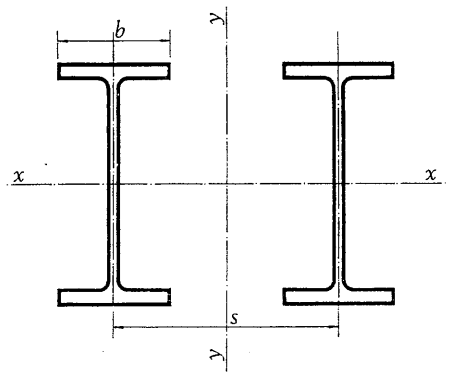
1. 5.8



Dos perfiles IPE con distintas separaciones entre ejes.

IPE	II 220			II 240			II 270			II 300		
s mm	A = 66,8 cm² I_x = 5 540 cm⁴ W_x = 5,04 cm³ i_x = 9,11 cm i = 2,48 cm			A = 78,2 cm² I_x = 7 780 cm⁴ W_x = 648 cm³ i_x = 9,97 cm i = 2,69 cm			A = 91,8 cm² I_x = 11 580 cm⁴ W_x = 858 cm³ i_x = 11,2 cm i = 3,02 cm			A = 108 cm² I_x = 16 720 cm⁴ W_x = 1 110 cm³ i_x = 12,5 cm i = 3,35 cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	2 430	221	6,03	3 380	282	6,58	5 020	372	7,40	7 260	484	8,21
120	2 810	245	6,49	3 380	282	6,58	—	—	—	—	—	—
130	3 230	269	6,96	3 870	310	7,04	—	—	—	—	—	—
140	3 680	295	7,43	4 400	338	7,50	5 340	388	7,63	—	—	—
150	4 170	321	7,90	4 970	368	7,97	6 000	421	8,09	7 260	484	8,21
160	4 690	347	8,37	5 570	398	8,44	6 720	455	8,55	8 090	522	8,67
170	5 240	374	8,85	6 220	429	8,92	7 470	490	9,02	8 980	561	9,14
180	5 820	401	9,33	6 900	460	9,39	8 280	525	9,49	9 920	601	9,60
190	6 440	429	9,82	7 630	492	9,87	9 120	562	9,97	10 920	642	10,1
200	7 090	457	10,3	8 390	524	10,4	10 020	598	10,4	11 970	684	10,5
210	7 770	486	10,8	9 190	557	10,8	10 960	635	10,9	13 070	726	11,0
220	8 490	515	11,3	10 030	590	11,3	11 950	673	11,4	14 230	769	11,5
230	9 240	544	11,8	10 910	623	11,8	12 980	711	11,9	15 440	813	12,0
240	10 030	573	12,3	11 830	657	12,3	14 060	750	12,4	16 700	857	12,5
250	10 850	603	12,7	12 790	691	12,8	15 180	789	12,9	18 020	901	12,9
260	11 700	632	13,2	13 780	725	13,3	16 350	828	13,3	19 390	946	13,4
270	12 580	662	13,7	14 820	760	13,8	17 570	868	13,8	20 820	991	13,9
280	13 500	692	14,2	15 900	795	14,3	18 830	908	14,3	22 300	1 040	14,4
300	15 440	753	15,2	18 160	865	15,2	21 500	988	15,3	25 420	1 130	15,4
320	17 510	814	16,2	20 590	936	16,2	24 340	1 070	16,3	28 750	1 220	16,3
340	19 720	876	17,2	23 170	1 010	17,2	27 370	1 150	17,3	32 300	1 320	17,3
350	20 870	907	17,7	24 520	1 040	17,7	28 950	1 190	17,8	34 160	1 370	17,8

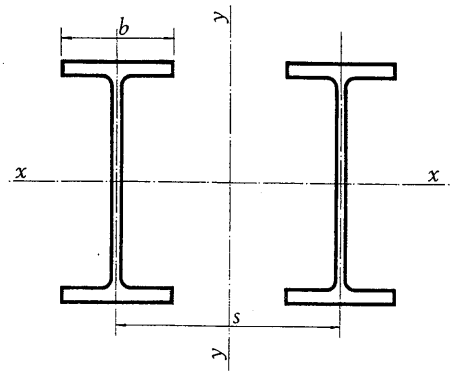
1. 5.8



Dos perfiles IPE con distintas separaciones entre ejes.

IPE	II 330			II 360			II 400			II 450		
s mm	A = 125 cm² I_x = 23 540 cm⁴ W_x = 1 430 cm³ i_x = 13,7 cm i = 3,55 cm			A = 145 cm² I_x = 32 540 cm⁴ W_x = 1 810 cm³ i_x = 15,0 cm i = 3,79 cm			A = 169 cm² I_x = 46 260 cm⁴ W_x = 2 320 cm³ i_x = 16,5 cm i = 3,95 cm			A = 198 cm² I_x = 67 480 cm⁴ W_x = 3 000 cm³ i_x = 18,5 cm i = 4,12 cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	9 590	599	8,75	12 590	740	9,30	16 330	907	9,83	21 190	1 120	10,4
160	9 590	599	8,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170	10 620	644	9,21	12 590	740	9,30	—	—	—	—	—	—
180	11 720	689	9,67	13 860	792	9,76	16 330	907	9,83	—	—	—
190	12 880	736	10,1	15 200	845	10,2	17 890	967	10,3	21 190	1 120	10,4
200	14 100	783	10,6	16 620	898	10,7	19 540	1 030	10,8	23 120	1 190	10,8
210	15 380	831	11,1	18 110	953	11,2	21 270	1 090	11,2	25 150	1 260	11,3
220	16 730	880	11,6	19 670	1 010	11,6	23 090	1 150	11,7	27 270	1 330	11,7
230	18 130	930	12,0	21 310	1 070	12,1	24 990	1 220	12,2	29 490	1 400	12,2
240	19 600	980	12,5	23 020	1 120	12,6	26 980	1 280	12,6	31 810	1 480	12,7
250	21 140	1 030	13,0	24 800	1 180	13,1	29 050	1 350	13,1	34 240	1 560	13,2
260	22 730	1 080	13,5	26 650	1 240	13,5	31 200	1 420	13,6	36 750	1 630	13,6
270	24 360	1 130	14,0	28 580	1 300	14,0	33 440	1 490	14,1	39 370	1 710	14,1
280	26 120	1 190	14,4	30 580	1 360	14,5	35 760	1 550	14,5	42 090	1 790	14,6
300	29 750	1 290	15,4	34 800	1 480	15,5	40 670	1 690	15,5	47 820	1 950	15,6
330	35 660	1 460	16,9	41 670	1 670	16,9	48 650	1 910	17,0	57 160	2 200	17,0
350	39 920	1 570	17,9	46 610	1 790	17,9	54 400	2 050	17,9	63 880	2 370	18,0
360	42 140	1 620	18,3	49 190	1 860	18,4	57 400	2 130	18,4	67 380	2 450	18,5
380	46 750	1 730	19	54 570	1 984	19,4	63 650	2 270	19,4	74 690	2 620	19,4
400	51 660	1 840	20,3	60 240	2 110	20,4	70 240	2 420	20,4	82 400	2 790	20,4
450	64 960	2 130	22,8	75 690	2 440	22,8	88 200	2 800	22,8	103 400	3 230	22,9
500	79 830	2 420	25,3	92 960	2 770	25,3	108 300	3 180	25,3	126 900	3 680	25,3

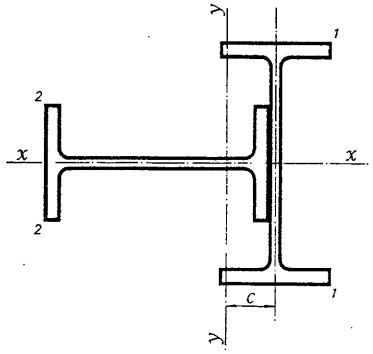
1. 5.8



Dos perfiles IPE con distintas separaciones entre ejes.

IPE	**II** 500			**II** 550			**II** 600		
s mm	A = 232 cm² I_x = 96 400 cm⁴ W_x = 3 860 cm³ i_x = 20,4 cm i = 4,31 cm			A = 268 cm² I_x = 134 200 cm⁴ W_x = 4 880 cm³ i_x = 22,3 cm i = 4,45 cm			A = 312 cm² I_x = 184 200 cm⁴ W_x = 6 140 cm³ i_x = 24,3 cm i = 4,66 cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	27 480	1 370	10,9	34 890	1 660	11,4	44 530	2 020	11,9
200	27 480	1 370	10,9	—	—	—	—	—	—
210	29 860	1 460	11,3	34 890	1 660	11,4	—	—	—
220	32 350	1 540	11,8	37 770	1 760	11,9	44 530	2 020	11,9
230	34 960	1 630	12,3	40 780	1 850	12,3	48 040	2 140	12,4
240	37 690	1 710	12,7	43 930	1 950	12,8	51 710	2 250	12,9
250	40 530	1 800	13,2	47 220	2 050	13,3	55 530	2 360	13,3
260	43 490	1 890	13,7	50 630	2 150	13,7	59 510	2 480	13,8
280	49 750	2 070	14,6	57 870	2 360	14,7	67 930	2 720	14,8
300	56 480	2 260	15,6	65 640	2 570	15,7	76 980	2 960	15,7
320	63 670	2 450	16,6	73 950	2 790	16,6	86 650	3 210	16,7
340	71 330	2 640	17,5	82 790	3 010	17,6	96 950	3 460	17,6
350	75 330	2 740	18,0	87 420	3 120	18,1	102 300	3 590	18,1
360	79 450	2 840	18,5	92 170	3 230	18,5	107 900	3 720	18,6
380	88 030	3 040	19,5	102 100	3 460	19,5	119 400	3 980	19,6
400	97 080	3 240	20,5	112 500	3 690	20,5	131 600	4 240	20,5
425	109 000	3 490	21,7	126 400	3 980	21,7	147 700	4 580	21,8
450	121 700	3 750	22,9	141 000	4 270	22,9	164 700	4 920	23,0
475	135 100	4 000	24,1	156 500	4 570	24,2	182 800	5 260	24,2
500	149 300	4 270	25,4	172 800	4 870	25,4	201 800	5 610	25,4
550	179 700	4 790	27,8	208 000	5 470	27,9	242 700	6 300	27,9
600	213 100	5 330	30,3	246 500	6 090	30,3	287 600	7 010	30,4

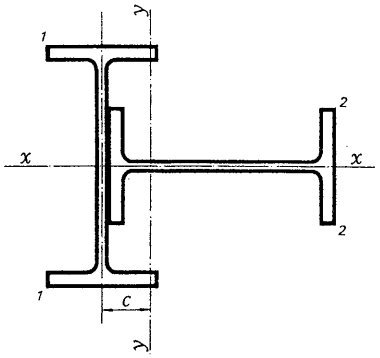
1.5.8



Dos perfiles IPE perpendiculares.

IPE		Sección	Peso	c	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y			
I	H	A cm²	P kg/m	cm	I_x cm⁴	W_x^1 cm³	W_x^2 cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y^1 cm³	W_y^2 cm³	i_y cm
	300	127	99	6,55	16 874	937	2 250	11,6	16 733	1 112	702	11,5
	330	135,3	106	7,82	17 058	948	2 132	11,2	22 418	1 374	876	12,9
	360	145,4	114	9,20	17 310	962	2 036	10,9	29 617	1 673	1 089	14,3
	400	157,2	123	11,0	17 590	973	1 954	10,6	40 440	2 077	1 374	16,0
360	450	172	135	13,2	17 950	997	1 889	10,2	56 739	2 616	1 762	18,2
	500	189	148	15,6	18 410	1 023	1 841	9,9	78 063	3 238	2 244	20,3
	550	207	162	18,1	18 940	1 052	1 803	9,6	104 854	3 943	2 810	22,5
	600	229	180	20,7	19 660	1 092	1 787	9,3	138 960	4 752	3 503	24,7
	300	138	109	6,00	23 730	1 190	3 160	13,1	17 510	1 170	717	11,3
	330	147	115	7,20	23 920	1 200	2 990	12,8	23 400	1 440	892	12,5
	360	157	123	8,52	24 170	1 210	2 840	12,4	30 860	1 760	1 110	14,0
	400	169	133	10,2	24 450	1 220	2 720	12,0	42 080	2 190	1 390	15,8
400	450	183	144	12,4	24 810	1 240	2 610	11,6	59 010	2 760	1 780	17,9
	500	201	157	14,7	25 270	1 260	2 530	11,2	81 130	3 420	2 270	20,1
	550	219	172	17,1	25 800	1 290	2 460	10,9	108 900	4 170	2 840	22,3
	600	241	189	19,7	26 520	1 330	2 410	10,5	144 200	5 020	3 540	24,5
	300	153	120	5,45	34 340	1 530	4 580	15,0	18 380	1 230	735	11,0
	330	161	127	6,58	34 530	1 530	4 320	14,6	24 490	1 520	911	12,3
	360	172	135	7,83	34 780	1 550	4 090	14,2	32 240	1 860	1 130	13,7
	400	183	144	9,44	35 060	1 560	3 900	13,8	43 890	2 320	1 410	15,5
450	450	198	155	11,5	35 420	1 570	3 730	13,4	61 480	2 930	1 810	17,6
	500	215	169	13,8	35 880	1 590	3 590	12,9	84 490	3 630	2 300	19,8
	550	233	183	16,1	36 410	1 620	3 470	12,5	113 300	4 430	2 880	22,1
	600	255	200	18,7	37 130	1 650	3 380	12,1	149 900	5 320	3 590	24,3

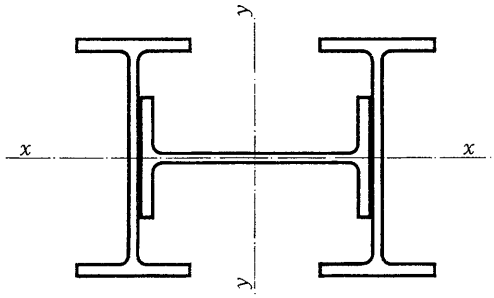
1.5.9



Dos perfiles IPE perpendiculares.

IPE		Sección	Peso	c	Referido al eje x-x				Referido al eje y-y			
I	H	A cm²	P kg/m	cm	I_x cm⁴	W_x^1 cm³	W_x^2 cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y^1 cm³	W_y^2 cm³	i_y cm
	300	170	133	4,91	48 800	1 950	6 510	17,0	19 340	1 300	756	10,7
	330	179	140	5,96	48 990	1 960	6 120	16,6	25 670	1 610	932	12,0
	360	189	148	7,13	49 240	1 970	5 790	16,2	33 720	1 970	1 150	13,4
	400	201	157	8,64	49 520	1 980	5 500	15,7	45 840	2 460	1 440	15,1
500	450	215	169	10,6	49 880	2 000	5 250	15,2	64 130	3 120	1 840	17,3
	500	232	182	12,8	50 340	2 010	5 030	14,7	88 080	3 870	2 330	19,5
	550	250	196	15,0	50 870	2 030	4 840	14,3	118 000	4 720	2 910	21,7
	600	272	214	17,5	51 590	2 060	4 690	13,8	156 100	5 680	3 630	24,0
	300	188	147	4,46	67 720	2 460	9 030	19,0	20 320	1 360	779	10,4
	330	197	154	5,43	67 910	2 470	8 490	18,6	26 850	1 690	955	11,7
	360	207	162	6,53	68 160	2 480	8 020	18,2	35 170	2 070	1 170	13,0
	400	219	172	7,95	68 440	2 490	7 600	17,7	47 700	2 590	1 460	14,8
550	450	233	183	9,78	68 800	2 500	7 240	17,2	66 640	3 290	1 860	16,9
	500	250	196	11,9	69 260	2 520	6 930	16,6	91 470	4 090	2 360	19,1
	550	268	210	14,0	69 790	2 540	6 650	16,1	122 500	5 000	2 950	21,4
	600	290	228	16,4	70 510	2 560	6 410	15,6	162 000	6 020	3 670	23,6
	300	210	165	4,00	92 680	3 090	12 360	21,0	21 490	1 430	808	10,1
	330	219	172	4,90	92 870	3 100	11 610	20,6	28 220	1 780	983	11,4
	360	229	180	5,91	93 120	3 100	10 960	20,2	36 820	2 180	1 200	12,7
	400	241	189	7,24	93 400	3 110	10 380	19,7	49 780	2 730	1 490	14,4
600	450	255	200	8,96	93 760	3 130	9 870	19,2	69 410	3 480	1 890	16,5
	500	272	214	10,9	94 220	3 140	9 420	18,6	95 190	4 340	2 400	18,7
	550	290	228	13,0	94 750	3 160	9 020	18,1	127 400	5 310	2 990	21,0
	600	312	245	15,3	95 470	3 180	8 680	17,5	168 500	6 410	3 720	32,2

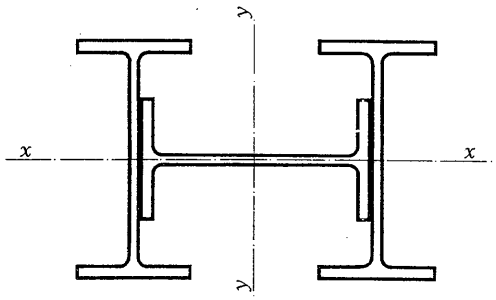
1. 5.9



Conjunto de tres perfiles IPE.

IPE		Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
II	⊢	A cm²	P kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	120	39,6	31,1	664	111	4,09	1 390	148	5,43
	140	42,8	33,6	681	113	3,99	1 970	189	6,79
140	140	49,2	38,6	1 130	161	4,79	2 350	216	6,91
	160	52,9	41,5	1 150	164	4,66	3 180	268	7,76
160	140	56,6	44,4	1 780	223	5,61	2 790	246	7,02
	160	60,3	47,3	1 810	226	5,47	3 740	303	7,88
	180	64,1	50,3	1 840	230	5,36	4 900	367	8,74
180	160	67,9	53,3	2 710	301	6,32	4 340	338	7,99
	180	71,7	56,3	2 740	305	6,18	5 630	407	8,86
	200	76,3	59,9	2 780	309	6,04	7 180	485	9,70
200	160	77,1	60,5	3 950	395	7,16	5 060	381	8,10
	180	80,9	63,5	3 980	398	7,01	6 510	456	8,97
	200	85,5	67,1	4 020	402	6,86	8 250	540	9,82
	220	90,4	71,0	4 090	409	6,72	10 310	633	10,7
220	180	90,7	71,2	5 640	513	7,89	7 500	507	9,09
	200	95,3	74,8	5 680	517	7,72	9 430	597	9,95
	220	100	78,7	5 750	522	7,57	11 710	697	10,8
	240	106	83,1	5 820	529	7,42	14 400	809	11,7
240	200	107	83,8	7 920	660	8,62	10 820	663	10,1
	220	112	87,6	7 990	665	8,46	13 340	771	10,9
	240	117	92,1	8 060	672	8,29	16 310	891	11,8
	270	124	97,4	8 200	683	8,13	21 270	1 070	13,1
270	200	125	98,3	11 790	873	9,70	15 390	851	11,1
	240	131	103	11 860	879	9,52	18 690	979	11,9
	270	138	108	12 000	889	9,34	24 190	1 170	13,3
	300	146	114	12 180	903	9,15	30 770	1 390	14,5

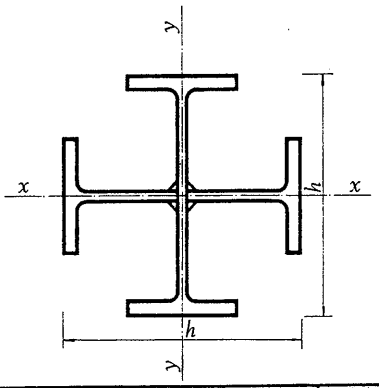
1.5.10



Conjunto de tres perfiles IPE.

IPE		Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
II	H	A cm^2	P kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
300	220	141	111	16 930	1 130	11,0	17 850	947	11,3
	240	147	115	17 000	1 130	10,8	21 520	1 080	12,1
	270	154	120	17 140	1 140	10,6	27 650	1 290	13,4
	300	161	127	17 320	1 150	10,4	34 940	1 530	14,7
330	240	164	129	23 820	1 440	12,0	24 640	1 210	12,2
	270	171	134	23 960	1 450	11,8	31 470	1 440	13,6
	300	179	141	24 140	1 460	11,6	39 530	1 690	14,9
	330	188	147	24 330	1 470	11,4	49 000	1 970	16,2
360	270	191	150	32 960	1 830	13,1	35 960	1 610	13,7
	300	199	156	33 140	1 840	12,9	44 920	1 880	15,0
	330	208	163	33 330	1 850	12,7	55 380	2 180	16,3
	360	218	171	33 580	1 870	12,4	67 580	2 510	17,6
400	270	215	169	46 580	2 330	14,7	41 220	1 800	13,9
	300	223	175	46 860	2 340	14,5	51 240	2 100	15,2
	330	232	182	47 050	2 350	14,3	62 850	2 420	16,5
	360	242	190	47 300	2 370	14,0	76 310	2 780	17,8
	400	254	199	47 580	2 380	13,7	96,310	3 270	19,5
450	300	251	197	68 080	3 030	16,5	59 010	2 360	15,3
	330	260	204	68 270	3 030	16,2	72 040	2 720	16,6
	360	270	212	68 520	3 050	15,9	87 040	3 110	17,9
	400	282	221	68 800	3 060	15,6	109 300	3 650	19,7
	450	296	233	69 160	3 070	15,3	141 400	4 350	21,8
500	330	295	231	97 190	3 890	18,2	83 180	3 080	16,8
	360	305	239	97 440	3 900	17,9	100 000	3 510	18,1
	400	317	248	97 720	3 910	17,6	125 000	4 100	19,9
	450	331	260	98 080	3 920	17,2	160 900	4 870	22,1
	500	348	273	98 540	3 940	16,8	203 500	5 730	24,2

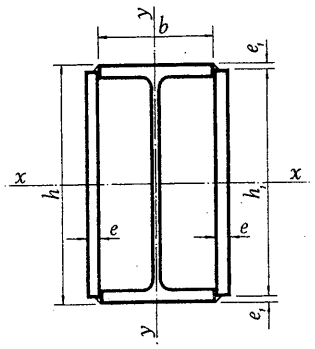
1. 5.10



Dos perfiles IPE en cruz.

IPE	h mm	Sección A cm²	Peso P kg/m	$I_x = I_y$ cm⁴	$W_x = W_y$ cm³	$i_x = i_y$ cm
140	140	32,6	25,6	586	83,7	4,24
160	160	40,0	31,4	937	117	4,84
180	180	47,5	37,3	1 440	160	5,51
200	200	56,7	44,5	2 080	208	6,06
220	220	66,5	52,2	2 980	270	6,69
240	240	77,8	61,1	4 170	348	7,32
270	270	91,4	71,7	6 210	460	8,24
300	300	107	84,0	8 960	598	9,15
330	330	125	97,8	12 560	761	10,0
360	360	145	114	17 310	962	10,9
400	400	168	132	24 450	1 220	12,1
450	450	197	154	35 420	1 570	13,4
500	500	231	181	50 340	2 010	14,8
550	550	267	210	69 790	2 540	16,2
600	600	311	244	95 470	3 180	17,5

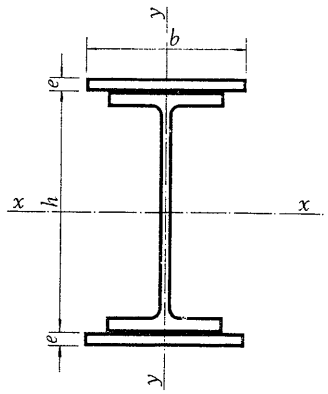
1.5.11



Un perfil IPE con dos platabandas soldadas.

IPE	b	$h_1 \cdot e$	e_1	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	64	110 · 8	5	30,8	24,2	495	82,6	4,01	257	64,2	2,89
140	73	130 · 8	5	37,2	29,2	834	119	4,73	387	87,0	3,23
160	82	150 · 8	5	44,1	34,6	1 320	165	5,47	556	113	3,55
180	91	168 · 10	6	57,5	45,1	2 110	234	6,06	961	173	4,09
200	100	188 · 10	6	66,1	51,9	3 050	305	6,79	1 280	214	4,40
220	110	208 · 10	6	75,0	58,9	4 270	388	7,55	1 710	262	4,77
240	120	224 · 12	8	92,9	72,9	6 140	511	8,13	2 630	366	5,32
270	135	254 · 12	8	107	83,9	9 070	672	9,21	3 720	468	5,90
300	150	284 · 12	8	122	95,7	12 490	863	10,3	5 080	584	6,46
330	160	314 · 12	8	138	108	17 960	1 090	11,4	6 370	692	6,80
360	170	340 · 15	10	175	137	26 100	1 450	12,2	9 790	979	7,48
400	180	380 · 15	10	199	156	36 850	1 840	13,6	12 180	1 160	7,83
450	190	430 · 15	10	228	179	53 620	2 380	15,3	15 260	1 390	8,18
500	200	480 · 20	10	308	242	85 060	3 400	16,6	25 440	2 120	9,09
550	210	530 · 20	10	346	272	116 700	4 250	18,4	30 780	2 460	9,43
600	220	580 · 20	10	388	305	157 100	5 240	20,1	36 880	2 840	9,75

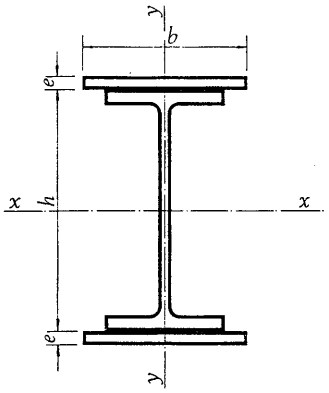
1. 5.12



Un perfil IPE con dos platabandas soldadas.

IPE	b mm	Valores de: I = cm⁴, W = cm³, i = cm											
		e = 10 mm				e = 12 mm				e = 15 mm			
		Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje		Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje		Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje	
				x-x	y-y			x-x	y-y			x-x	y-y
200	130	54,5	42,8	4 810 437 9,39	508 78,2 3,05	59,7	46,9	5 450 487 9,55	582 89,5 3,12	67,5	53,0	6 450 561 9,78	692 106 3,20
220	160	65,4	51,3	7 000 583 10,3	889 111 3,69	71,8	56,4	7 940 651 10,5	1 025 128 3,78	81,4	63,9	9 410 753 10,8	1 230 154 3,89
240	160	71,1	55,8	8 890 684 11,2	968 121 3,69	77,5	60,8	9 990 757 11,4	1 104 138 3,77	87,1	68,4	11 700 867 11,6	1 310 164 3,88
270	190	83,9	65,9	13 240 913 12,6	1 560 165 4,32	91,5	71,8	14 860 1 010 12,7	1 790 189 4,43	103	80,8	17 380 1 160 13,0	2 130 225 4,55
300	210	95,8	75,2	18 450 1 150 13,9	2 150 205 4,74	104	81,8	20 630 1 270 14,1	2 460 234 4,85	117	91,7	24 000 1 450 14,3	2 920 278 5,00
330	220	107	83,7	24 490 1 400 15,2	2 560 233 4,90	115	90,6	27 220 1 540 15,4	2 920 265 5,03	129	101	31 420 1 750 15,6	3 450 314 5,18
360	230	119	93,2	32 020 1 690 16,4	3 070 267 5,09	128	100	35 370 1 840 16,6	3 480 302 5,21	142	111	40 540 2 080 16,9	4 090 355 5,37
400	230	131	102	42 470 2 020 18,0	3 350 291 5,06	140	110	46 560 2 200 18,3	3 750 326 5,18	154	120	52 850 2 460 18,6	4 360 379 5,33
450	240	147	115	59 140 2 520 20,1	3 980 332 5,21	156	123	64 480 2 720 20,3	4 440 370 5,33	171	134	72 670 3 030 20,6	5 130 428 5,48
500	250	166	130	80 720 3 100 22,1	4 750 380 5,35	176	138	87,530 3 340 22,3	5 270 421 5,47	191	150	97 940 3 700 22,6	6 050 484 5,63
550	250	184	144	106 300 3 730 24,0	5 270 422 5,35	193	152	114 500 3 990 24,3	5 790 464 5,46	209	164	127 000 4 380 24,7	6 580 526 5,61
600	250	206	162	138 600 4 470 25,9	5 990 479 5,39	216	170	148 300 4 750 26,2	6 510 521 5,49	231	181	163 000 5 170 26,6	7 300 584 5,62

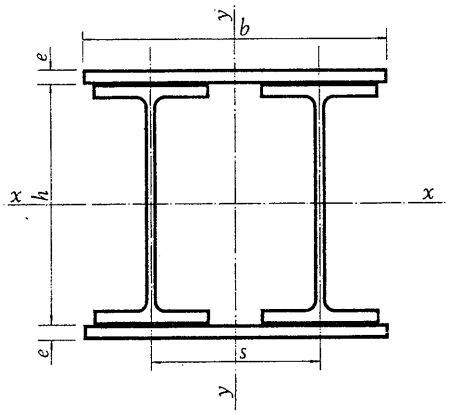
1. 5.13



para distintos espesores e de las platabandas

e = 20 mm				e = 24 mm				e = 30 mm				IPE
Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje x-x	Referidos al eje y-y	Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje x-x	Referidos al eje y-y	Sección A cm²	Peso P kg/m	Referidos al eje x-x	Referidos al eje y-y	
80,5	63,2	8 250 688 10,1	874 134 3,30	90,9	71,4	9 800 790 10,4	1 022 157 3,35	107	83,6	12 310 947 10,8	1 240 191 3,41	200
97,4	76,5	12 010 924 11,1	1 570 197 4,02	110	86,5	14 240 1 060 11,4	1 850 231 4,09	129	102	17 840 1 270 11,7	2 260 282 4,18	220
103	80,9	14 730 1 050 12,0	1 650 207 4,00	116	91,0	17 310 1 200 12,2	1 920 241 4,07	135	106	21 460 1 430 12,6	2 340 292 4,16	240
122	95,7	21 790 1 410 13,4	2 710 285 4,71	137	108	25 540 1 610 13,6	3 160 333 4,80	160	126	31 530 1 910 14,0	3 850 405 4,91	270
138	108	29 890 1 760 14,7	3 690 352 5,18	155	121	34 860 2 000 15,0	4 310 410 5,28	180	141	42 760 2 380 15,4	5 240 500 5,40	300
151	118	38 750 2 090 16,0	4 340 394 5,37	168	132	44 900 2 380 16,3	5 050 459 5,48	195	153	54 640 2 800 16,8	6 110 556 5,60	330
165	129	49 510 2 480 17,3	5 100 443 5,56	183	144	57 020 2 800 17,6	5 910 514 5,68	211	165	68 850 3 280 18,1	7 130 620 5,82	360
177	139	63 730 2 900 19,0	5 370 467 5,52	195	153	72 800 3 250 19,3	6 190 538 5,63	223	175	87 020 3 780 19,8	7 400 644 5,77	400
195	153	86 790 3 540 21,1	6 280 524 5,68	214	168	98 500 3 960 21,5	7 200 600 5,80	243	191	116 800 4 580 21,9	8 590 716 5,95	450
216	170	115 800 4 290 23,2	7 350 588 5,83	236	185	130 600 4 770 23,5	8 390 672 5,96	266	209	153 700 5 490 24,0	9 960 800 6,12	500
234	184	148 400 5 030 25,2	7 880 630 5,80	254	199	166 000 5 550 25,6	8 920 714 5,93	284	223	193 400 6 340 26,1	10 480 839 6,08	550
256	201	188 200 5 880 27,1	8 600 688 5,79	276	217	209 000 6 450 27,5	9 640 771 5,91	306	240	241 000 7 300 28,1	11 200 896 6,05	600

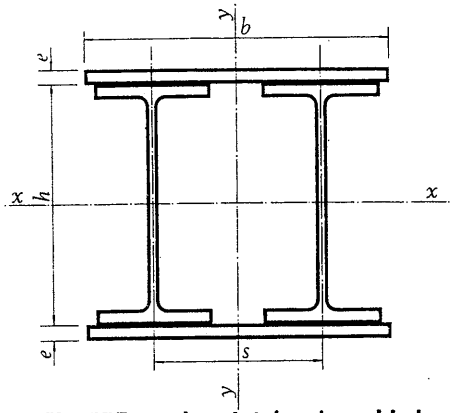
1. 5.13



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
						I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
160	100	200	8	72,2	56,7	4 000	454	7,44	2 210	221	5,53
			10	80,2	63,0	4 630	515	7,60	2 470	247	5,56
			12	88,2	69,2	5 290	576	7,75	2 740	274	5,58
	150	250	8	80,2	63,0	4 560	518	7,54	4 480	358	7,47
			10	90,2	70,8	5 350	595	7,70	5 000	400	7,45
			12	100	78,7	6 180	672	7,86	5 530	442	7,43
	200	300	8	88,2	69,2	5 130	583	7,62	7 760	517	9,38
			10	100	78,7	6 080	675	7,79	8 660	577	9,29
			12	112	88,1	7 070	769	7,94	9 560	637	9,23
	250	350	8	96,2	75,5	5 690	647	7,69	12 130	693	11,2
			10	110	86,5	6 800	756	7,86	13 560	775	11,1
			12	124	97,5	7 960	866	8,01	15 000	857	11,0
	300	400	8	104	81,8	6 260	711	7,75	17 710	886	13,0
			10	120	94,4	7 520	836	7,91	19 850	992	12,9
			12	136	107	8 850	962	8,06	21 980	1 100	12,7
180	100	250	8	87,8	68,9	6 180	630	8,39	3 480	278	6,30
			10	97,8	76,8	7 160	716	8,55	4 000	320	6,40
			12	108	84,6	8 180	802	8,71	4 530	362	6,48
	150	300	8	95,8	75,2	6 880	702	8,48	6 490	433	8,23
			10	108	84,6	8 060	806	8,65	7 390	493	8,28
			12	120	94,0	9 280	910	8,80	8 290	553	8,32
	200	350	8	104	81,5	7 590	775	8,55	10 700	611	10,2
			10	118	92,3	8 960	896	8,72	12 130	693	10,1
			12	132	103	10 390	1 020	8,88	13 560	775	10,1
	250	400	8	112	87,8	8 300	847	8,62	16 200	810	12,0
			10	128	100	9 870	987	8,79	18 340	917	12,0
			12	144	113	11 500	1 130	8,94	20 470	1 020	11,9
	300	450	8	120	94,0	9 010	919	8,67	23 110	1 030	13,9
			10	138	108	10 770	1 080	8,84	26 140	1 160	13,8
			12	156	122	12 610	1 240	9,00	29 190	1 300	13,7

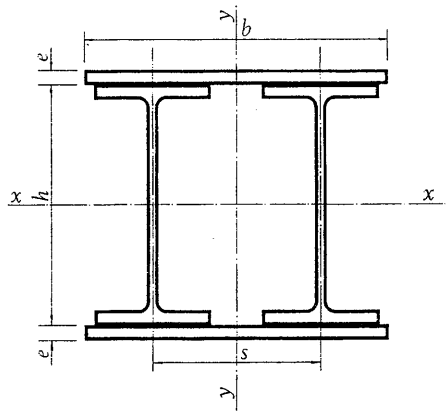
1.5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
200	150	300	8	105	82,4	9 070	840	9,30	7 090	473	8,22
			10	117	91,8	10 500	955	9,47	7 990	533	8,26
			12	129	101	11 980	1 070	9,64	8 890	593	8,30
	200	350	8	113	88,7	9 940	920	9,38	11 700	669	10,2
			10	127	99,7	11 600	1 050	9,56	13 130	750	10,2
			12	141	111	13 330	1 190	9,72	14 560	832	10,2
	250	400	8	121	95,0	10 810	1 000	9,45	17 720	886	12,1
			10	137	108	12 710	1 160	9,63	19 860	993	12,0
			12	153	120	14 680	1 310	9,80	21 990	1 100	12,0
	300	450	8	129	101	11 670	1 080	9,51	25 260	1 120	14,0
			10	147	115	13 810	1 260	9,69	28 300	1 260	13,9
			12	165	130	16 030	1 430	9,86	31 340	1 390	13,8
	350	500	8	137	108	12 540	1 160	9,57	34 410	1 380	15,8
			10	157	123	14 910	1 360	9,75	38 570	1 540	15,7
			12	177	139	17 380	1 550	9,91	42 740	1 710	15,5
220	150	300	8	115	90,1	11 780	998	10,1	7 770	518	8,23
			10	127	99,5	13 480	1 120	10,3	8 670	578	8,27
			12	139	109	15 240	1 250	10,5	9 570	638	8,30
	200	350	8	123	96,4	12 820	1 090	10,2	12 810	732	10,2
			10	137	107	14 800	1 230	10,4	14 240	813	10,2
			12	151	118	16 850	1 380	10,6	15 670	895	10,2
	250	400	8	131	103	13 860	1 170	10,3	19 380	969	12,2
			10	147	115	16 130	1 340	10,5	21 510	1 080	12,1
			12	163	128	18 470	1 510	10,7	23 650	1 180	12,1
	300	450	8	139	109	14 900	1 260	10,4	27 590	1 230	14,1
			10	157	123	17 450	1 450	10,5	30 630	1 360	14,0
			12	175	137	20 090	1 650	10,7	33 670	1 500	13,9
	350	500	8	147	115	15 940	1 350	10,4	37 530	1 500	16,0
			10	167	131	18 770	1 560	10,6	41 700	1 670	15,8
			12	187	147	21 700	1 780	10,8	45 870	1 830	15,7

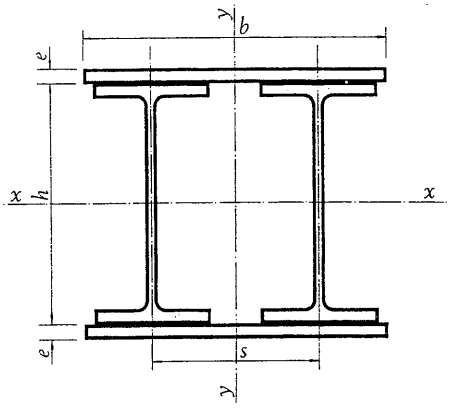
1. 5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
240	150	300	8	126	99,1	15 160	1 180	11,0	8 570	571	8,24
			10	138	108	17 160	1 320	11,1	9 470	631	8,28
			12	150	118	19 220	1 460	11,3	10 370	691	8,31
	200	350	8	134	105	16 390	1 280	11,1	14 100	806	10,3
			10	148	116	18 720	1 440	11,2	15 530	888	10,2
			12	162	127	21 130	1 600	11,4	17 000	969	10,2
	250	400	8	142	112	17 620	1 380	11,1	21 320	1 070	12,2
			10	158	124	20 290	1 560	11,3	23 450	1 170	12,2
			12	174	137	23 030	1 740	11,5	25 590	1 280	12,1
	300	450	8	150	118	18 850	1 470	11,2	30 310	1 350	14,2
			10	168	132	21 850	1 680	11,4	33 350	1 480	14,1
			12	186	146	24 940	1 890	11,6	36 390	1 620	14,0
	350	500	8	158	124	20 090	1 570	11,3	41 180	1 650	16,1
			10	178	140	23 410	1 800	11,5	45 350	1 810	16,0
			12	198	156	26 850	2 030	11,6	49 520	1 980	15,8
270	200	350	10	162	127	25 310	1 750	12,5	17 170	981	10,3
			12	176	138	28 290	1 920	12,7	18 600	1 060	10 3
			15	197	154	32 920	2 190	12,9	20 740	1 180	10,3
	250	400	10	172	125	27 270	1 880	12,6	25 850	1 290	12,3
			12	188	147	30 680	2 090	12,8	27 980	1 400	12,2
			15	212	166	35 970	2 400	13,0	31 180	1 560	12,1
	300	450	10	182	143	29 230	2 020	12,7	36 680	1 630	14,2
			12	200	157	33 060	2 250	12,9	39 720	1 770	14,1
			15	227	178	39 020	2 600	13,1	44 280	1 970	14,0
	350	500	10	192	151	31 190	2 150	12,8	49 790	1 990	16,1
			12	212	166	35 450	2 410	12,9	53 950	2 160	15,9
			15	242	190	42 070	2 800	13,2	60 200	2 410	15,8
	400	550	10	202	158	33 150	2 290	12,8	65 290	2 370	18,0
			12	224	176	37 840	2 570	13,0	70 840	2 580	17,8
			15	257	202	45 120	3 010	13,3	79 150	2 880	17,6

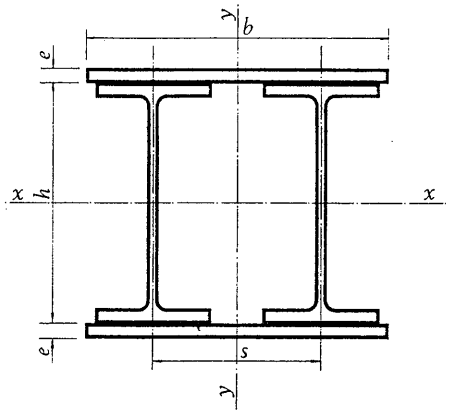
1.5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
						I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
300	200	400	10	188	147	35 950	2 250	13,8	22 630	1 130	11,0
			12	204	160	40 090	2 470	14,0	24 770	1 240	11,0
			15	230	179	46 510	2 820	14,3	27 970	1 400	11,1
	250	450	10	198	155	38 350	2 400	13,9	33 210	1 480	13,0
			12	216	169	43 020	2 660	14,1	36 250	1 610	13,0
			15	243	190	50 230	3 040	14,4	40 800	1 810	13,0
	300	500	10	208	163	40 750	2 550	14,0	46 250	1 850	14,9
			12	228	179	45 940	2 840	14,2	50 420	2 020	14,9
			15	260	202	53 960	3 270	14,5	56 670	2 270	14,8
	350	550	10	218	171	43 160	2 700	14,1	61 890	2 250	16,9
			12	240	188	48 860	3 020	14,3	67 440	2 450	16,8
			15	273	214	57 680	3 500	14,5	75 750	2 750	16,7
	400	600	10	228	179	45 560	2 850	14,1	80 250	2 670	18,8
			12	252	198	51 780	3 200	14,3	87 450	2 910	18,6
			15	288	226	61 410	3 720	14,6	98 250	3 270	18,5
330	200	400	10	205	161	46 670	2 670	15,1	24 760	1 240	11,0
			12	221	174	51 620	2 920	15,3	26 900	1 340	11,0
			15	245	192	59 270	3 290	15,5	30 100	1 510	11,1
	250	450	10	215	169	49 560	2 830	15,2	36 330	1 610	13,0
			12	233	183	55 130	3 110	15,4	39 360	1 750	13,0
			15	260	204	63 740	3 540	15,7	43 920	1 950	13,0
	300	500	10	225	177	52 450	3 000	15,3	50 580	2 020	15,0
			12	245	192	58 640	3 310	15,5	54 750	2 190	14,9
			15	275	216	68 200	3 790	15,7	61 000	2 440	14,9
	350	550	10	235	185	55 340	3 160	15,3	67 650	2 460	17,0
			12	257	202	62 150	3 510	15,5	73 190	2 660	16,9
			15	290	228	72 670	4 040	15,8	81 510	2 960	16,8
	400	600	10	245	192	58 230	3 330	15,4	87 660	2 920	18,9
			12	269	211	65 660	3 710	15,6	94 860	3 160	18,8
			15	305	240	77 130	4 290	15,9	105 700	3 520	18,6

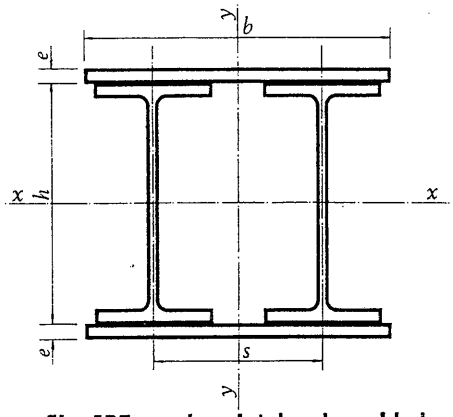
1. 5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
360	250	450	10	235	185	63 350	3 330	16,4	39 990	1 780	13,0
			12	253	199	69 920	3 640	16,6	43 020	1 910	13,0
			15	280	280	80 030	4 100	16,9	47 580	2 110	13,0
	300	500	10	245	193	66 770	3 510	16,5	55 630	2 230	15,1
			12	265	208	74 070	3 860	16,7	59 800	2 390	15,0
			15	295	232	85 300	4 370	17,0	66 050	2 640	15,0
	350	550	10	255	200	70 200	3 690	16,6	74 340	2 700	17,1
			12	277	218	78 220	4 070	16,8	79 880	2 900	17,0
			15	310	244	90 580	4 640	17,1	88 200	3 210	16,9
	400	600	10	265	208	73 620	3 870	16,7	96 240	3 210	19,0
			12	289	227	82 380	4 290	16,9	103 400	3 450	18,9
			15	325	255	95 860	4 920	17,2	114 200	3 810	18,7
	450	650	10	275	216	77 040	4 050	16,7	121 500	3 740	21,0
			12	301	237	86 530	4 510	16,9	130 600	4 020	20,8
			15	340	267	101 100	5 190	17,2	144 300	4 440	20,6
400	250	450	10	259	203	84 090	4 000	18,0	44 240	1 970	13,1
			12	277	217	92 100	4 340	18,2	47 270	2 100	13 1
			15	304	239	104 400	4 860	18,5	51 830	2 300	13,1
	300	500	10	269	211	88 290	4 200	18,1	61 500	2 460	15,1
			12	289	227	97 200	4 580	18,3	65 670	2 630	15,1
			15	319	250	110 900	5 160	18,6	71 920	2 880	15,0
	350	550	10	279	219	92 500	4 400	18,2	82 130	2 990	17,2
			12	301	236	102 300	4 830	18,4	87 670	3 190	17,1
			15	334	262	117 300	5 460	18,7	95 990	3 490	17,0
	400	600	10	289	227	96 700	4 600	18,3	106 200	3 540	19,2
			12	313	246	107 400	5 070	18,5	113 400	3 780	19,0
			15	349	274	123 800	5 760	18,8	124 200	4 140	18,9
	450	650	10	299	235	100 900	4 800	18,4	134 000	4 120	21,2
			12	325	255	112 500	5 310	18,6	143 100	4 400	21,0
			15	364	286	130 300	6 060	18,9	156 900	4 830	20,8

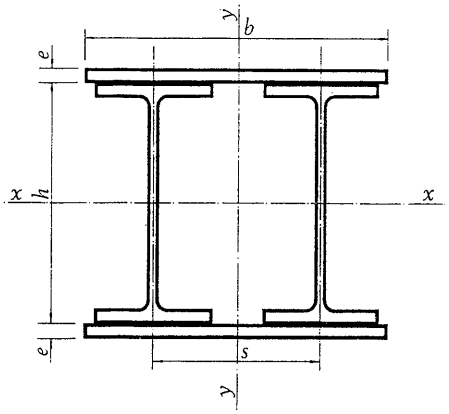
1. 5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
				A	P	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
450	300	550	10	308	241	125 700	5 350	20,2	75 550	2 750	15,7
			12	330	259	137 900	5 820	20,5	81 100	2 950	15,7
			15	363	285	156 700	6 530	20,8	89 410	3 250	15,7
	350	600	10	318	249	131 000	5 570	20,3	99 880	3 330	17,7
			12	342	268	144 300	6 090	20,6	107 100	3 570	17,7
			15	378	296	164 800	6 870	20,9	117 900	3 930	17,7
	400	650	10	328	257	136 300	5 800	20,4	128 200	3 940	19,8
			12	354	278	150 700	6 360	20,6	137 300	4 230	19,7
			15	393	308	172 900	7 210	21,0	151 100	4 650	19,6
	450	700	10	338	265	141 600	6 020	20,5	160 600	4 590	21,8
			12	366	287	157 100	6 630	20,7	172 000	4 910	21,7
			15	408	320	181 000	7 540	21,1	189 100	5 400	21,5
	500	750	10	348	273	146 800	6 250	20,6	197 200	5 260	23,8
			12	378	296	163 600	6 900	20,8	211 200	5 630	23,7
			15	423	332	189 100	7 880	21,2	232 300	6 200	23,4
500	300	550	12	364	286	182 900	6 980	22,4	89 760	3 260	15,7
			15	397	312	205 800	7 770	22,8	98 070	3 570	15,7
			20	452	355	245 200	9 080	23,3	111 900	4 070	15,7
	350	600	12	376	295	190 800	7 280	22,5	118 500	3 950	17,8
			15	412	323	215 800	8 140	22,9	129 300	4 310	17,7
			20	472	371	258 700	9 580	23,4	147 300	4 910	17,7
	400	650	12	388	305	198 700	7 580	22,6	152 000	4 680	19,8
			15	427	335	225 700	8 520	23,0	165 700	5 100	19,7
			20	492	386	272 200	10 080	23,5	188 600	5 800	19,6
	450	700	12	400	314	206 500	7 880	22,7	190 300	5 440	21,8
			15	442	347	235 700	8 890	23,1	207 500	5 930	21,7
			20	512	402	285 800	10 580	23,6	236 000	6 740	21,5
	500	750	12	412	323	214 400	8 180	22,8	233 700	6 230	23,8
			15	457	359	245 600	9 270	23,2	254 700	6 790	23,6
			20	532	418	299 300	11 080	23,7	289 900	7 730	23,3

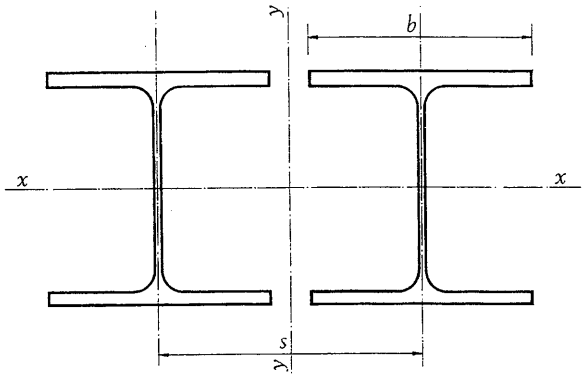
1. 5.14



Dos perfiles IPE con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes.

IPE	s	b	e	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
550	350	600	12	412	323	248 000	8 640	24,5	130 600	4 350	17,8
			15	448	352	277 900	9 580	24,9	141 400	4 710	17,8
			20	508	399	329 200	11 160	25,5	159 400	5 310	17,7
	400	650	12	424	333	257 400	8 970	24,6	167 500	5 150	19,9
			15	463	363	289 900	10 000	25,0	181 200	5 580	19,8
			20	528	414	345 500	11 710	25,6	204 000	6 280	19,7
	450	700	12	436	342	266 900	9 300	24,7	209 600	5 990	21,9
			15	478	375	301 900	10 410	25,1	226 800	6 480	21,8
			20	548	430	361 800	12 260	25,7	255 300	7 300	21,6
	500	750	12	448	352	276 400	9 630	24,8	257 200	6 860	24,0
			15	493	387	313 800	10 820	25,2	278 300	7 420	23,8
			20	568	446	378 000	12 800	25,8	313 400	8 360	23,5
	550	800	12	460	361	285 800	9 960	24,9	310 400	7 780	26,0
			15	508	399	325 800	11 230	25,3	336 000	8 400	25,7
			20	588	462	394 200	13 360	25,9	378 700	9 470	25,4
600	350	600	12	456	358	319 000	10 220	26,4	145 500	4 850	17,9
			15	492	386	354 400	11 250	26,8	156 300	5 210	17,8
			20	552	433	414 900	12 970	27,4	174 300	5 810	17,8
	400	650	12	468	367	330 300	10 580	26,6	186 500	5 740	20,0
			15	507	398	368 600	11 700	27,0	200 200	6 160	19,9
			20	572	449	434 100	13 570	27,5	223 100	6 870	19,8
	450	700	12	480	377	341 500	10 950	26,7	233 300	6 670	22,0
			15	522	410	382 800	12 150	27,1	250 500	7 160	21,9
			20	592	465	453 400	14 170	27,7	279 000	7 970	21,7
	500	750	12	492	386	352 700	11 310	26,8	286 200	7 630	24,1
			15	537	422	397 000	12 600	27,2	307 200	8 190	23,9
			20	612	480	472 600	14 770	27,8	342 400	9 130	23,7
	550	800	12	504	396	364 000	11 670	26,9	345 100	8 630	26,2
			15	552	433	411 200	13 050	27,3	370 700	9 270	25,9
			20	632	496	491 800	15 370	27,9	413 400	10 330	25,6

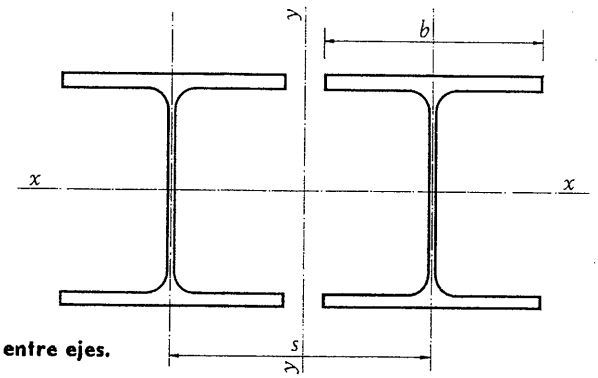
1.5.14



Dos perfiles HEB con distintas separaciones entre ejes.

HEB	HEB 120			HEB 140			HEB 160		
s mm	$A = 68{,}0\ cm^2$ $I_x = 1\,730\ cm^4$ $W_x = 288\ cm^3$ $i_x = 5{,}04\ cm$ $i = 3{,}06\ cm$			$A = 86{,}0\ cm^2$ $I_x = 3\,020\ cm^4$ $W_x = 432\ cm^2$ $i_x = 5{,}93\ cm$ $i = 3{,}58\ cm$			$A = 109\ cm^2$ $I_x = 4\,980\ cm^4$ $W_x = 622\ cm^2$ $i_x = 6{,}78\ cm$ $i = 4{,}05\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
b	3 080	257	6,73	5 310	380	7,86	8 730	546	8,97
120	3 080	257	6,73	—	—	—	—	—	—
140	3 970	305	7,64	5 310	380	7,86	—	—	—
150	4 460	330	8,10	5 940	409	8,31	—	—	—
160	4 990	356	8,56	6 600	440	8,76	8 730	546	8,97
180	6 140	410	9,51	8 070	504	9,68	10 570	622	9,87
200	7 440	465	10,5	9 700	571	10,6	12 640	702	10,8
250	11 260	609	12,9	14 540	746	13,0	18 750	914	13,1
300	15 940	759	15,3	20 450	930	15,4	26 210	1 140	15,5
350	21 460	913	17,8	27 440	1 120	17,9	35 040	1 370	18,0
400	27 840	1 070	20,2	35 500	1 310	20,3	45 220	1 610	20,4

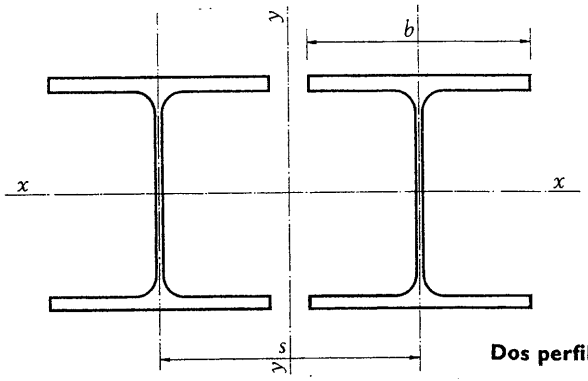
1.5.15



Dos perfiles HEB con distintas separaciones entre ejes.

HEB	HEB 180			HEB 200			HEB 220		
s mm	$A = 131$ cm² $I_x = 7\,660$ cm⁴ $W_x = 852$ cm³ $i_x = 7{,}66$ cm $i = 4{,}57$ cm			$A = 156$ cm² $I_x = 11\,400$ cm⁴ $W_x = 1\,140$ cm³ $i_x = 8{,}54$ cm $i = 5{,}07$ cm			$A = 182$ cm² $I_x = 16\,180$ cm⁴ $W_x = 1\,470$ cm³ $i_x = 9{,}43$ cm $i = 5{,}59$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	13 300	739	10,1	19 620	981	11,2	27 700	1 260	12,3
200	15 780	831	11,0	19 620	981	11,2	—	—	—
250	23 130	1 080	13,3	28 410	1 260	13,5	34 120	1 450	13,7
300	32 110	1 340	15,7	39 150	1 570	15,8	46 630	1 790	16,0
350	42 720	1 610	18,1	51 840	1 880	18,2	61 420	2 160	18,4
400	54 960	1 900	20,5	66 480	2 220	20,6	78 480	2 530	20,8
450	68 840	2 190	22,9	83 080	2 560	23,1	97 820	2 920	23,2
500	84 350	2 480	25,4	101 600	2 900	25,5	119 400	3 320	25,6
550	101 500	2 780	27,8	122 100	3 260	28,0	143 300	3 720	28,1
600	120 300	3 080	30,3	144 600	3 610	30,4	169 500	4 130	30,5
650	140 700	3 390	32,8	169 000	3 980	32,9	197 900	4 550	33,0

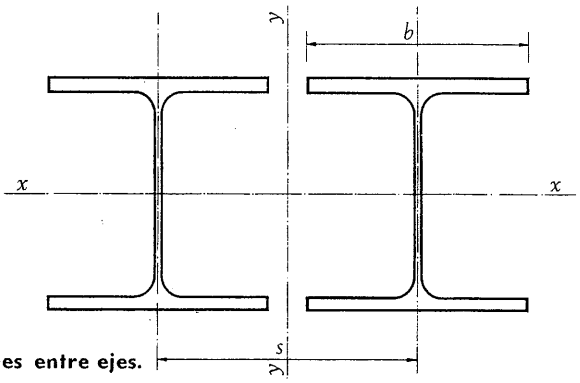
1. 5.15



Dos perfiles HEB con distintas separaciones entre ejes.

HEB	HEB 240			HEB 260			HEB 280		
s mm	$A = 212\ cm^2$ $I_x = 22\,520\ cm^4$ $W_x = 1\,880\ cm^3$ $i_x = 10{,}3\ cm$ $i = 6{,}08\ cm$			$A = 236\ cm^2$ $I_y = 29\,840\ cm^4$ $W_x = 2\,300\ cm^3$ $i_x = 11{,}2\ cm$ $i = 6{,}58\ cm$			$A = 262\ cm^2$ $I_x = 38\,540\ cm^4$ $W_x = 2\,760\ cm^3$ $i_x = 12{,}1\ cm$ $i = 7{,}09\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
b	38 370	1 600	13,5	50 160	1 930	14,6	64 550	2 310	15,7
250	40 970	1 670	13,9	—	—	—	—	—	—
300	55 540	2 060	16,2	63 360	2 260	16,4	72 130	2 490	16,6
350	72 770	2 470	18,5	82 540	2 710	18,7	93 420	2 970	18,9
400	92 640	2 900	20,9	104 700	3 170	21,1	118 000	3 470	21,2
450	115 200	3 340	23,3	129 700	3 650	23,4	145 800	4 000	23,6
500	140 300	3 790	25,7	157 800	4 150	25,9	176 900	4 540	26,0
550	168 200	4 260	28,2	188 700	4 660	28,3	211 300	5 090	28,4
600	198 600	4 730	30,6	222 700	5 180	30,7	249 000	5 660	30,8
650	231 800	5 210	33,1	259 500	5 700	33,2	289 900	6 230	33,3
700	267 500	5 690	35,5	299 400	6 240	35,6	334 100	6 820	35,7

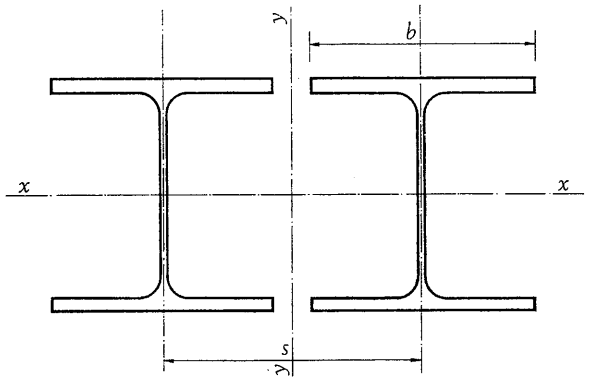
1. 5.15



Dos perfiles HEB con distintas separaciones entre ejes.

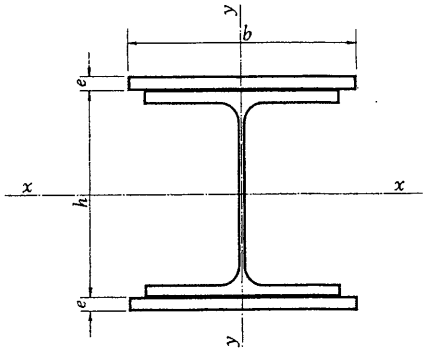
HEB	HEB 300			HEB 320			HEB 340		
s mm	$A = 298$ cm² $I_y = 50\,340$ cm⁴ $W_x = 3\,360$ cm³ $i_x = 13{,}0$ cm $i = 7{,}58$ cm			$A = 322$ cm² $I_x = 61\,640$ cm⁴ $W_x = 3\,860$ cm³ $i_x = 13{,}8$ cm $i = 7{,}57$ cm			$A = 342$ cm² $I_x = 73\,320$ cm⁴ $W_x = 4\,320$ cm³ $i_x = 14{,}6$ cm $i = 7{,}53$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
b	84 170	2 810	16,8	90 930	3 030	16,8	96 330	3 210	16,8
350	108 400	3 330	19,1	117 100	3 600	19,1	124 100	3 820	19,1
400	136 300	3 890	21,4	147 300	4 210	21,4	156 200	4 460	21,4
450	168 000	4 480	23,7	181 500	4 840	23,7	192 500	5 130	23,7
500	203 400	5 080	26,1	219 700	5 490	26,1	233 100	5 830	26,1
600	285 300	6 340	30,9	308 300	6 850	30,9	327 200	7 270	30,9
700	382 200	7 640	35,8	412 900	8 260	35,8	438 300	8 770	35,8
750	436 200	8 310	38,3	471 300	8 980	38,3	500 300	9 530	38,2
800	493 900	8 980	40,7	533 700	9 700	40,7	566 600	10 300	40,7
900	620 600	10 340	45,6	670 500	11 180	45,6	711 900	11 870	45,6
1 000	762 100	11 720	50,6	823 500	12 670	50,6	874 400	13 450	50,6

1.5.15



HEB 360			HEB 400			HEB
A = 362 cm² I_x = 86 380 cm⁴ W_x = 4 800 cm³ i_x = 15,5 cm i = 7,49 cm			A = 396 cm² I_x = 115 400 cm⁴ W_x = 5 760 cm³ i_x = 17,1 cm i = 7,40 cm			s mm
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	
101 700	3 390	16,8	110 700	3 690	16,7	b
131 100	4 040	19,0	142 900	4 400	19,0	350
165 100	4 720	21,4	180 000	5 140	21,3	400
203 500	5 430	23,7	222 100	5 920	23,7	450
246 500	6 160	26,1	269 100	6 730	26,1	500
346 100	7 690	30,9	378 000	8 400	30,9	600
463 700	9 270	35,8	506 700	10 130	35,8	700
529 300	10 080	38,2	578 500	11 020	38,2	750
599 500	10 900	40,7	655 200	11 910	40,7	800
753 300	12 560	45,6	823 500	13 730	45,6	900
925 300	14 240	50,6	1 012 000	15 560	50,5	1 000

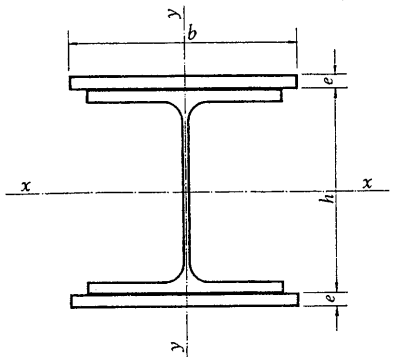
1. 5.15



Un perfil HEB con dos platabandas soldadas.

HEB	b	Valores de: I = cm⁴, W = cm³, i = cm											
		e = 10 mm				e = 12 mm				e = 15 mm			
		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje	
	mm	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y
120	160	66,0	51,8	2 220 317 5,80	1 000 125 3,90	72,4	56,8	2 540 353 5,92	1 140 142 3,96	82,0	64,4	3 060 408 6,11	1 340 168 4,05
140	200	83,0	65,2	3 760 470 6,73	1 880 188 4,76	91,0	71,4	4 290 523 6,87	2 100 210 4,80	103	80,9	5 130 604 7,06	2 550 255 4,98
160	220	98,3	77,2	5 670 630 7,59	2 660 242 5,20	107	84,1	6 400 696 7,73	3 020 274 5,31	120	94,4	7 560 796 7,93	3 550 323 5,43
180	240	113	89	8 170 817 8,49	3 670 306 5,69	123	96,5	9 150 897 8,63	4 130 344 5,79	137	108	10 690 1 020 8,82	4 820 402 5,92
200	250	128	101	11 220 1 020 9,36	4 610 369 6,00	138	108	12 450 1 110 9,49	5 130 410 6,09	153	120	14 380 1 250 9,69	5 910 473 6,21
220	250	141	111	14 710 1 230 10,2	5 450 436 6,22	151	119	16 170 1 330 10,3	5 970 478 6,29	166	130	18 460 1 480 10,5	6 750 540 6,38
240	300	166	130	20 640 1 590 11,2	8 420 562 7,12	178	140	22 700 1 720 11,3	9 320 622 7,24	196	154	25 910 1 920 11,5	10 670 712 7,38

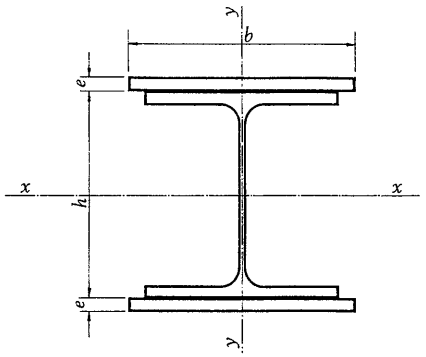
1.5.16



para distintos espesores e de las platabandas

e = 20 mm				e = 24 mm				e = 30 mm				HEB
A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		
cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	
98,0	76,9	4 000 500 6,39	1 690 211 4,15	111	87,0	4 880 581 6,64	1 960 245 4,20	—	—	—	—	120
123	96,6	6 660 740 7,36	3 220 322 5,11	139	109	8 010 852 7,59	3 750 375 5,19	163	128	10 270 1 030 7,94	4 550 455 5,28	140
142	111	9 650 965 8,23	4 440 403 5,58	160	126	11 480 1 100 8,47	5 150 468 5,67	186	146	14 500 1 320 8,82	6 210 565 5,77	160
161	127	13 460 1 220 9,13	5 970 498 6,08	181	142	15 870 1 390 9,38	6 890 574 6,18	209	164	19 810 1 650 9,73	8 280 690 6,29	180
178	140	17 830 1 490 10,1	7 210 577 6,36	198	156	20 810 1 680 10,2	8 260 660 6,46	228	179	25 650 1 970 10,6	9 820 786 6,56	200
191	150	22 520 1 730 10,9	8 060 645 6,50	211	166	26 010 1 940 11,1	9 100 728 6,57	241	189	31 640 2 260 11,5	10 660 853 6,65	220
226	177	31 580 2 260 11,8	12 920 862 7,56	250	196	36 420 2 530 12,1	14 720 982 7,67	286	225	44 200 2 950 12,4	17 420 1 160 7,81	240

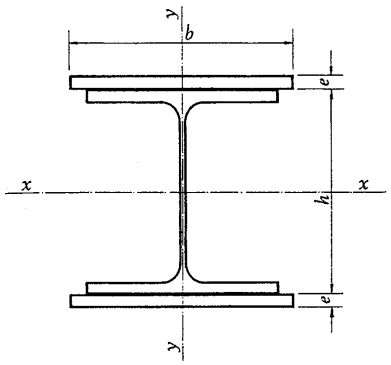
1. 5.16



Un perfil HEB con dos platabandas soldadas.

HEB	b	Valores de: $I = cm^4$ $W = cm^3$ $i = cm$											
		$e = 15$ mm				$e = 20$ mm				$e = 24$ mm			
		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje	
	mm	cm^2	kg/m	x-x	y-y	cm^2	kg/m	x-x	y-y	cm^2	kg/m	x-x	y-y
260	300	208	164	31 950 2 200 12,4	11 890 792 7,55	238	187	38 480 2 570 12,7	14 140 942 7,70	262	206	44 030 2 860 13,0	15 940 1 060 7,79
280	325	229	180	40 500 2 610 13,3	15 180 934 8,14	261	205	48 560 3 040 13,6	18 040 1 110 8,31	287	226	55 390 3 380 13,9	20 330 1 250 8,41
300	350	254	199	51 240 3 110 14,2	19 290 1 100 8,71	289	227	61 060 3 590 14,5	22 860 1 310 8,89	317	249	69 340 3 990 14,8	25 720 1 470 9,01
320	350	266	209	60 300 3 450 15,0	19 960 1 140 8,66	301	237	71 330 3 960 15,4	23 530 1 340 8,84	329	259	80 600 4 380 15,6	26 390 1 510 8,95
340	350	276	217	69 760 3 770 15,9	20 410 1 170 8,60	311	244	82 070 4 320 16,2	23 980 1 370 8,78	340	266	92 390 4 760 16,5	26 840 1 530 8,90
360	350	286	224	80 120 4 110 16,7	20 860 1 190 8,55	320	252	93 780 4 690 17,1	24 430 1 400 8,73	349	274	105 200 5 160 17,4	27 290 1 560 8,85
400	350	303	238	102 900 4 790 18,4	21 540 1 230 8,43	338	265	119 500 5 430 18,8	25 110 1 430 8,61	366	287	133 300 5 950 19,1	27 970 1 600 8,74

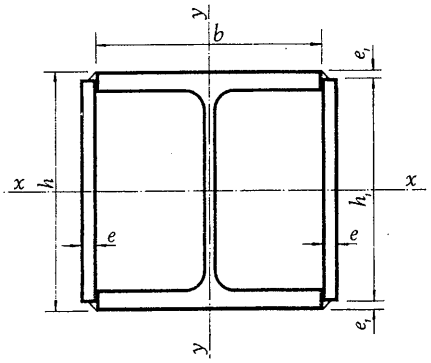
1. 5.16



para distintos espesores e de las platabandas

$e = 30$ mm				$e = 35$ mm				$e = 45$ mm				HEB
A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		A	P	Referidos al eje		
cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	cm²	kg/m	x-x	y-y	
298	234	52 900 3 310 13,3	18 640 1 240 7,90	328	258	60 820 2 300 13,6	20 890 1 390 7,97	388	305	78 170 2 840 14,2	25 390 1 690 8,08	260
326	256	66 270 3 900 14,2	23 760 1 460 8,53	359	282	75 940 4 340 14,5	26 620 1 640 8,61	424	333	97 000 5 240 15,1	32 340 1 990 8,73	280
359	282	82 500 4 580 15,2	30 000 1 710 9,14	394	309	94 160 5 090 15,5	33 580 1 920 9,23	464	364	119 400 6 120 16,0	40 720 2 330 9,37	300
371	291	95 290 5 020 16,0	30 680 1 750 9,09	406	319	108 300 5 550 16,3	34 250 1 960 9,18	476	374	136 300 6 650 16,9	41 400 2 370 9,32	320
381	299	108 700 5 440 16,9	31 130 1 780 9,04	416	326	123 000 6 000 17,2	34 700 1 980 9,13	486	381	153 900 7 160 17,8	41 850 2 390 9,28	340
391	307	123 200 5 870 17,8	31 580 1 800 8,99	426	334	139 000 6 470 18,1	35 260 2 010 9,10	496	389	172 900 7 680 18,7	42 300 2 420 9,24	360
408	320	154 900 6 730 19,5	32 260 1 840 8,89	443	348	173 800 7 400 19,8	35 940 2 050 9,01	513	403	214 200 8 740 20,4	42 980 2 460 9,16	400

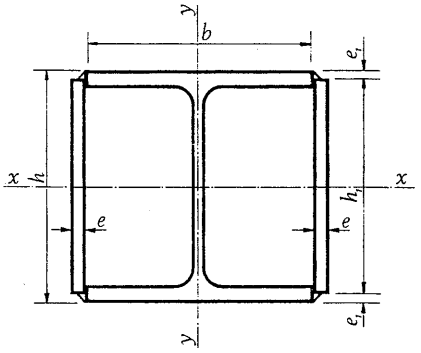
1. 5.16



Un perfil HEB con dos platabandas soldadas.

HEB	h	$h_1 \cdot e$	e_1	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
						I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
120	120	104 · 8	8	50,6	39,8	1 010	169	4,47	1 000	147	4,44
140	140	124 · 8	8	62,8	49,3	1 760	252	5,30	1 640	210	5,10
160	160	140 · 10	10	82,3	64,6	2 950	368	5,98	2 910	324	5,95
180	180	160 · 10	10	97,3	76,4	4 510	501	6,81	4 250	425	6,61
200	200	180 · 12	10	121	95,2	6 870	687	7,52	6 860	612	7,52
220	220	200 · 12	10	139	109	9 690	881	8,35	9 300	763	8,18
240	240	200 · 15	10	172	135	13 920	1 160	9,00	14 660	1 090	9,23
260	260	240 · 15	10	190	149	18 380	1 410	9,83	18 760	1 290	9,94
280	280	260 · 15	10	209	164	23 660	1 690	10,6	23 570	1 520	10,6
300	300	280 · 15	10	233	183	30 660	2 040	11,5	29 410	1 780	11,2
320	320	300 · 20	10	281	221	39 820	2 490	11,9	40 000	2 350	11,9
340	340	320 · 20	10	299	235	47 580	2 800	12,6	42 500	2 500	11,9
360	360	340 · 20	10	317	249	56 290	3 130	13,3	45 000	2 650	11,9
400	400	380 · 20	10	350	275	75 970	3 800	14,7	49 780	2 930	11,9
450	450	420 · 24	15	420	329	109 500	4 870	16,2	64 720	3 720	12,4
500	500	470 · 24	15	465	365	148 700	5 950	17,9	71 930	4 130	12,4
550	550	520 · 24	15	504	395	192 900	7 020	19,6	78 700	4 520	12,5
600	600	570 · 24	15	544	427	245 100	8 170	21,2	85 460	4 910	12,5

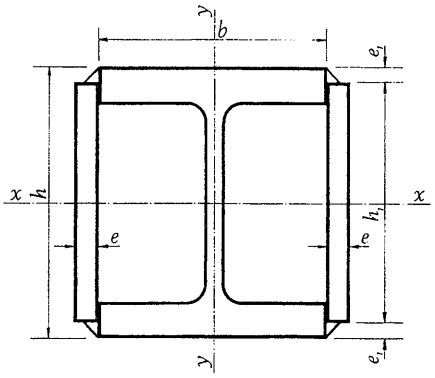
1.5.17



Un perfil HEA con dos platabandas soldadas.

HEA	h	$h_1 \cdot e$	e_1	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	114	104 · 6	5	37,8	29,7	718	126	4,36	727	110	4,39
140	133	123 · 8	5	51,1	40,1	1 280	192	5,00	1 470	188	5,36
160	152	140 · 8	6	61,2	48,0	2 040	268	5,77	2 200	250	5,99
180	171	160 · 8	5,5	70,9	55,7	3 060	357	6,57	3 190	325	6,71
200	190	180 · 10	5	89,8	70,5	4 660	491	7,21	5 310	483	7,69
220	210	200 · 10	5	104	81,9	6 740	642	8,04	7 240	604	8,33
240	230	220 · 12	5	130	102	9 890	860	8,74	11 160	845	9,28
260	250	240 · 12	5	144	113	13 210	1 060	9,57	14 330	1 010	9,96
280	270	260 · 12	5	160	125	17 190	1 270	10,4	18 070	1 190	10,6
300	290	280 · 12	5	180	141	22 650	1 560	11,2	22 670	1 400	11,2
320	310	300 · 15	5	214	168	29 680	1 910	11,8	29 330	1 780	11,7
340	330	320 · 15	5	229	180	35 880	2 170	12,5	31 270	1 900	11,7
360	350	340 · 15	5	245	192	42 920	2 450	13,2	33 210	2 010	11,6
400	390	380 · 15	5	273	214	58 790	3 010	14,7	36 860	2 230	11,6
450	440	420 · 20	10	346	272	88 420	4 020	16,0	52 530	3 090	12,3
500	490	470 · 20	10	386	303	121 600	4 960	17,7	58 560	3 440	12,3
550	540	520 · 20	10	420	330	158 800	5 880	19,4	64 140	3 770	12,4
600	590	570 · 20	10	454	356	202 900	6 880	21,1	69 710	4 100	12,4

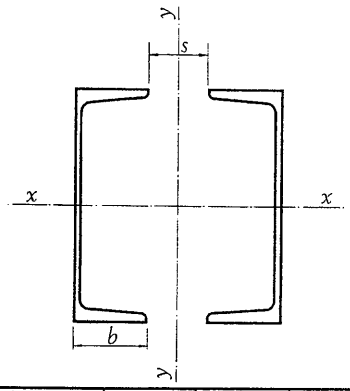
1. 5.18



Un perfil HEM con dos platabandas soldadas.

HEM	h	$h_1 \cdot e$	e_1	Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y		
	mm	mm	mm	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
120	140	120 · 12	10	95,2	74,7	2 370	338	4,98	2 080	277	4,67
140	160	130 · 15	15	120	93,9	3 840	480	5,67	3 670	418	5,54
160	180	150 · 15	15	142	112	5 940	660	6,47	5 450	557	6,20
180	200	170 · 15	15	164	129	8 710	871	7,29	7 740	717	6,87
200	220	190 · 15	15	188	148	12 350	1 120	8,11	10 620	900	7,52
220	240	210 · 20	15	233	183	17 690	1 470	8,71	17 750	1 330	8,73
240	270	230 · 24	20	310	244	29 160	2 160	9,69	28 620	1 930	9,60
260	290	250 · 24	20	340	267	37 560	2 590	10,5	36 090	2 280	10,3
280	310	270 · 24	20	370	290	47 420	3 060	11,3	44 760	2 660	11,0
300	340	300 · 24	20	447	351	70 000	4 120	12,5	59 630	3 330	11,5
320	359	320 · 30	19,5	504	396	84 510	4 710	12,9	75 020	4 070	12,2
340	377	340 · 30	18,5	520	408	96 020	5 090	13,6	78 470	4 250	12,3
360	395	350 · 30	22,5	529	415	106 300	5 380	14,2	79 660	4 330	12,3
400	432	390 · 30	21	560	440	133 800	6 190	15,5	85 950	4 680	12,4
450	478	440 · 30	19	599	470	174 100	7 280	17,0	94 490	5 150	12,6
500	524	480 · 30	22	632	496	217 200	8 290	18,5	100 700	5 500	12,6
550	572	530 · 30	21	672	528	272 400	9 530	20,1	109 200	5 960	12,7
600	620	580 · 30	20	712	559	335 000	10 810	21,7	116 900	6 400	12,8

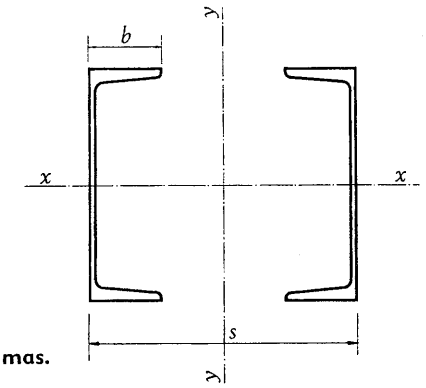
1.5.19



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre alas.

UPN	Sección A cm²	I_x cm⁴	i_x cm	i cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm para distintas separaciones s en mm					
					0	8	10	12	15	20
80	22,0	212	3,10	1,33	243 3,33	301 3,70	316 3,79	332 3,88	356 4,03	—
100	27,0	412	3,91	1,47	380 3,75	459 4,12	480 4,22	501 4,31	535 4,45	—
120	34,0	728	4,62	1,59	604 4,21	715 4,59	745 4,68	775 4,77	822 4,92	—
140	40,8	1 210	5,45	1,75	862 4,59	1 010 4,97	1 050 5,06	1 090 5,16	1 145 5,30	—
160	48,0	1 850	6,21	1,89	1 210 5,03	1 400 5,40	1 450 5,49	1 500 5,59	1 580 5,73	—
180	56,0	2 700	6,95	2,02	1 670 5,47	1 910 5,84	1 970 5,93	2 030 6,03	2 130 6,17	—
200	64,4	3 820	7,70	2,14	2 240 5,89	—	2 610 6,36	2 680 6,46	2 800 6,60	3 020 6,84
220	74,8	5 380	8,48	2,30	2 960 6,29	—	3 420 6,76	3 520 6,86	3 660 7,00	3 920 7,24
240	84,6	7 200	9,22	2,42	3 820 6,72	—	4 370 7,19	4 490 7,28	4 670 7,43	4 970 7,65
260	96,6	9 640	9,99	2,56	4 890 7,12	—	5 560 7,59	5 700 7,68	5 910 7,82	6 200 8,00
280	107	12 560	10,9	2,74	5 980 7,49	—	6 750 7,96	6 910 8,05	7 150 8,19	7 600 8,32
300	118	16 060	11,7	2,90	7 260 7,86	—	8 140 8,32	8 330 8,42	8 610 8,56	9 090 8,77

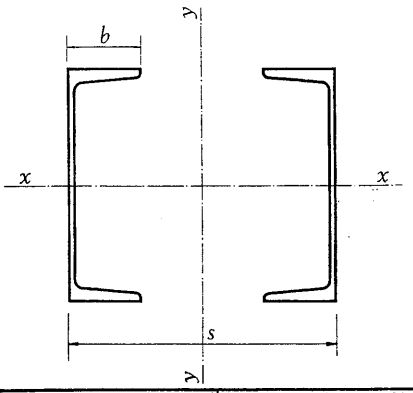
1. 5.20



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

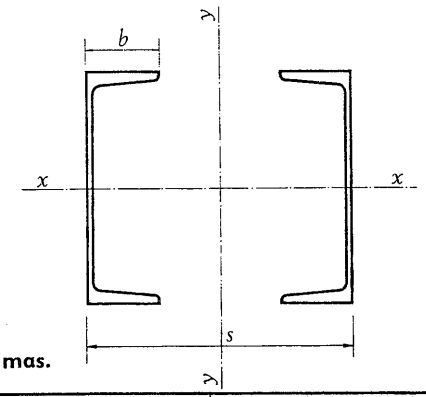
s mm	**UPN** 80			**UPN** 100			**UPN** 120		
	$A = 22{,}0\ cm^2$ $I_x = 212\ cm^4$ $W_x = 53{,}0\ cm^3$ $i_x = 3{,}10\ cm$			$A = 27{,}0\ cm^2$ $I_x = 412\ cm^4$ $W_x = 82{,}4\ cm^3$ $i_x = 3{,}91\ cm$			$A = 34{,}0\ cm^2$ $I_x = 728\ cm^4$ $W_x = 121\ cm^3$ $i_x = 4{,}62\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
$2b$	243	54,1	3,33	380	76,0	3,75	604	110	4,21
150	844	113	6,19	1 010	135	6,12	1 270	169	6,11
160	983	123	6,68	1 180	148	6,61	1 480	185	6,60
180	1 290	143	7,66	1 560	173	7,60	1 950	217	7,57
200	1 650	165	8,66	1 990	199	8,58	2 490	249	8,56
220	2 050	186	9,65	2 470	225	9,56	3 090	281	9,53
240	2 490	208	10,6	3 010	251	10,6	3 760	313	10,5
250	2 720	218	11,1	3 300	264	11,1	4 130	330	11,0
260	2 970	228	11,6	3 600	277	11,5	4 510	347	11,5
280	3 500	250	12,6	4 240	303	12,5	5 310	379	12,5
300	4 080	272	13,6	4 940	330	13,5	6 190	413	13,5
350	5 710	326	16,1	6 930	396	16,0	8 680	496	16,0
400	7 630	382	18,6	9 250	465	18,5	11 600	580	18,5
450	9 790	435	21,1	11 910	529	21,0	14 940	664	21,0
500	12 240	490	23,6	14 910	596	23,5	18 700	748	23,5
550	14 970	544	26,1	18 240	663	26,0	22 890	833	25,9
600	17 970	599	28,6	21 910	730	28,5	27 470	916	28,4
650	21 250	654	31,1	25 920	798	31,0	32 550	1 000	30,9
700	24 800	709	33,6	30 270	865	33,5	38 010	1 090	33,4
750	28 630	763	36,1	34 950	932	36,0	43 910	1 170	35,9
800	32 730	818	38,6	39 980	1 000	38,5	50 220	1 260	38,4
850	37 110	873	41,1	45 330	1 070	41,0	56 960	1 340	40,9
900	41 760	928	43,6	51 030	1 130	43,5	64 130	1 430	43,4
1 000	51 900	1 040	48,6	63 440	1 270	48,5	79 730	1 590	48,4

1. 5.21



UPN 140			UPN 160			UPN 180			s
$A = 40{,}8\ cm^2$ $I_x = 1\,210\ cm^4$ $W_x = 173\ cm^3$ $i_x = 5{,}45\ cm$			$A = 48{,}0\ cm^2$ $I_x = 1\,850\ cm^4$ $W_x = 232\ cm^3$ $i_x = 6{,}21\ cm$			$A = 56{,}0\ cm^2$ $I_x = 2\,700\ cm^4$ $W_x = 300\ cm^3$ $i_x = 6{,}95\ cm$			mm
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	
862	144	4,59	1 210	187	5,03	1 670	239	5,47	$2b$
1 470	196	6,00	1 710	228	5,97	1 970	263	5,93	150
1 720	215	6 49	1 990	249	6,44	2 300	288	6,41	160
2 270	252	7,46	2 630	292	7,40	3 040	338	7,37	180
2 900	290	8,43	3 370	337	8,38	3 880	388	8,32	200
3 620	329	9,42	4 200	382	9,35	4 840	440	9,30	220
4 410	368	10,4	5 130	428	10,3	5 920	493	10,3	240
4 840	387	10,9	5 620	450	10,8	6 500	520	10,8	250
5 290	407	11,4	6 150	473	11,3	7 100	546	11,3	260
6 250	446	12,4	7 270	519	12,3	8 400	600	12,3	280
7 290	486	13,4	8 430	566	13,3	9 810	654	13,2	300
10 250	585	15,9	11 940	682	15,8	13 820	790	15,7	350
13 710	686	18,3	16 000	800	18,3	18 530	927	18,2	400
17 690	786	20,8	20 660	918	20,7	23 950	1 060	20,7	450
22 180	887	23,3	25 920	1 040	23,3	30 060	1 200	23,2	500
27 180	988	25,8	31 780	1 160	35,7	36 870	1 340	25,7	550
32 690	1 090	28,3	38 230	1 270	28,2	44 380	1 480	28,2	600
38 700	1 190	30,8	45 290	1 390	30,7	52 600	1 620	30,6	650
45 230	1 290	33,3	52 950	1 510	33,2	61 510	1 760	33,1	700
52 270	1 390	35,8	61 210	1 630	35,7	71 120	1 900	35,6	750
59 820	1 500	38,3	70 070	1 750	38,2	81 430	2 040	38,1	800
67 880	1 600	40,8	79 530	1 870	40,7	92 440	2 170	40,6	850
76 440	1 700	43,3	89 580	1 990	43,2	104 200	2 320	43,1	900
95 110	1 900	48,3	111 500	2 230	48,2	129 700	2 590	48,1	1 000

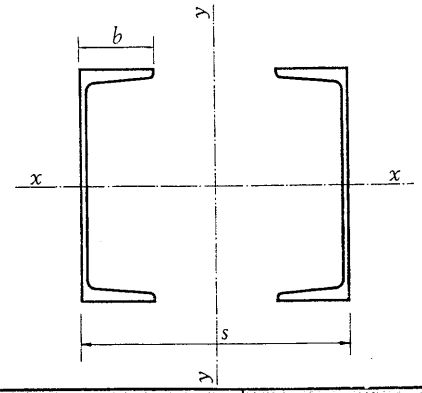
1. 5.21



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

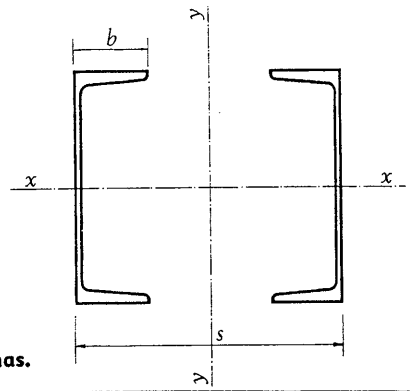
s mm	UPN 200 $A = 64{,}4$ cm² $I_x = 3\,820$ cm⁴ $W_x = 382$ cm³ $i_x = 7{,}70$ cm			UPN 220 $A = 74{,}8$ cm² $I_x = 5\,380$ cm⁴ $W_x = 490$ cm³ $i_x = 8{,}48$ cm			UPN 240 $A = 84{,}6$ cm² $I_x = 7\,200$ cm⁴ $W_x = 600$ cm³ $i_x = 9{,}22$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
$2b$	2 240	298	5,89	2 960	370	6,29	3 820	450	6,72
150	2 240	298	5,89	—	—	—	—	—	—
160	2 610	326	6,36	2 960	370	6,29	—	—	—
180	3 440	382	7,31	3 910	434	7,23	4 370	486	7,19
200	4 410	441	8,27	5 020	502	8,19	5 600	560	8,14
220	5 500	500	9,24	6 270	570	9,16	7 000	636	9,10
240	6 720	560	10,2	7 670	639	10,1	8 570	714	10,1
250	7 380	591	10,7	8 420	674	10,6	9 420	754	10,6
260	8 070	621	11,2	9 220	702	11,1	10 310	793	11,0
280	9 550	682	12,2	10 920	780	12,1	12 220	873	12,0
300	11 160	744	13,2	12 760	851	13,1	14 290	953	13,0
350	15 750	900	15,6	18 040	1 030	15,5	20 220	1 160	15,5
400	21 140	1 060	18,1	24 250	1 210	18,0	27 210	1 360	17,9
450	27 330	1 210	20,6	31 400	1 400	20,5	35 260	1 570	20,4
500	34 330	1 370	23,1	39 480	1 580	23,0	44 360	1 770	22,9
550	42 140	1 530	25,6	48 500	1 760	25,5	54 520	1 980	25,4
600	50 750	1 690	28,1	58 450	1 900	28,0	65 740	2 190	27,9
650	60 160	1 850	30,6	69 340	2 130	30,4	78 010	2 400	30,4
700	70 380	2 010	33,1	81 160	2 320	32,9	91 350	2 610	32,9
750	81 410	2 170	35,6	93 920	2 500	35,4	105 700	2 820	35,3
800	93 240	2 330	38,1	107 600	2 690	37,9	121 200	3 030	37,9
850	105 900	2 490	40,6	122 200	2 880	40,4	137 700	3 240	40,3
900	119 300	2 650	43,0	137 800	3 060	42,9	155 300	3 450	42,8
1 000	148 600	2 970	48,0	171 700	3 440	47,9	193 600	3 870	47,8

1. 5.21



UPN 260			UPN 280			UPN 300			s
$A = 96{,}6\ cm^2$ $I_x = 9\,640\ cm^4$ $W_x = 742\ cm^3$ $i_x = 9{,}99\ cm$			$A = 107\ cm^2$ $I_x = 12\,560\ cm^4$ $W_x = 896\ cm^3$ $i_x = 10{,}9\ cm$			$A = 118\ cm^2$ $I_x = 16\,060\ cm^4$ $W_x = 1\,070\ cm^3$ $i_x = 11{,}7\ cm$			mm
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	
4 890	544	7,12	5 980	629	7,49	7 260	726	7,86	$2b$
—	—	—	—	—	—	—	—	—	150
—	—	—	—	—	—	—	—	—	160
4 890	544	7,12	—	—	—	—	—	—	180
6 270	627	8,06	6 750	675	7,96	7 260	726	7,86	200
7 850	714	9,01	8 450	768	8,89	9 090	826	8,78	220
9 610	801	9,97	10 360	863	9,84	11 160	930	9,74	240
10 570	845	10,5	11 390	911	10,3	12 280	982	10,2	250
11 570	890	10,9	12 470	959	10,8	13 470	1 040	10,7	260
13 720	980	11,9	14 820	1 060	11,8	16 010	1 140	11,6	280
16 070	1 070	12,9	17 370	1 160	12,7	18 780	1 250	12,6	300
22 780	1 300	15,4	24 690	1 410	15,2	20 750	1 530	15,1	350
30 690	1 530	17,8	33 330	1 670	17,6	36 190	1 810	17,5	400
39 820	1 770	20,3	43 310	1 920	20,1	47 090	2 090	20,0	450
50 150	2 010	22,8	54 620	2 180	22,6	59 470	2 380	22,4	500
61 690	2 240	25,3	67 260	2 450	25,1	73 320	2 670	25,0	550
74 430	2 480	27,8	81 240	2 710	27,6	88 640	2 950	27,4	600
88 390	2 720	30,2	96 550	2 970	30,0	105 400	3 240	29,9	650
103 500	2 960	32,7	113 200	3 230	32,5	123 700	3 530	32,4	700
119 900	3 200	35,2	131 200	3 500	35,0	143 400	3 820	34,9	750
137 500	3 440	37,7	150 800	3 770	37,5	164 600	4 110	37,3	800
156 300	3 680	40,2	171 100	4 030	40,0	187 300	4 410	39,9	850
176 300	3 920	42,7	193 100	4 290	42,5	211 400	4 700	42,3	900
220 000	4 400	47,7	241 000	4 820	47,5	264 100	5 280	47,3	1 000

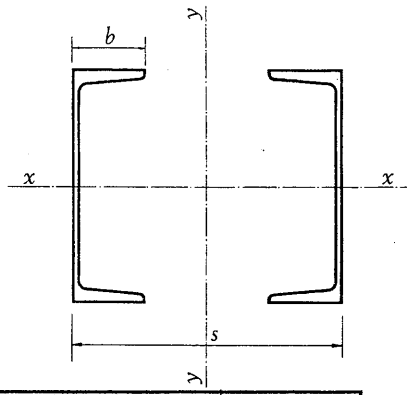
1.5.21



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

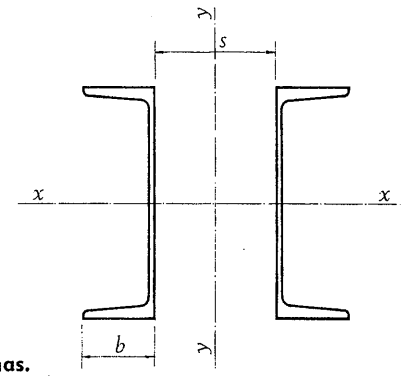
s mm	**UPN** 320 $A = 152$ cm² $I_x = 21\,740$ cm⁴ $W_x = 1\,360$ cm³ $i_x = 12{,}1$ cm			**UPN** 350 $A = 155$ cm² $I_x = 25\,680$ cm⁴ $W_x = 1\,470$ cm³ $i_x = 12{,}9$ cm			**UPN** 380 $A = 160{,}8$ cm² $I_x = 31\,520$ cm⁴ $W_x = 1\,659$ cm³ $i_x = 14{,}0$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
$2b$	9 500	950	7,91	10 070	1 010	8,07	11 063	1 085	8,29
200	9 500	950	7,91	10 070	1 010	8,07	—	—	—
220	11 890	1 080	8,84	12 570	1 140	9,01	13 178	1 198	9,05
240	14 590	1 220	9,81	15 390	1 280	9,98	16 111	1 342	10,00
250	16 050	1 280	10,3	16 910	1 350	10,4	17 698	1 416	10,49
260	17 590	1 350	10,8	18 510	1 420	10,9	19 366	1 490	10,97
280	20 900	1 490	11,7	21 940	1 570	11,9	22 942	1 639	11,94
300	24 500	1 630	12,7	25 680	1 710	12,9	26 840	1 790	12,91
350	34 850	1 990	15,1	36 390	2 080	15,3	37 991	2 171	15,37
400	47 090	2 350	17,6	49 030	2 450	17,8	51 153	2 558	17,83
450	61 230	2 720	20,1	63 600	2 830	20,3	66 324	2 948	20,30
500	71 260	3 090	22,5	80 100	3 200	22,7	83 505	3 340	22,78
550	95 190	3 460	25,1	98 540	3 580	25,2	102 697	3 734	25,27
600	115 000	3 820	27,5	118 900	3 960	27,8	123 898	4 130	27,75
650	136 700	4 210	30,0	141 200	4 350	30,2	147 110	4 526	30,24
700	160 300	4 580	32,5	165 400	4 730	32,7	172 332	4 924	32,73
750	185 800	4 950	35,0	191 600	5 110	35,2	199 563	5 322	35,22
800	213 200	5 330	37,5	219 700	5 490	37,6	228 805	5 720	37,72
850	242 500	5 710	40,0	249 700	5 880	40,2	260 056	6 119	40,21
900	273 700	6 080	42,4	281 700	6 260	42,6	293 317	6 518	42,70
1 000	341 800	6 840	47,4	351 400	7 030	47,6	365 870	7 317	47,70

1. 5.21



UPN 400 $A = 183\ cm^2$ $I_x = 40\,700\ cm^4$ $W_x = 2\,040\ cm^3$ $i_x = 14{,}9\ cm$			s mm
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	
14 450	1 310	8,89	$2b$
—	—	—	200
14 450	1 310	8,89	220
17 690	1 470	9,83	240
19 450	1 560	10,3	250
21 300	1 640	10,8	260
25 270	1 810	11,8	280
29 600	1 970	12,7	300
42 050	2 400	15,2	350
56 780	2 840	17,6	400
73 800	3 280	20,1	450
93 100	3 720	22,6	500
114 700	4 170	25,0	550
138 600	4 620	27,5	600
164 700	5 070	30,0	650
193 200	5 520	32,5	700
223 900	5 970	35,0	750
257 000	6 430	37,5	800
292 300	6 880	40,0	850
329 900	7 330	42,5	900
412 000	8 240	47,4	1 000

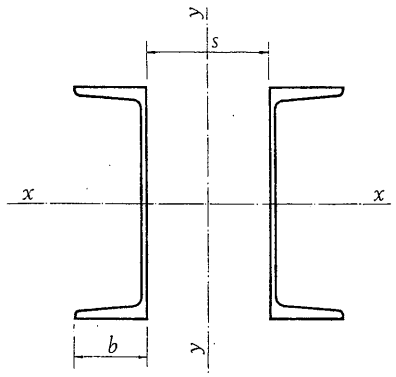
1. 5.21



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

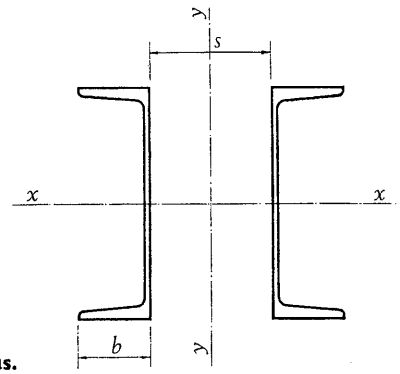
s mm	UPN 80 $A = 22{,}0\ cm^2$ $I_x = 212\ cm^4$ $W_x = 53{,}0\ cm^3$ $i_x = 3{,}10\ cm$ $i = 1{,}33\ cm$			UPN 100 $A = 27{,}0\ cm^2$ $I_x = 412\ cm^4$ $W_x = 82{,}4\ cm^3$ $i_x = 3{,}91\ cm$ $i = 1{,}47\ cm$			UPN 120 $A = 34{,}0\ cm^2$ $I_x = 728\ cm^4$ $W_x = 121\ cm^3$ $i_x = 4{,}62\ cm$ $i = 1{,}59\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
0	85	18,9	1,96	123	24,6	2,13	173	31,5	2,26
8	114	23,3	2,28	161	29,8	2,44	222	37,6	2,56
10	122	24,4	2,35	172	31,3	2,52	236	39,3	2,64
12	131	25,7	2,43	183	32,7	2,60	251	41,1	2,72
15	145	27,6	2,57	201	35,0	2,72	274	43,8	2,84
20	171	31,1	2,79	234	39,0	2,94	316	48,6	3,05
25	199	34,6	3,01	270	43,2	3,16	362	53,6	3,26
30	230	38,3	3,23	310	47,7	3,39	413	59,0	3,48
35	264	42,2	3,47	353	52,3	3,62	468	64,6	3,71
40	301	46,3	3,70	399	57,0	3,84	527	70,3	3,93
45	340	50,4	3,93	449	61,9	4,08	590	76,1	4,17
50	382	54,6	4,17	501	66,8	4,31	658	82,3	4,40
60	474	63,2	4,64	618	77,3	4,78	806	94,8	4,87
70	578	72,3	5,13	747	87,9	5,26	971	108	5,34
80	692	81,4	5,61	890	98,9	5,74	1 150	121	5,82
90	818	90,9	6,10	1 050	111	6,23	1 350	135	6,30
100	954	100	6,58	1 220	122	6,72	1 570	150	6,79
110	1 100	110	7,08	1 400	133	7,20	1 800	164	7,28
120	1 260	120	7,57	1 600	145	7,70	2 050	178	7,76
130	1 430	130	8,06	1 810	157	8,19	2 320	193	8,26
140	1 610	140	8,55	2 030	169	8,67	2 600	208	8,75
150	1 800	150	9,05	2 270	182	9,17	2 900	223	9,24
160	2 000	160	9,54	2 520	194	9,66	3 220	239	9,73
180	2 440	181	10,5	3 060	219	10,6	3 910	270	10,7
200	2 920	202	11,5	3 660	244	11,6	4 660	301	11,7
220	3 450	223	12,5	4 310	269	12,6	5 480	332	12,7
240	4 020	244	13,5	5 020	295	13,6	6 380	365	13,7
250	4 320	254	14,0	5 390	308	14,1	6 850	381	14,2
260	4 630	265	14,5	5 770	321	14,6	7 330	396	14,7
280	5 290	286	15,5	6 590	347	15,6	8 360	429	15,7
300	5 990	307	16,5	7 450	373	16,6	9 460	461	16,7
320	6 740	329	17,5	8 370	399	17,6	10 620	494	17,7
350	7 940	361	19,0	9 860	438	19,1	12 490	543	19,2
380	9 240	393	20,5	11 460	478	20,6	14 510	692	20,7
400	10 160	415	21,5	12 600	504	21,6	15 950	625	21,7

1. 5.22



UPN 140			UPN 160			UPN 180			s
$A = 40{,}8\ cm^2$ $I_x = 1\,210\ cm^4$ $W_x = 173\ cm^3$ $i_x = 5{,}45\ cm$ $i = 1{,}75\ cm$			$A = 48{,}0\ cm^2$ $I_x = 1\,850\ cm^4$ $W_x = 232\ cm^3$ $i_x = 6{,}21\ cm$ $i = 1{,}89\ cm$			$A = 56{,}0\ cm^2$ $I_x = 2\,700\ cm^4$ $W_x = 300\ cm^3$ $i_x = 6{,}95\ cm$ $i = 2{,}02\ cm$			mm
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	
250	41,7	2,47	334	51,4	2,63	334	62,0	2,78	0
314	49,1	2,77	411	59,6	2,92	530	71,6	3,07	8
332	51,5	2,85	433	61,9	3,00	555	74,0	3,14	10
350	53,0	2,93	456	64,2	3,08	584	76,8	3,23	12
380	56,3	3,05	493	68,0	3,20	627	80,9	3,34	15
434	62,0	3,26	558	74,4	3,40	705	88,1	3,55	20
493	68,0	3,48	630	81,3	3,62	791	95,9	3,76	25
556	74,1	3,69	706	88,3	3,83	883	104	3,97	30
625	80,6	3,92	789	95,6	4,06	982	112	4,19	35
700	87,5	4,14	878	103	4,27	1 090	121	4,41	40
778	94,3	4,37	974	111	4,43	1 200	130	4,63	45
862	101	4,60	1 070	119	4,73	1 320	139	4,86	50
1 050	117	5,06	1 290	136	5,19	1 580	158	5,32	60
1 250	132	5,54	1 540	154	5,67	1 870	178	5,79	70
1 470	147	6,00	1 810	172	6,14	2 190	199	6,25	80
1 720	164	6,49	2 100	191	6,61	2 540	221	6,73	90
1 980	180	6,97	2 420	210	7,10	2 910	243	7,21	100
2 270	197	7,46	2 760	230	7,58	3 310	265	7,69	110
2 580	215	7,95	3 120	250	8,06	3 740	288	8,17	120
2 900	232	8,43	3 510	270	8,55	4 200	311	8,66	130
3 250	250	8,93	3 920	290	9,04	4 680	334	9,14	140
3 620	268	9,42	4 360	311	9,53	5 200	359	9,64	150
4 000	286	9,90	4 820	332	10,0	5 740	383	10,1	160
4 840	323	10,9	5 810	375	11,0	6 910	432	11,1	180
5 760	360	11,9	6 900	418	12,0	8 180	481	12,1	200
6 760	398	12,9	8 080	462	13,0	9 580	532	13,1	220
7 840	436	13,9	9 360	506	14,0	11 080	583	14,1	240
8 410	455	14,4	10 040	528	14,5	11 870	609	14,6	250
9 000	474	14,9	10 740	551	15,0	12 690	635	15,1	260
10 250	513	15,9	12 210	596	16,0	14 420	687	16,0	280
11 570	551	16,8	13 780	641	16,9	16 260	739	17,0	300
12 980	590	17,8	15 450	687	17,9	18 210	792	18,0	320
15 240	649	19,3	18 120	755	19,4	21 350	871	19,5	350
17 690	708	20,8	21 020	824	20,9	24 740	952	21,0	380
19 430	747	21,8	23 070	871	21,9	27 140	1 010	22,0	400

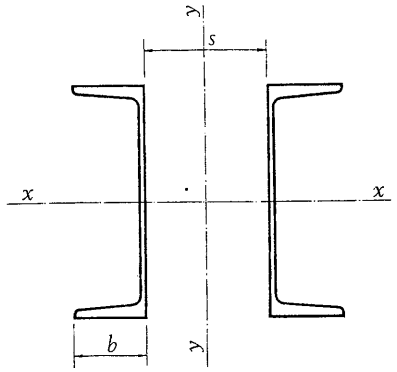
1. 5.22



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

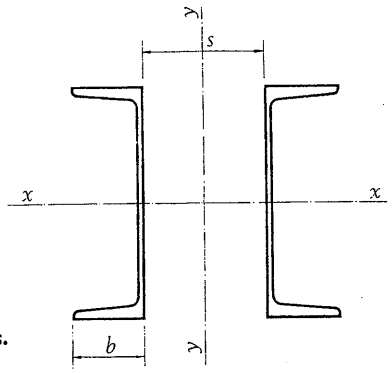
s mm	UPN 200 $A = 64{,}4\ cm^2$ $I_x = 3\,820\ cm^4$ $W_x = 382\ cm^3$ $i_x = 7{,}70\ cm$ $i = 2{,}14\ cm$			UPN 220 $A = 74{,}8\ cm^2$ $I_x = 5\,380\ cm^4$ $W_x = 490\ cm^3$ $i_x = 8{,}48\ cm$ $i = 2{,}30\ cm$			UPN 240 $A = 84{,}6\ cm^2$ $I_x = 7\,200\ cm^4$ $W_x = 600\ cm^3$ $i_x = 9{,}22\ cm$ $i = 2{,}42\ cm$		
	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm
0	556	74,1	2,94	736	92,0	3,16	916	108	3,29
8	670	84,8	3,23	877	104	3,43	1 080	121	3,57
10	702	87,8	3,32	915	108	3,50	1 130	126	3,65
12	735	90,7	3,38	956	111	3,57	1 170	129	3,73
15	787	95,4	3,51	1 020	117	3,69	1 250	135	3,84
20	880	104	3,70	1 130	126	3,89	1 380	145	4,04
25	981	112	3,90	1 250	135	4,09	1 520	156	4,24
30	1 090	121	4,12	1 380	145	4,31	1 670	167	4,45
35	1 210	131	4,33	1 530	157	4,52	1 840	180	4,66
40	1 330	140	4,55	1 680	168	4,74	2 010	191	4,88
45	1 460	150	4,77	1 830	179	4,95	2 190	204	5 09
50	1 600	160	5,00	2 000	190	5,18	2 390	217	5,31
60	1 910	182	5,45	2 370	215	5,63	2 810	244	5,76
70	2 250	205	5,91	2 770	241	6,09	3 270	273	6,22
80	2 620	228	6,38	3 210	268	6,56	3 780	302	6,69
90	3 030	253	6,86	3 690	295	7,03	4 330	333	7,15
100	3 460	277	7,33	4 210	324	7,50	4 920	364	7,62
110	3 930	302	7,81	4 760	353	7,98	5 550	396	8,10
120	4 430	328	8,29	5 350	382	8,46	6 230	430	8,58
130	4 960	354	8,78	5 980	412	8,94	6 940	463	9,06
140	5 520	381	9,26	6 640	443	9,42	7 700	497	9,54
150	6 120	408	9,75	7 340	474	9,91	8 500	531	10,0
160	6 750	435	10,2	8 080	505	10,4	9 350	567	10,5
180	8 100	491	11,2	9 680	569	11,4	11 160	638	11,5
200	9 580	547	12,2	11 420	634	12,4	13 150	711	12,5
220	11 200	605	13,2	13 310	701	13,3	13 500	785	13,4
240	12 940	664	14,2	15 350	768	14,3	17 630	860	14,4
250	13 860	693	14,7	16 430	801	14,8	18 850	898	14,9
260	14 810	722	15,2	17 540	835	15,3	20 120	936	15,4
280	16 800	781	16,2	19 880	904	16,3	22 780	1 010	16,4
300	18 930	841	17,1	22 370	973	17,3	25 610	1 090	17,4
320	21 180	901	18,1	25 010	1 040	18,3	28 610	1 170	18,4
350	24 810	992	19,6	29 250	1 150	19,8	33 430	1 290	19,9
380	28 720	1 080	21,1	33 820	1 250	21,3	38 630	1 400	21,4
400	31 490	1 150	22,1	37 060	1 320	22,3	42 300	1 480	22,4
450	38 980	1 300	24,6	45 810	1 500	24,7	52 240	1 690	24,9
500	47 340	1 460	27,1	55 490	1 680	27,2	63 220	1 890	27,3

1. 5.22



UPN 260			UPN 280			UPN 300			s
A = 96,6 cm² I_x = 9 640 cm⁴ W_x = 742 cm³ i_x = 9,99 cm i = 2,56 cm			A = 107 cm² I_x = 12 560 cm⁴ W_x = 896 cm³ i_x = 10,9 cm i = 2,74 cm			A = 117,6 cm² I_x = 16 060 cm⁴ W_x = 1 070 cm³ i_x = 11,70 cm i = 2,90 cm			mm
I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	
1 170	130	3,48	1 480	156	3,72	1 847	184	3,96	0
1 370	146	3,76	1 710	173	4,01	2 120	203	4,24	8
1 420	149	3,84	1 780	178	4,07	2 194	208	4,32	10
1 480	154	3,91	1 840	182	4,15	2 270	214	4,39	12
1 570	161	4,03	1 940	189	4,27	2 389	222	4,51	15
1 720	172	4,23	2 120	202	4,47	2 599	236	4,70	20
1 890	184	4,43	2 320	216	4,67	2 824	251	4,90	25
2 070	197	4,63	2 530	230	4,87	3 064	266	5,10	30
2 270	211	4,84	2 750	244	5,08	3 318	282	5,31	35
2 470	225	5,06	2 980	259	5,29	3 587	298	5,52	40
2 690	239	5,28	3 230	275	5,51	3 871	316	5,74	45
2 910	253	5,50	3 490	291	5,72	4 169	333	5,95	50
3 410	284	5,94	4 060	325	6,17	4 810	370	6,40	60
3 950	316	6,40	4 670	359	6,62	5 510	408	6,85	70
4 540	349	6,86	5 340	396	7,08	6 269	447	7,30	80
5 180	384	7,32	6 070	434	7,54	7 086	488	7,76	90
5 870	419	7,79	6 840	472	8,01	7 962	530	8,23	100
6 600	455	8,27	7 670	511	8,48	8 897	574	8,70	110
7 390	493	8,75	8 550	552	8,95	9 891	618	9,17	120
8 220	530	9,22	9 490	593	9,43	10 943	663	9,65	130
9 100	569	9,70	10 480	635	9,92	12 054	709	10,12	140
10 020	607	10,2	11 520	678	10,4	13 225	755	10,60	150
11 000	647	10,7	12 620	721	10,9	14 454	803	11,09	160
13 100	728	11,6	14 970	809	11,8	17 088	889	12,05	180
15 390	810	12,6	17 530	899	12,8	19 957	997	13,03	200
17 880	894	13,6	20 310	991	13,8	23 062	1 098	14,00	220
20 550	979	14,6	23 300	1 080	14,8	26 402	1 200	14,98	240
21 960	1 020	15,1	24 880	1 130	15,2	28 160	1 251	15,47	250
23 420	1 060	15,6	26 510	1 180	15,7	29 977	1 303	15,97	260
26 490	1 150	16,6	29 930	1 270	16,7	33 787	1 407	16,95	280
29 750	1 240	17,6	33 560	1 370	17,7	37 832	1 513	17,94	300
33 200	1 330	18,5	37 400	1 470	18,7	42 113	1 619	18,92	320
38 730	1 460	20,0	43 570	1 610	20,2	48 975	1 780	20,41	350
44 710	1 590	21,5	50 210	1 760	21,7	56 366	1 943	21,89	380
48 930	1 690	22,5	54 910	1 860	22,7	61 588	2 052	22,88	400
60 340	1 920	25,0	67 580	2 110	25,1	75 670	2 328	25,37	450
72 950	2 150	27,5	81 590	2 340	27,6	91 223	2 606	27,85	500

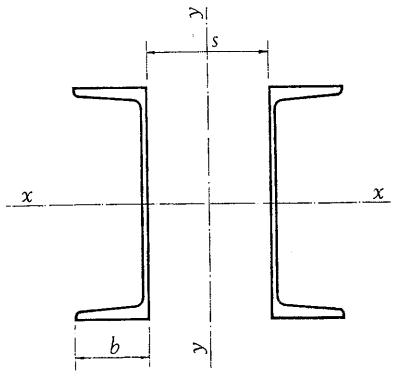
1. 5.22



Dos perfiles UPN con distintas separaciones entre almas.

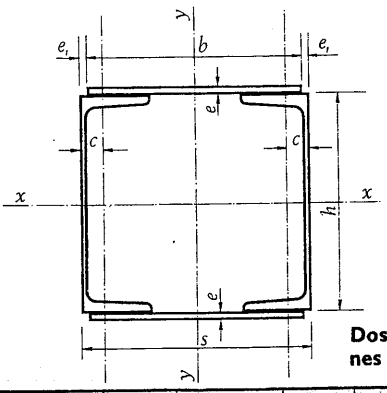
s mm	**UPN** 320			**UPN** 350			**UPN** 380		
	$A = 152$ cm² $I_x = 21\,740$ cm⁴ $W_x = 1\,360$ cm³ $i_x = 12{,}1$ cm			$A = 155$ cm² $I_x = 25\,680$ cm⁴ $W_x = 1\,470$ cm³ $i_x = 12{,}9$ cm			$A = 160{,}8$ cm² $I_x = 31\,520$ cm⁴ $W_x = 1\,660$ cm³ $i_x = 14{,}0$ cm		
	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm
0	2 220	222	3,82	2 030	203	3,62	2 140	210	3,65
8	2 558	246	4,10	2 352	226	3,89	2 473	233	3,91
10	2 650	252	4,18	2 440	232	3,97	2 570	240	3,99
12	2 750	259	4,25	2 530	239	4,04	2 660	246	4,06
15	2 900	270	4,37	2 670	248	4,15	2 810	256	4,18
20	3 160	287	4,56	2 930	266	4,35	3 070	274	4,37
25	3 440	306	4,76	3 200	284	4,54	3 350	293	4,56
30	3 740	325	4,96	3 490	303	4,75	3 650	312	4,76
35	4 060	346	5,17	3 800	323	4,95	3 980	333	4,97
40	4 400	367	5,38	4 130	344	5,16	4 320	354	5,18
45	4 760	389	5,60	4 480	366	5,38	4 680	376	5,39
50	5 140	411	5,82	4 850	388	5,59	5 060	399	5,61
60	5 950	458	6,26	5 650	435	6,04	5 890	446	6,05
70	6 840	507	6,71	6 520	483	6,48	6 800	496	6,50
80	7 800	557	7,16	7 470	534	6,94	7 780	548	6,95
90	8 840	610	7,63	8 500	586	7,41	8 850	602	7,41
100	9 950	663	8,09	9 610	641	7,87	10 000	658	7,88
110	11 140	719	8,56	10 790	696	8,34	11 230	715	8,35
120	12 410	776	9,04	12 050	753	8,82	12 540	774	8,82
130	13 150	833	9,51	13 390	812	9,29	13 930	834	9,30
140	15 170	892	9,99	14 800	871	9,77	15 400	895	9,78
150	16 660	952	10,5	16 290	931	10,3	16 950	957	10,3
160	18 230	1 010	11,0	17 860	992	10,7	18 580	1 020	10,7
180	21 590	1 140	11,9	21 230	1 120	11,7	22 080	1 150	11,7
200	25 260	1 260	12,9	24 910	1 250	12,7	25 910	1 280	12,7
220	29 230	1 390	13,9	28 900	1 380	13,7	30 050	1 420	13,7
240	33 510	1 520	14,8	33 200	1 510	14,6	34 520	1 560	14,6
250	35 760	1 590	15,3	35 460	1 580	15,1	36 880	1 620	15,1
260	38 090	1 660	15,8	37 800	1 640	15,6	39 310	1 690	15,6
280	42 970	1 790	16,8	42 720	1 780	16,6	44 430	1 840	16,6
300	48 150	1 930	17,8	47 950	1 920	17,6	49 860	1 980	17,6
320	53 640	2 060	18,8	53 480	2 060	18,6	55 620	2 120	18,6
350	62 440	2 270	20,3	62 360	2 270	20,1	64 860	2 340	20,1
380	71 920	2 480	21,8	71 440	2 480	21,5	74 820	2 560	21,6
400	78 630	2 620	22,7	78 710	2 620	22,5	81 870	2 710	22,6
450	96 700	2 980	25,2	96 990	2 980	25,0	100 900	3 090	25,0
500	116 700	3 330	27,7	117 200	3 350	27,5	121 900	3 460	27,5

1.5.22



UPN 400			s
$A = 183\ cm^2$ $I_x = 40\,700\ cm^4$ $W_x = 2\,040\ cm^3$ $i_x = 14{,}9\ cm$			mm
I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	
2 980	271	4,04	0
3 394	298	4,30	8
3 510	305	4,38	10
3 620	312	4,45	12
3 810	324	4,56	15
4 130	344	4,75	20
4 480	366	4,95	25
4 840	387	5,14	30
5 230	410	5,34	35
5 650	435	5,56	40
6 090	460	5,77	45
6 550	485	5,98	50
7 530	538	6,41	60
8 610	594	6,86	70
9 780	652	7,31	80
11 050	713	7,77	90
12 400	775	8,23	100
13 850	839	8,70	110
15 380	905	9,17	120
17 010	972	9,64	130
18 730	1 040	10,2	140
20 550	1 110	10,6	150
22 450	1 180	11,1	160
26 530	1 330	12,0	180
30 980	1 480	13,0	200
35 790	1 630	14,0	220
40 930	1 780	15,0	240
43 690	1 860	15,4	250
46 510	1 940	15,9	260
52 420	2 100	16,9	280
58 700	2 260	17,9	300
65 340	2 420	18,9	320
75 990	2 670	20,4	350
87 470	2 920	21,9	380
95 580	3 080	22,9	400
117 400	3 510	25,3	450
141 600	3 930	27,8	500

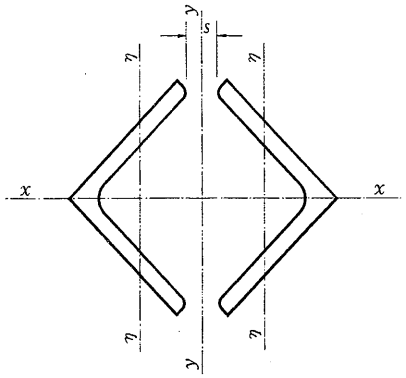
1. 5.22



Dos perfiles UPN con dos platabandas, con distintas separaciones entre almas ($i_x = i_y$).

UPN	h	s	$b \times e$	e_1	Sección	Peso	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			u
	mm	mm	mm × mm	mm	A cm²	P kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	m²/m
80	80	110	90 × 8	10	36,4	28,6	492	102	1,16	497	90	1,17	0,412
100	100	130	110 × 8	10	44,6	35,0	925	160	4,55	897	138	4,49	0,492
120	120	150	130 × 8	10	54,8	43,0	1 580	232	5,37	1 560	209	5,34	0,572
140	140	180	160 × 10	10	72,8	57,1	3 010	376	6,43	2 950	328	6,37	0,680
160	160	200	180 × 10	10	84,0	65,9	4 450	495	7,28	4 340	434	7,19	0,760
180	180	220	200 × 10	10	96,0	75,4	6 310	631	8,11	6 180	562	8,02	0,840
200	200	240	220 × 10	10	108,0	85,1	8 670	788	8,94	8 500	708	8,85	0,920
220	220	260	240 × 10	10	123,0	96,4	11 730	977	9,77	11 520	886	9,69	1,000
240	240	280	250 × 10	15	135,0	106	15 010	1 150	10,6	14 820	1 060	10,5	1,080
260	260	300	280 × 10	10	153,0	120	19 850	1 420	11,4	19 730	1 320	11,4	1,160
280	280	325	300 × 10	12,5	167,0	131	25 170	1 680	12,3	25 360	1 560	12,3	1,250
300	300	350	320 × 12	15	194,0	153	34 760	2 150	13,4	33 300	1 900	13,1	1,350
320	320	380	350 × 15	15	257,0	201	51 220	2 930	14,1	52 690	2 770	14,3	1,460
350	350	400	360 × 15	20	263,0	206	61 670	3 250	15,3	60 700	3 010	15,2	1,560
380	380	430	390 × 15	20	278,0	218	77 180	3 770	16,7	74 840	3 480	16,4	1,680
400	400	450	410 × 15	20	306,0	240	93 680	4 360	17,5	91 030	4 050	17,2	1,760

1. 5.23

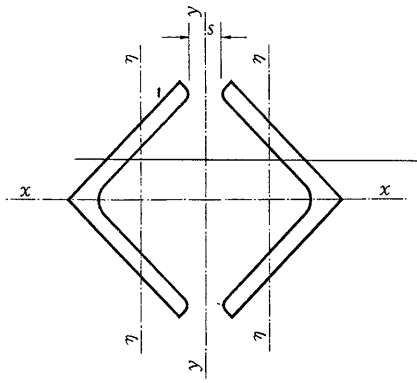


Dos perfiles L con distintas separaciones.

L	Sección A cm²	I_x cm⁴	i_x cm	i_η cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm para distintas separaciones s en mm				
					0	8	10	12	15
40 × 4 P	6,16	14,2	1,52	0,78	16,0 1,61	23,9 1,97	26,2 2,06	28,6 2,15	32,5 2,30
40 × 5	7,58	17,3	1,51	0,77	19,7 1,61	29,5 1,97	32,4 2,07	35,4 2,17	40,1 2,30
45 × 4 P	6,98	20,4	1,71	0,88	22,5 1,79	32,4 2,15	35,3 2,24	38,2 2,33	42,9 2,47
45 × 5 P	8,60	24,8	1,70	0,87	28,0 1,80	40,2 2,16	43,7 2,25	47,4 2,35	53,2 2,49
45 × 6	10,2	29,0	1,69	0,87	33,4 1,81	48,0 2,17	52,1 2,26	56,5 2,36	63,4 2,50
50 × 4 P	7,78	28,4	1,91	0,98	31,3 2,00	43,4 2,36	46,8 2,45	50,4 2,54	56,7 2,70
50 × 5 P	9,60	34,8	1,90	0,98	38,9 2,01	54,0 2,37	58,2 2,47	62,6 2,56	69,7 2,69
50 × 6	11,4	40,8	1,89	0,96	46,1 2,01	64,1 2,37	69,1 2,47	74,4 2,56	82,7 2,69
60 × 5 P	11,6	61,4	2,30	1,17	67,9 2,41	89,4 2,77	95,3 2,86	102 2,95	111 3,09
60 × 6 P	13,8	72,2	2,29	1,17	80,4 2,41	106 2,77	113 2,86	120 2,95	132 3,09
60 × 8	18,1	92,2	2,26	1,16	107 2,43	141 2,79	150 2,88	160 2,97	175 3,11
70 × 6 P	16,3	117	2,68	1,37	129 2,81	164 3,17	173 3,26	183 3,35	198 3,49
70 × 7 P	18,8	134	2,67	1,37	150 2,83	190 3,18	201 3,27	212 3,36	230 3,50
70 × 8	21,2	151	2,66	1,36	169 2,82	214 3,17	226 3,26	239 3,35	259 3,49

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.5.24

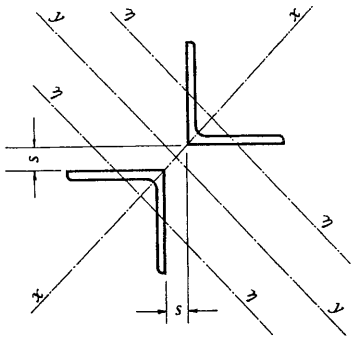


Dos perfiles L con distintas separaciones.

L	Sección A cm²	I_x cm⁴	i_x cm	i_η cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm para distintas separaciones s en mm				
					0	8	10	12	15
80 × 8 P	24,6	230	3,06	1,55	255 3,22	314 3,57	330 3,67	347 3,75	373 3,90
80 × 10	30,2	278	3,03	1,54	317 3,24	391 3,60	411 3,69	431 3,78	463 3,92
90 × 8 P	27,8	336	3,45	1,76	365 3,62	440 3,85	460 4,07	481 4,16	513 4,29
90 × 10	34,2	402	3,43	1,75	453 3,63	546 3,99	571 4,08	596 4,17	636 4,31
100 × 8 P	31,0	460	3,85	1,96	504 4,03	596 4,38	621 4,49	646 4,56	685 4,70
100 × 10 P	38,4	560	3,82	1,95	628 4,04	773 4,48	805 4,57	853 4,72	938 4,94
120 × 10 P	46,4	994	4,63	2,36	1 088 4,84	1 253 5,20	1 296 5,28	1 340 5,37	1 409 5,51
120 × 12 P	55,0	1 168	4,60	2,35	1 312 4,88	1 509 5,24	1 561 5,33	1 614 5,42	1 696 5,55
150 × 12 P	69,6	2 340	5,80	2,95	2 554 6,06	2 859 6,41	2 939 6,50	3 020 6,58	3 145 6,72
150 × 15 P	86,0	2 860	5,76	2,93	3 183 6,08	3 564 6,44	3 663 6,53	3 764 6,62	3 919 6,75
180 × 15	104	5 040	6,96	3,54	5 521 7,28	6 068 7,63	6 210 7,72	6 354 7,81	6 574 7,94
200 × 16	124	7 480	7,78	3,91	8 120 8,08	9 030 8,53	9 210 8,62	9 500 8,75	10 000 8,98
200 × 18	138	8 300	7,75	3,90	9 110 8,12	10 120 8,55	10 340 8,65	10 660 8,78	11 210 9,00

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.24

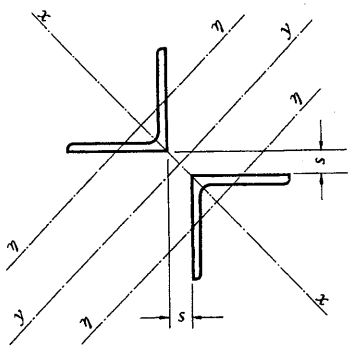


Dos perfiles L con distintas separaciones.

L	Sección A cm²	I_x cm⁴	i_x cm	$i\eta$ cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm para distintas separaciones s en mm					
					0	8	10	12	15	20
40 × 4 P	6,16	14,2	1,52	0,78	19,1 1,76	32,2 2,29	36,0 2,42	40,1 2,55	46,7 2,75	58,8 3,09
40 × 5	7,58	17,3	1,51	0,77	24,8 1,81	41,5 2,34	46,3 2,47	51,4 2,61	59,7 2,81	75,0 3,15
45 × 4 P	6,98	20,4	1,71	0,88	26,7 1,95	45,2 2,54	58,1 2,88	76,4 3,30	117 4,09	236 5,81
45 × 5 P	8,60	24,8	1,70	0,87	34,7 2,01	55,2 2,53	61,1 2,67	67,4 2,80	77,3 3,00	95,7 3,34
45 × 6	10,2	29,0	1,69	0,87	43,2 2,06	68,0 2,58	75,2 2,72	82,8 2,85	94,9 3,05	117 3,39
50 × 4 P	7,78	28,4	1,91	0,98	36,3 21,6	55,4 2,67	61,4 2,81	67,2 2,94	76,7 3,14	94,2 3,48
50 × 5 P	9,60	34,8	1,90	0,98	46,8 2,21	71,6 2,73	78,6 2,86	86,1 2,99	97,9 3,19	119 3,53
50 × 6	11,4	40,8	1,89	0,96	57,8 2,25	88,0 2,78	96,5 2,91	106 3,05	120 3,25	146 3,58
60 × 5 P	11,6	61,4	2,30	1,17	78,4 2,60	112 3,11	123 3,25	133 3,38	148 3,57	177 3,91
60 × 6	13,8	72,2	2,29	1,17	97,8 2,66	140 3,18	152 3,31	164 3,44	183 3,64	218 3,98
60 × 8	18,1	92,2	2,26	1,16	136 2,75	194 3,28	210 3,42	227 3,55	253 3,74	300 4,08
70 × 6 P	16,3	117	2,68	1,37	152 3,05	208 3,57	223 3,70	239 3,83	265 4,03	310 4,36
70 × 7 P	18,8	134	2,67	1,37	182 3,11	247 3,63	265 3,76	284 3,89	314 4,09	367 4,42
70 × 8	21,2	151	2,66	1,36	210 3,15	286 3,67	306 3,80	327 3,93	362 4,13	424 4,47

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.25

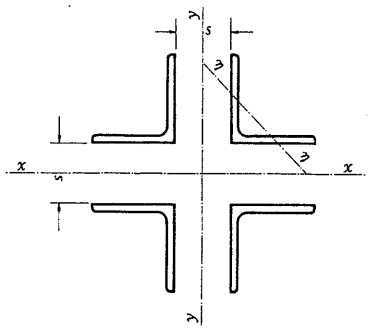


Dos perfiles L con distintas separaciones.

L	Sección A cm²	I_x cm⁴	i_x cm	i_η cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm para distintas separaciones s en mm					
					0	8	10	12	15	20
80 × 8 P	24,6	230	3,06	1,55	311 3,56	409 4,08	435 4,21	463 4,34	506 4,53	582 4,86
80 × 10	30,2	278	3,03	1,54	403 3,65	526 4,18	560 4,31	594 4,44	649 4,63	745 4,97
90 × 8 P	27,8	336	3,45	1,76	432 3,94	552 4,46	585 4,59	619 4,72	672 4,91	765 5,24
90 × 10	34,2	402	3,43	1,75	561 4,04	734 4,63	844 4,96	991 5,38	1 295 6,15	2 106 7,84
100 × 8 P	31,0	460	3,85	1,96	584 4,34	732 4,86	772 4,99	813 5,12	874 5,31	986 5,64
100 × 10 P	38,4	560	3,82	1,95	758 4,44	945 4,96	995 5,09	1 050 5,22	1 130 5,42	1 270 5,74
120 × 10 P	46,4	994	4,63	2,36	1 274 5,24	1 534 5,75	1 604 5,88	1 676 6,01	1 784 6,20	1 985 6,54
120 × 12 P	55,0	1 168	4,60	2,35	1 580 5,35	1 880 5,87	1 980 6,00	2 060 6,13	2 200 6,32	2 430 6,65
150 × 12 P	69,6	2 340	5,80	2,95	2 972 6,53	3 520 7,11	3 853 7,44	4 285 7,84	5 150 8,60	7 331 10,26
150 × 15 P	86,0	2 860	5,76	2,93	3 846 6,68	4 543 7,26	4 966 7,59	5 513 8,00	6 608 8,76	9 340 10,42
180 × 15	104	5 040	6,96	3,54	6 485 7,88	7 468 8,46	8 058 8,79	8 817 9,19	10 318 9,95	14 029 11,60
200 × 16	124	7 480	7,78	3,91	9 410 8,72	10 540 9,24	10 840 9,36	11 130 9,49	11 590 9,68	12 370 10,0
200 × 18	138	8 300	7,75	3,90	10 770 8,83	12 060 9,34	12 390 9,47	12 730 9,60	13 240 9,79	14 130 10,1

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

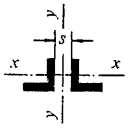
1. 5.25



Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	$i\eta$ cm	Valores de:				$I = \text{cm}^4$ $W = \text{cm}^3$ $i = \text{cm}$		para distintas separaciones s en mm							
			0	8	10	12	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
40 × 4 P	12,3	0,78	33,4 8,35 1,65	46,4 10,5 1,94	50,3 11,2 2,02	54,4 11,8 2,10	61,0 12,8 2,23	73,3 14,7 2,44	102 18,5 2,88	138 23,0 3,35	179 27,5 3,82	227 32,4 4,29	281 37,5 4,77	341 42,6 5,26	407 47,9 5,75	479 53,2 6,24
40 × 5	15,2	0,77	42,2 10,5 1,66	58,6 13,3 1,96	63,6 14,1 2,05	68,7 14,9 2,13	77,0 16,2 2,25	925 18,5 2,47	129 23,5 2,91	173 28,9 3,37	225 34,6 3,85	284 40,6 4,32	351 46,8 4,81	425 53,1 5,29	507 59,6 5,78	596 66,2 6,26
45 × 4 P	14,0	0,88	46,8 10,4 1,83	62,9 12,8 2,12	67,5 13,5 2,20	72,5 14,2 2,28	80,0 15,2 2,39	95,1 17,3 2,61	130 21,6 3,05	171 26,4 3,49	220 31,4 3,96	275 36,7 4,43	338 42,3 4,91	408 47,9 5,40	484 53,8 5,88	568 59,7 6,37
45 × 5 P	17,2	0,87	59,5 13,2 1,86	79,9 16,3 2,16	85,8 17,2 2,23	92,1 18,1 2,31	102 19,4 2,44	121 22,0 2,65	164 27,3 3,09	216 33,2 3,54	277 39,6 4,01	346 46,1 4,49	424 53,0 4,97	511 60,1 5,45	606 67,3 5,94	710 74,7 6,43
45 × 6	20,4	0,87	72,1 16,0 1,88	96,9 19,8 2,18	104 20,8 2,26	112 21,9 2,34	124 23,6 2,47	146 26,6 2,68	199 33,1 3,12	261 40,2 3,58	334 47,7 4,05	417 55,5 4,52	510 63,7 5,00	613 72,1 5,48	726 80,7 5,97	850 89,5 6,45
50 × 4 P	15,6	0,98	64,7 12,9 2,04	84,1 15,6 2,32	89,7 16,3 2,40	95,6 17,1 2,48	105 18,3 2,59	123 20,4 2,81	163 25,1 3,23	212 30,2 3,69	268 35,7 4,14	332 41,5 4,61	403 47,5 5,08	483 53,7 5,56	570 60,0 6,04	665 66,5 6,53
50 × 5 P	19,2	0,98	81,6 16,3 2,06	106 19,6 2,35	113 20,5 2,43	121 21,6 2,51	133 23,1 2,63	155 25,8 2,84	205 31,5 3,27	266 38,0 3,72	336 44,8 4,19	416 52,0 4,65	505 59,4 5,13	604 67,1 5,61	712 74,9 6,09	830 83,0 6,57

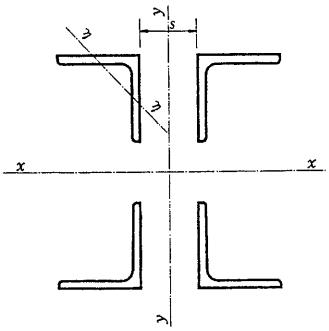
Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.



Los valores estáticos de 2 L con respecto al eje $y - y$ se obtienen dividiendo por dos los valores del cuadro, excepto i_y que es igual al i del cuadro.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ se obtienen multiplicando por dos los que figuran en las páginas 112 a 117, excepto i_x que es igual al i_x de los cuadros de las páginas citadas.

1. 5.26

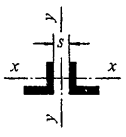


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje $y - y$ para distintas separaciones s.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ figuran en las páginas 320 a 329.

L	A	i_η	Valores de:				$I = \text{cm}^4$ $W = \text{cm}^3$ $i = \text{cm}$		para distintas separaciones s en mm							
	cm²	cm	0	8	10	12	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50 × 6	22,8	0,97	99,0 19,8 2,08	129 23,9 2,38	138 25,0 2,46	147 26,2 2,54	161 28,1 2,66	188 31,3 2,87	249 38,3 3,30	322 46,0 3,76	406 54,2 4,22	502 62,7 4,69	609 71,6 5,17	727 80,8 5,65	857 90,2 6,06	998 99,8 6,62
60 × 5 P	23,3	1,17	140 23,4 2,45	174 27,3 2,73	184 28,3 2,81	195 29,5 2,89	211 31,2 3,01	240 34,3 3,21	307 40,9 3,63	386 48,3 4,07	477 56,1 4,52	579 64,3 4,98	693 72,9 5,45	818 81,8 5,93	955 91,0 6,40	1 104 100 6,88
60 × 6	27,6	1,17	170 28,3 2,48	212 33,1 2,77	224 34,5 2,85	236 35,8 2,92	256 37,9 3,04	291 41,6 3,24	372 49,6 3,67	468 58,5 4,11	576 67,8 4,56	699 77,7 5,03	836 88,0 5,50	986 98,6 5,98	1 150 110 646	1 330 121 694
60 × 8	36,1	1,16	230 38,3 2,52	287 44,8 2,82	303 46,6 2,90	319 48,3 2,97	346 51,3 3,10	394 56,3 3,30	503 67,1 3,73	630 78,8 4,18	775 91,2 4,63	938 104 5,10	1 120 118 5,57	1 320 132 6,05	1 540 147 6,53	1 770 161 7,00
70 × 6 P	32,5	1,37	269 38,4 2,88	324 43,8 3,16	340 45,3 3,23	356 46,8 3,31	381 49,2 3,42	427 53,3 3,62	530 62,4 4,04	650 72,2 4,47	786 82,7 4,92	938 93,8 5,37	1 106 105 5,83	1 291 117 6,30	1 492 130 6,78	1 709 142 7,25
70 × 7 P	37,6	1,37	316 45,1 2,90	381 51,5 3,18	399 53,2 3,26	418 55,0 3,33	448 57,8 3,45	501 62,6 3,65	622 73,2 4,07	762 84,7 4,50	921 96,9 4,95	1 100 110 5,40	1 290 123 5,86	1 510 137 6,34	1 740 151 6,80	2 000 167 7,29
70 × 8 P	42,4	1,36	361 51,6 2,90	436 59,0 3,21	457 60,9 3,28	479 63,0 3,36	513 66,2 3,48	574 71,8 3,68	712 83,8 4,10	872 96,9 4,53	1 052 111 4,98	1 254 125 5,44	1 477 141 5,90	1 722 157 6,37	1 987 173 6,85	2 274 189 7,32

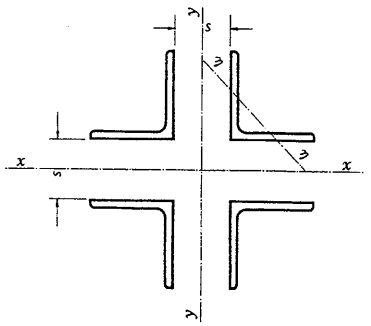
Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.



Los valores estáticos de 2 L con respecto al eje $y - y$ se obtienen dividiendo por dos los valores del cuadro, excepto i_y que es igual al i del cuadro.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ se obtienen multiplicando por dos los que figuran en las páginas 112 a 117, excepto i_x que es igual al i_x de los cuadros de las páginas citadas.

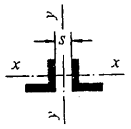
1. 5.26



Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de: 0	8	10	12	15	20	30	40	50	60	I = cm⁴ W = cm³ i = cm 70	80
80 × 8 P	49,2	1,55	540 67,5 3,31	637 75,8 3,60	664 78,1 3,67	692 80,5 3,75	735 84,0 3,87	812 90,2 4,06	985 104 4,47	1 180 118 4,90	400 133 5,34	1 650 150 5,79	1 920 167 6,25	2 200 183 6,71
80 × 10	60,4	1,54	681 85,1 3,36	803 95,6 3,65	837 98,5 3,72	872 101 3,80	927 106 3,92	1 020 113 4,12	1 240 131 4,53	1 490 149 4,96	1 770 169 5,41	2 070 188 5,86	2 410 210 6,32	2 780 232 6,79
90 × 8 P	55,6	1,76	764 84,8 3,71	884 94,0 3,99	916 96,5 4,06	950 99,0 4,13	1 003 103 4,25	1 097 110 4,44	1 306 124 4,85	1 542 140 5,27	1 806 157 5,70	2 098 175 6,14	2 418 193 6,59	2 765 213 7,05
90 × 10	68,4	1,75	964 107 3,75	1 115 119 4,04	1 157 122 4,11	1 200 125 4,19	1 267 130 4,30	1 385 138 4,50	1 647 157 4,91	1 943 177 5,33	2 273 198 5,76	2 638 220 6,21	3 037 243 6,66	3 470 267 7,12
100 × 8 P	62,0	1,96	1 046 105 4,11	1 191 151 4,38	1 231 117 4,46	1 272 120 4,53	1 335 124 4,64	1 447 132 4,83	1 695 147 5,23	19 73 164 5,64	2 283 183 6,07	2 623 202 6,50	2 994 222 6,95	3 397 243 7,40
100 × 10 P	76,8	1,95	1 320 132 4,14	1 500 144 4,43	1 560 149 4,50	1 610 152 4,57	1 690 157 4,69	1 830 166 4,88	2 140 186 5,28	2 490 208 5,70	2 880 230 6,13	3 310 255 6,56	3 780 280 7,01	4 280 306 7,46
120 × 10 P	92,8	2,36	2 269 189 4,94	2 529 204 5,22	2 599 208 5,29	2 671 212 5,36	2 781 218 5,47	2 976 229 5,66	3 399 252 6,05	3 869 276 6,46	4 385 303 6,87	4 947 330 7,30	5 556 358 7,74	6 211 388 8,18
120 × 12 P	110	2,35	2 744 229 4,99	3 060 247 5,27	3 145 252 5,35	3 232 257 5,42	3 366 264 5,53	3 602 277 5,72	4 113 305 6,11	4 680 334 6,52	5 301 366 6,94	5 978 399 7,37	6 709 433 7,81	7 496 469 8,25
150 × 12 P	139	2,95	5 310 354 6,18	5 792 376 6,46	5 919 382 6,52	6 049 388 6,60	6 250 397 6,71	6 596 412 6,89	7 344 445 7,27	8 161 480 7,66	9 048 517 8,07	10 004 556 8,48	11 030 596 8,90	12 127 638 9,34
150 × 15 P	172	2,93	6 698 447 6,24	7 311 475 6,52	7 472 482 6,59	7 637 490 6,66	7 892 501 6,77	8 332 521 6,96	9 278 562 7,34	10 310 606 7,74	11 428 653 8,15	12 632 702 8,57	13 922 753 9,00	15 298 805 9,43

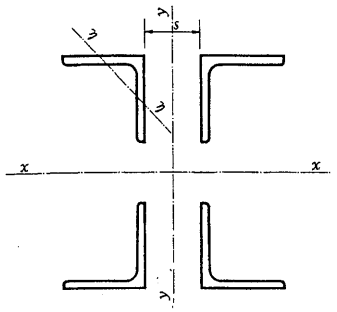
Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.



Los valores estáticos de 2 L con respecto al eje $y - y$ se obtienen dividiendo por dos los valores del cuadro, excepto i_y que es igual al i del cuadro.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ se obtienen multiplicando por dos los que figuran en las páginas 112 a 117, excepto i_x que es igual al i_x de los cuadros de las páginas citadas.

1. 5.26

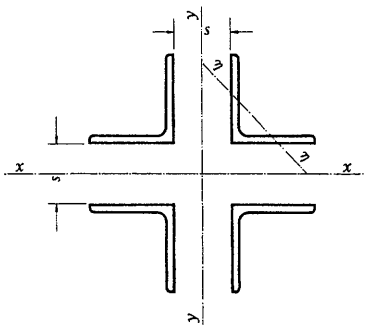


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje $y - y$ para distintas separaciones s.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ figuran en las páginas 320 a 329.

para distintas separaciones s en mm										L
90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	
2 540 203 7,19	2 880 222 7,61	3 250 241 8,13	3 650 261 8,61	4 060 280 9,08	4 510 301 9,57	—	—	—	—	80 × 8 P
3 180 254 7,26	3 600 277 7,72	4 060 301 8,20	4 550 325 8,68	5 070 350 9,16	5 620 375 9,64	—	—	—	—	80 × 10
3 140 233 7,51	3 544 253 7,98	3 974 274 8,45	4 433 296 8,93	4 920 317 9,41	5 434 340 9,89	5 976 362 10,3	6 546 385 10,9	—	—	90 × 8 P
3 937 292 7,59	4 438 317 8,06	4 974 343 8,53	5 544 370 9,00	6 148 397 9,48	6 786 424 9,96	7 458 452 10,4	8 165 480 10,9	—	—	90 × 10
3 830 264 7,86	4 294 286 8,32	4 790 309 8,79	5 316 332 9,26	5 874 356 9,73	6 462 380 10,2	7 081 405 10,7	7 732 430 11,2	9 126 480 12,1	10 643 532 13,1	100 × 8 P
4 820 332 7,92	5 410 361 8,39	6 020 388 8,85	6 680 418 9,33	7 380 447 9,80	8 110 477 10,3	8 890 508 10,8	9 700 539 11,2	11 440 602 12,2	13 330 667 13,2	100 × 10 P
6 913 419 8,63	7 661 451 9,09	8 455 483 9,54	9 296 516 10,0	10 183 550 10,5	11 117 585 10,9	12 097 620 11,4	13 122 865 11,9	15 315 729 12,8	17 692 804 13,8	120 × 10 P
8 337 505 8,71	9 234 543 9,16	10 185 582 9,62	11 192 622 10,1	15 380 662 10,6	13 370 704 11,0	14 541 746 11,5	15 768 788 12,0	18 386 876 12,9	21 224 965 13,9	120 × 12 P
13 291 682 9,78	14 525 726 10,2	15 830 772 10,7	17 203 819 11,1	18 647 867 11,6	20 160 916 12,0	21 743 966 12,5	23 395 1 017 13,0	26 908 1 121 13,9	30 700 1 228 14,9	150 × 12 P
16 760 859 9,87	18 308 915 10,3	19 942 973 10,8	21 662 1 032 11,2	23 468 1 092 11,7	25 360 1 153 12,1	27 338 1 215 12,6	29 402 1 278 13,1	33 788 1 408 14,0	38 518 1 541 15,0	150 × 15 P

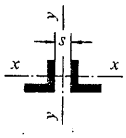
1. 5.26



Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de:										I = cm⁴ W = cm³ i = cm	
			0	8	10	12	15	20	30	40	50	60	70	80
180 × 15	208	3,54	11 528 640 7,44	12 391 673 7,72	12 618 682 7,78	12 850 691 7,86	13 202 704 7,97	13 812 727 8,15	15 111 775 8,52	16 513 826 8,91	18 020 879 9,31	19 631 935 8,71	21 346 993 10,1	23 165 1 053 10,6
200 × 16	247	3,94	17 692 885 8,46	18 824 923 8,73	19 119 933 8,80	19 418 943 8,87	19 877 958 8,97	20 668 984 9,15	22 342 1 039 9,51	24 139 1 097 9,89	26 060 1 158 10,3	28 104 1 222 10,7	30 272 1 288 11,1	32 563 1 357 11,5
200 × 18	276	3,93	19 068 953 8,31	20 350 998 8,59	20 685 1 009 8,66	21 025 1 021 8,73	21 544 1 038 8,83	22 440 1 069 9,02	24 333 1 132 9,39	26 365 1 198 9,77	28 535 1 268 10,2	30 843 1 341 10,6	33 289 1 417 11,0	35 873 1 495 11,4

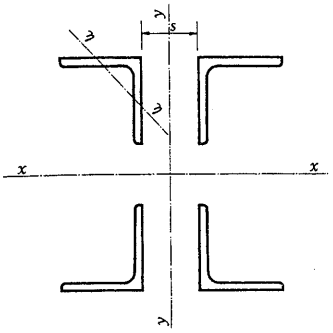
Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.



Los valores estáticos de 2 L con respecto al eje $y - y$ se obtienen dividiendo por dos los valores del cuadro, excepto i_y que es igual al i del cuadro.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ se obtienen multiplicando por dos los que figuran en las páginas 112 a 117, excepto i_x que es igual al i_x de los cuadros de las páginas citadas.

1.5.26.

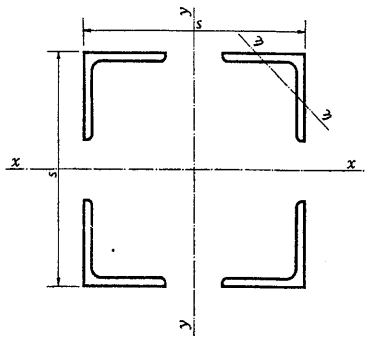


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje $y - y$ para distintas separaciones s.

Los valores estáticos con respecto al eje $x - x$ figuran en las páginas 320 a 329.

para distintas separaciones s en mm										L
90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	
25 089 1 115 11,0	27 117 1 179 11,4	29 242 1 244 11,9	31 485 1 312 12,3	33 825 1 381 12,8	36 270 1 451 13,2	38 818 1 522 13,7	41 471 1 595 14,1	47 090 1 744 15,0	53 125 1 897 16,0	180 × 15
34 979 1 428 11,9	37 518 1 501 12,3	40 170 1 575 12,8	42 966 1 653 13,2	45 875 1 731 13,6	48 909 1 811 14,1	52 065 1 893 14,5	55 346 1 977 15,0	62 277 2 147 15,9	69 703 2 323 16,8	200 × 16
38 596 1 575 11,8	41 456 1 657 12,3	44 452 1 743 12,7	47 592 1 830 13,1	50 868 1 920 13,6	54 281 2 010 14,0	57 833 2 103 14,5	61 523 2 197 14,9	69 317 2 390 15,8	77 665 2 589 16,8	200 × 18

1. 5.26

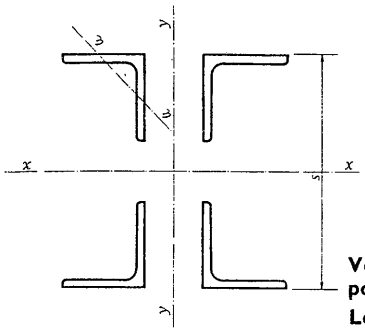


Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de: I = cm⁴, W = cm³, i = cm							
			200	250	300	350	400	450	500	550
40 × 4 P	12,3	0,78	989 98,9 8,96	1 613 129 11,4	2 391 159 13,9	3 323 190 16,4	4 409 220 18,9	5 649 251 21,4	7 043 282 23,9	8 591 312 26,4
40 × 5	15,2	0,77	1 206 121 8,92	1 971 158 11,4	2 926 195 13,9	4 069 233 16,4	5 403 270 18,9	6 926 308 21,4	8 638 346 23,9	10 540 383 26,4
45 × 4 P	14,0	0,88	1 099 110 8,87	1 799 144 11,4	2 673 178 13,8	3 721 213 16,3	4 944 247 18,8	6 341 282 21,3	7 913 317 23,8	9 660 351 26,3
45 × 5 P	17,2	0,87	1 339 134 8,82	2 196 176 11,3	3 269 218 13,8	4 556 260 16,3	6 058 303 18,8	7 776 346 21,3	9 708 388 23,8	11 856 431 26,3
45 × 6	20,4	0,87	1 570 157 8,78	2 581 206 11,2	3 846 256 13,7	5 366 306 16,2	7 141 357 18,7	9 169 407 21,2	11 453 458 23,7	13 991 508 26,2
50 × 4 P	15,6	0,96	1 197 119 8,77	1 966 157 11,2	2 930 195 13,7	4 089 233 16,2	5 442 272 18,7	6 989 310 21,2	8 731 349 23,7	10 668 387 26,2
50 × 5 P	19,2	0,98	1 464 146 8,73	2 409 192 11,2	3 595 239 13,7	5 020 286 16,2	6 686 334 18,7	8 592 381 21,2	10 737 429 23,7	13 123 477 26,1
50 × 6	22,8	0,97	1 715 171 8,68	2 830 226 11,2	4 230 282 13,6	5 914 337 16,1	7 882 394 18,6	10 136 450 21,1	12 673 507 23,6	15 496 563 26,0
60 × 5 P	23,3	0,97	1 704 170 8,56	2 823 225 11,0	4 232 282 13,4	5 933 339 15,9	7 925 396 18,4	10 207 453 20,9	12 781 511 23,4	15 645 568 25,9

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.27

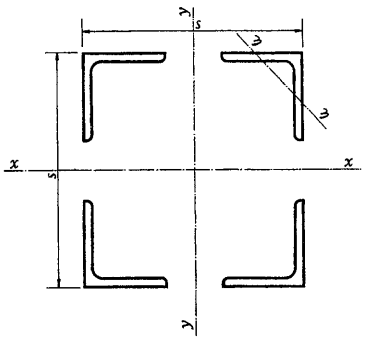


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje *x* — *x* para distintas separaciones *s*.

Los valores estáticos con respecto al eje *y* — *y* figuran en las páginas 314 a 319.

para distintas separaciones *s* en mm									L
600	650	700	750	800	850	900	950	1 000	
10 293 344 29,0	12 150 374 31,4	14 160 405 33,9	16 323 435 36,4	18 641 466 38,9	21 113 497 41,4	23 739 528 43,9	26 519 558 46,4	29 453 589 48,9	40 × 4 P
12 631 421 28,9	14 912 459 31,4	17 382 497 33,9	20 042 534 36,4	22 891 572 38,9	25 930 610 41,3	29 158 648 43,9	32 576 686 46,3	36 184 724 48,9	40 × 5
11 581 386 28,8	13 676 421 31,3	15 946 456 33,8	18 390 490 36,3	21 009 525 38,8	23 802 560 41,3	26 770 595 43,8	29 913 630 46,3	33 230 665 48,8	45 × 4 P
14 218 474 28,8	16 795 517 31,3	19 588 560 33,8	22 595 603 36,3	25 818 645 38,7	29 255 688 41,2	32 908 731 43,7	36 775 774 46,2	40 857 817 48,7	45 × 5 P
16 783 559 28,7	19 830 610 31,2	23 131 661 33,7	26 687 711 36,2	30 498 762 38,7	34 562 813 41,2	38 882 864 43,7	43 456 914 46,2	48 284 965 48,7	45 × 6
12 798 426 28,7	15 124 465 31,2	17 644 504 33,7	20 358 542 36,2	23 267 581 38,7	26 371 620 41,2	29 669 659 43,7	33 161 698 46,2	36 848 736 48,7	50 × 4 P
15 748 524 28,6	18 614 572 31,1	21 720 620 33,6	25 065 668 36,1	28 651 716 38,6	32 476 764 41,1	36 542 812 43,6	40 848 859 46,1	45 393 907 48,6	50 × 5 P
18 602 620 28,5	21 994 676 31,0	25 669 733 33,5	29 630 790 36,0	33 874 846 38,5	38 404 903 41,0	43 217 960 43,5	48 316 1 017 46,0	53 698 1 074 48,5	50 × 6
18 801 626 28,4	22 248 684 30,9	25 985 742 33,4	30 014 800 35,9	34 333 858 38,4	38 944 916 40,9	43 846 974 43,4	49 038 1 032 45,9	54 522 1 090 48,4	60 × 5 P

1. 5.27

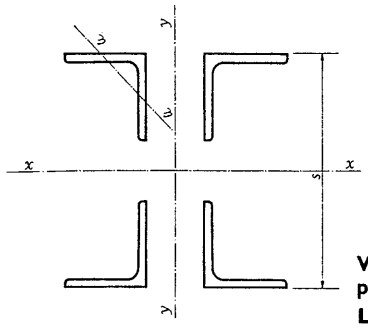


Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de: $I = cm^4$ $W = cm^3$ $i = cm$							
			200	250	300	350	400	450	500	550
60 × 6	27,6	1,17	2 000 200 8,51	3 321 265 10,9	4 987 332 13,4	7 000 400 15,9	9 357 467 18,4	12 060 536 20,9	15 109 604 23,4	18.503 672 25,8
60 × 8	36,1	1,16	2 563 256 8,42	4 275 342 10,8	6 438 429 13,4	9 054 517 15,8	12 120 606 18,3	15 638 695 20,8	19 608 784 23,3	24 029 873 25,7
70 × 6 P	32,5	1,37	2 265 226 8,35	3 780 302 10,7	5 702 380 13,2	8 031 458 15,7	10 766 538 18,2	13 907 618 20,6	17 455 698 23,1	21 409 778 25,6
70 × 7 P	37,6	1,36	2 593 259 8,31	4 338 347 10,7	6 552 436 13,2	9 237 527 15,6	12 392 619 18,1	16 016 711 20,6	20 111 804 23,1	24 676 897 25,6
70 × 8	42,4	1,36	2 896 289 8,27	4 855 388 10,7	7 344 489 13,1	10 363 592 15,6	13 912 695 18,1	17 991 799 20,6	22 600 904 23,1	27 738 1 008 25,6
80 × 8 P	49,2	1,55	3 236 323 8,11	5 447 435 10,5	8 274 551 12,9	11 715 669 15,4	15 772 788 17,9	20 443 908 20,4	25 730 1 029 22,8	31 631 1 150 25,3
80 × 10	60,4	1,54	3 894 389 8,03	6 584 526 10,4	10 030 668 12,9	14 231 813 15,4	19 187 959 17,8	24 898 1 106 20,3	31 363 1 254 22,8	38 584 1 403 25,3
90 × 8 P	55,6	1,76	3 543 354 8,00	5 976 478 10,4	9 103 607 12,8	12 926 738 15,2	17 443 872 17,7	22 656 1 006 20,2	28 563 11 42 22,7	35 165 1 278 25,1
90 × 10	68,4	1,75	4 273 427 7,9	7 239 579 10,2	11 059 737 12,7	15 734 899 15,1	21 264 1 063 17,6	27 649 1 228 20,1	34 889 1 395 22,5	42 984 1 563 25,0

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.27

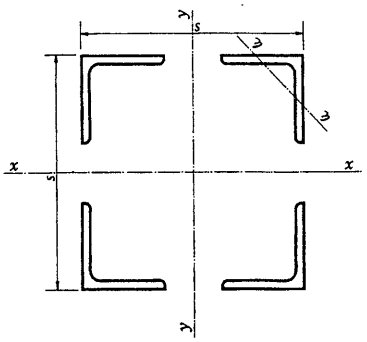


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje x — x para distintas separaciones s.

Los valores estáticos con respecto al eje y — y figuran en las páginas 314 a 319.

para distintas separaciones s en mm									L
600	650	700	750	800	850	900	950	1 000	
22 243 741 28,4	26 328 810 30,9	30 759 878 33,4	35 535 947 35,9	40 657 1 016 38,4	46 124 1 085 40,8	51 937 1 154 43,3	58 095 1 223 45,8	64 598 1 291 48,3	60 × 6
28 902 963 28,3	34 226 1 053 30,7	40 001 1 142 33,3	46 228 1 232 35,7	52 907 1 322 38,2	60 037 1 412 40,7	67 618 1 502 43,3	75 652 1 592 45,7	84 136 1 682 48,2	60 × 8
25 770 859 28,1	30 538 939 30,6	35 712 1 020 33,1	41 292 1 101 35,6	47 279 1 181 38,1	53 673 1 262 40,6	60 472 1 343 43,1	67 679 1 424 45,6	75 292 1 505 48,1	70 × 6 P
29 710 990 28,1	35 215 1 083 30,6	41 190 1 176 33,1	47 634 1 270 35,5	54 549 1 363 38,1	61 933 1 457 40,6	69 788 1 550 43,1	78 113 1 644 45,6	86 907 1 738 48,1	70 × 7 P
33 407 1 113 28,1	39 606 1 218 30,6	46 335 1 323 33,1	53 594 1 429 35,6	61 383 1 534 38,1	69 702 1 640 40,6	78 551 1 745 43,0	87 929 1 851 45,5	97 838 1 956 48,0	70 × 8
38 148 1 271 27,8	45 280 1 393 30,3	53 026 1 515 32,8	61 388 1 637 35,3	70 364 1 759 37,8	79 956 1 881 40,3	90 162 2 003 42,8	100 984 2 125 45,3	112 420 2 248 47,8	80 × 8 P
46 560 1 552 27,8	55 291 1 701 30,3	64 777 1 850 32,8	75 017 2 000 35,2	86 013 2 150 37,7	97 764 2 300 40,2	110 270 2 450 42,7	123 531 2 600 45,2	137 547 2 750 47,7	80 × 10
42 463 1 415 27,6	50 455 1 552 30,1	59 143 1 689 32,6	68 525 1 827 35,1	78 603 1 965 37,6	89 375 2 102 40,1	100 843 2 240 42,6	113 005 2 379 45,1	125 863 2 517 47,6	90 × 8 P
51 934 1 731 27,5	61 740 1 899 30,0	72 400 2 068 32,5	83 915 2 237 35,0	96 285 2 407 37,5	109 510 2 576 40,0	123 590 2 746 42,5	138 525 2 916 45,0	154 316 3 086 47,5	90 × 10

1. 5.27

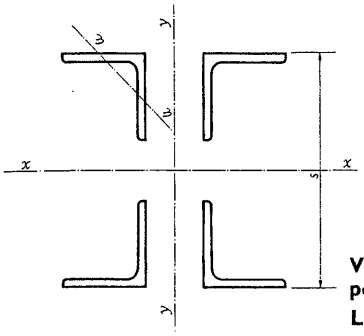


Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de: I = cm⁴, W = cm³, i = cm						
			1 100	1 200	1 250	1 300	1 400	1 500	1 600
60 × 6	27,6	1,17	78 642 1 429 53,3	94 068 1 567 58,3	102 299 1 636 60,8	110 876 1 705 63,3	129 066 1 843 68,3	148 638 1 981 73,3	169 592 2 119 78,3
60 × 8	36,1	1,16	102 460 1 862 53,2	122 589 2 043 58,3	133 332 2 133 60,7	144 525 2 223 63,2	168 267 2 403 68,2	193 813 2 584 73,2	221 168 2 764 78,2
70 × 6 P	32,5	1,37	91 737 1 668 53,1	109 808 1 830 58,1	119 454 1 911 60,6	129 506 1 992 63,1	150 829 2 154 68,1	173 779 2 317 73,1	198 354 2 479 78,1
70 × 7 P	37,6	1,36	105 907 1 925 53,1	126 786 2 113 58,1	137 931 2 206 60,6	149 545 2 300 63,1	174 184 2 488 68,1	200 704 2 676 73,1	229 103 2 863 78,1
70 × 8	42,4	1,36	119 246 2 168 53,0	142 774 2 379 58,0	155 333 2 485 60,5	168 422 2 591 63,0	196 189 2 802 68,0	226 077 3 014 73,0	258 085 3 226 78,0
80 × 8 P	49,2	1,55	137 138 2 493 52,8	164 316 2 738 57,8	178 828 2 861 60,3	193 955 2 983 62,8	226 052 3 229 67,8	260 611 3 474 72,8	297 629 3 720 77,8
80 × 10	60,4	1,54	167 843 3 051 52,7	201 160 3 352 57,7	218 951 3 503 60,2	237 496 3 653 62,7	276 853 3 955 67,7	319 230 4 256 72,7	364 626 4 557 77,7
90 × 8 P	55,6	1,76	153 663 2 793 52,5	184 243 3 070 57,6	200 575 3 209 60,1	217 603 3 347 62,5	253 743 3 624 67,5	292 663 3 902 72,5	334 363 4 179 77,5
90 × 10	68,4	1,75	188 461 3 426 52,4	226 026 3 767 57,4	246 091 3 937 59,9	267 012 4 107 62,4	311 417 4 448 67,4	359 242 4 789 72,4	410 487 5 131 77,4

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.27

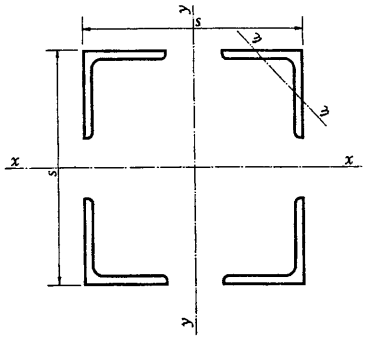


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje *x* — *x* para distintas separaciones *s*.

Los valores estáticos con respecto al eje *y* — *y* figuran en las páginas 314 a 319.

para distintas separaciones *s* en mm							L
1 700	1 750	1 800	1 900	2 000	2 250	2 500	
191 928 2 257 83,3	203 614 2 327 85,8	215 645 2 396 88,3	240 745 2 534 93,3	267 227 2 672 98,3	339 478 3 017 110	420 367 3 362 123	60 × 6
250 328 2 945 83,2	265 585 3 035 85,7	281 293 3 125 88,2	314 065 3 305 93,2	348 643 3 486 98,2	442 988 3 937 110	548 621 4 389 123	60 × 8
224 555 2 641 83,1	238 266 2 723 85,6	252 383 2 804 88,1	281 836 2 966 93,1	312 915 3 129 98,1	397 727 3 535 110	492 702 3 941 123	70 × 6 P
259 382 3 051 83,1	275 227 3 145 85,6	291 541 3 239 88,1	325 581 3 427 93,1	361 500 3 615 98,1	459 523 4 084 110	569 296 4 554 123	70 × 7 P
292 213 3 437 83,0	310 071 3 543 85,5	328 460 3 649 88,0	366 828 3 861 93,0	407 316 4 073 98,0	517 810 4 602 110	641 554 5 132 123	70 × 8
337 107 3 965 82,8	357 768 4 088 85,3	379 045 4 211 87,8	423 443 4 457 92,8	470 301 4 703 97,8	598 209 5 317 110	741 491 5 931 123	80 × 8 P
413 043 4 859 82,7	438 384 5 010 85,2	464 480 5 160 87,7	518 936 5 462 92,7	576 413 5 764 97,7	733 317 6 518 110	909 096 7 272 123	80 × 10
378 843 4 456 82,5	402 125 4 595 85,0	426 103 4 734 87,5	476 143 5 012 92,5	528 963 5 289 97,5	673 175 5 983 110	834 763 6 678 122	90 × 8 P
465 153 5 472 82,4	493 768 5 643 84,9	523 238 5 813 87,4	584 743 6 155 92,4	649 648 6 496 97,4	826 944 7 350 109	1 025 595 8 204 122	90 × 10

1. 5.27

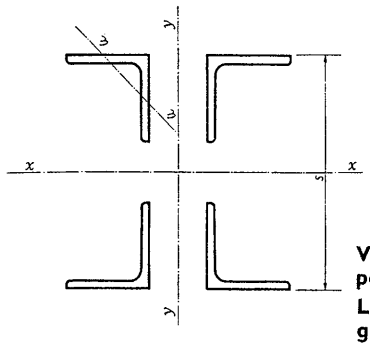


Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de: I = cm⁴, W = cm³, i = cm							
			200	250	300	350	400	450	500	550
100 × 8 P	62,0	1,96	3 847 384 7,8	6 485 518 10,2	9 899 659 12,6	14 087 804 15,0	19 050 952 17,5	24 788 1 101 20,0	31 301 1 252 22,4	38 589 1 403 24,9
100 × 10 P	76,8	1,95	4 667 466 7,80	7 904 632 10,2	12 101 806 12,5	17 258 986 15,0	23 375 1 168 17,4	30 452 1 353 19,9	38 489 1 539 22,4	47 487 1 726 24,9
120 × 10 P	92,8	2,36	5 405 540 7,63	9 089 727 9,90	13 933 928 12,2	19 937 1 139 14,7	27 101 1 355 17,1	35 426 1 574 19,5	44 910 1 796 22,0	55 554 2 020 24,4
120 × 12 P	110,0	2,35	6 263 626 7,55	10,581 846 9,81	16 273 1 084 12,2	23 341 1 333 14,6	31 783 1 589 17,0	41 601 1 848 19,5	52 793 2 111 21,9	65 361 2 376 24,4
150 × 12 P	139,2	2,95	7 760 776 7,47	12 723 1 017 9,5	19 425 1 295 11,8	27 868 1 592 14,1	38 050 1 902 16,5	49 973 2 221 18,9	63 635 2 545 21,3	79 038 2 874 23,8
150 × 15 P	172,0	2,93	9 278 927 7,34	15 298 1 223 9,43	23 468 1 564 11,7	33 788 1 930 14,0	46 258 2 312 16,4	60 878 2 705 18,8	77 648 3 105 21,2	96 568 3 511 23,7
180 × 15	208,4	3,54	11 611 1 161 7,46	18 145 1 451 9,33	27 283 1 818 11,4	39 026 2 230 13,7	53 375 2 668 16,0	70 328 3 125 18,3	89 886 3 595 20,7	112 050 4 074 23,1
200 × 16	247,2	3,94	15 121 1 512 7,82	22 203 1 776 9,48	32 375 2 158 11,4	45 638 2 607 13,5	61 990 3 099 15,8	81 432 3 619 18,1	103 965 4 158 20,5	129 587 4 712 22,9
200 × 18	276,4	3,93	15 751 1 575 7,55	23 559 1 884 9,23	34 822 2 321 11,2	49 540 2 830 13,3	67 714 3 385 15,6	89 342 3 970 17,9	114 425 4 577 20,3	142 964 5 198 22,7

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.27

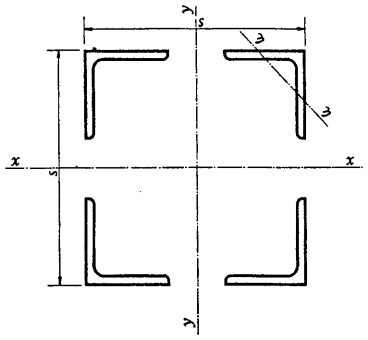


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje x — x para distintas separaciones s.

Los valores estáticos con respecto al eje y — y figuran en las páginas 314 a 319.

para distintas separaciones s en mm									L
600	650	700	750	800	850	900	950	1 000	
46 652 1 555 27,4	55 490 1 707 29,9	65 103 1 860 32,4	75 491 20 13 34,8	86 655 2 166 37,3	98 593 2 319 39,8	111 306 2 473 42,3	124 794 2 627 44,8	139 057 2 781 47,3	100 × 8 P
57 444 1 914 27,4	68 361 2 103 29,8	80 238 2 292 32,3	93 075 2 482 34,8	106 872 2 671 37,3	121 629 2 861 39,8	137 346 3 052 42,3	154 023 3 242 44,7	171 661 3 433 47,3	100 × 10 P
67 358 2 245 26,9	80 322 2 471 29,4	94 446 2 698 31,9	109 731 2 926 34,4	126 175 3 154 36,9	143 779 3 383 39,4	162 543 3 612 41,9	182 467 3 841 44,3	203 550 4 071 46,8	120 × 10 P
79 303 2 643 26,9	94 621 2 911 29,3	111 313 3 180 31,9	129 381 3 450 34,3	148 823 3 720 36,8	169 640 3 991 39,3	191 833 4 262 41,7	215 400 4 534 44,3	240 343 4 806 46,7	120 × 12 P
96 180 3 206 26,2	115 062 3 540 28,8	135 685 3 876 31,2	158 047 4 214 33,7	182 150 4 553 36,2	207 992 4 893 38,6	235 575 5 235 41,1	264 897 5 576 43,6	295 960 5 912 46,1	150 × 12 P
117 638 3 921 26,1	140 858 4 334 28,6	166 228 4 749 31,1	193 748 5 166 33,5	223 418 5 585 36,0	255 238 6 005 38,5	289 208 6 426 41,0	325 328 6 849 43,5	363 598 7 271 46,0	150 × 15 P
136 818 4 560 25,6	164 191 5 052 28,0	194 170 5 547 30,5	226 753 6 046 32,9	261 941 6 548 35,4	299 735 7 052 37,9	340 133 7 558 40,4	383 136 8 066 42,8	428 745 8 574 45,3	180 × 15
158 299 5 276 25,3	190 101 5 849 27,7	224 994 6 428 30,1	262 976 7 012 32,6	304 048 7 601 35,0	348 210 8 193 37,5	395 463 8 788 40,0	445 805 9 385 42,4	499 237 9 984 44,9	200 × 16
174 957 5 831 25,1	210 405 6 474 27,5	249 308 7 123 30,0	291 667 7 777 32,4	337 480 8 437 34,9	386 748 9 099 37,4	439 471 9 766 39,8	495 650 10 434 42,3	555 283 11 105 44,8	200 × 18

1. 5.27

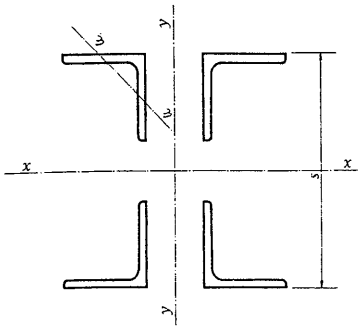


Cuatro perfiles L con distintas separaciones.

L	A cm²	i_η cm	Valores de:						I = cm⁴ W = cm³ i = cm
			l 100	l 200	l 250	l 300	l 400	l 500	l 600
100 × 8 P	62,0	1,96	169 908 3 089 52,3	203 859 3 397 57,3	221 997 3 551 59,8	240 911 3 804 62,3	281 062 4 015 67,3	324 313 4 324 72,3	370 664 4 633 77,3
100 × 10 P	76,8	1,95	209 815 3 814 52,3	251 809 4 196 57,3	274 246 4 387 59,8	297 643 4 579 62,2	347 317 4 961 67,3	400 832 5 344 72,2	458 186 5 727 77,2
120 × 10 P	92,8	2,36	249 200 4 530 51,8	299 488 4 991 56,8	326 372 5 221 59,3	354 416 5 452 61,8	413 984 5 914 66,8	478 193 6 375 71,8	547 041 6 838 76,8
120 × 12 P	110,0	2,35	294 353 5 351 51,7	353 863 5 897 56,7	385 680 6 170 59,2	418 873 6 444 61,7	489 383 6 991 66,7	565 393 7 538 71,7	646 903 8 086 76,7
150 × 12 P	139,2	2,95	363 305 6 605 51,1	437 610 7 293 56,1	477 372 7 637 58,5	518 885 7 982 61,1	607 099 8 672 66,1	702 285 9 363 71,1	804 429 10 055 76,1
150 × 15 P	172,0	2,93	446 588 8 119 50,9	538 178 8 969 55,9	587 198 9 395 58,4	638 368 9 821 60,9	747 158 10 673 65,9	864 548 11 527 70,9	990 538 12 381 75,9
180 × 15	208,4	3,54	527 776 9 595 50,3	637 228 10 620 55,3	695 861 11 133 57,7	757 100 11 647 60,2	887 391 12 677 65,2	1 028 102 13 708 70,2	1 179 223 14 740 75,2
200 × 16	247,2	3,94	615 372 11 188 49,8	743 866 12 397 54,8	812 749 13 003 57,3	884 721 13 611 59,8	1 037 935 14 827 64,8	1 203 510 16 046 69,7	1 381 445 17 268 74,7
200 × 18	276,4	3,93	684 915 12 453 49,7	828 366 13 806 54,7	905 274 14 484 57,2	985 638 15 163 59,7	1 156 728 16 524 64,6	1 341 640 17 888 69,6	1 540 371 19 254 74,6

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-531-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1. 5.27

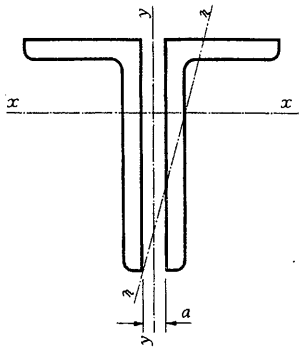


Valores estáticos de cuatro perfiles L con respecto al eje *x* — *x* para distintas separaciones *s*.

Los valores estáticos con respecto al eje *y* — *y* figuran en las páginas 314 a 319.

para distintas separaciones *s* en mm							L
1 700	1 750	1 800	1 900	2 000	2 250	2 500	
420 115 4 942 82,3	446 003 5 097 84,8	472 666 5 251 87,3	528 318 5 561 92,3	587 069 5 870 97,3	747 509 6 644 109	927 325 7 418 122	100 × 8 P
519 830 6 110 82,2	551 417 6 301 84,7	584 414 6 493 87,2	653 288 6 876 92,2	726 003 7 260 97,2	924 588 8 218 109	1 147 174 9 177 122	100 × 10 P
620 529 7 300 81,8	659 013 7 531 84,3	698 658 7 762 86,8	781 426 8 225 91,8	868 834 8 688 96,8	1 107 655 9 845 109	1 375 475 11 003 122	120 × 10 P
733 913 8 634 81,7	779 480 8 908 84,2	826 423 9 182 86,7	924 433 9 730 91,7	1 027 943 10 279 96,7	1 310 780 11 651 109	1 627 993 13 023 121	120 × 12 P
913 534 10 747 81,1	970 697 11 093 83,5	1 209 599 11 440 86,0	1 152 624 12 132 91,0	1 282 609 12 826 95,9	1 638 021 14 560 108	2 036 934 16 295 120	150 × 12 P
1 125 128 13 236 80,9	1 195 648 13 664 83,4	1 268 318 14 092 85,9	1 420 108 14 948 90,8	1 580 498 15 804 95,8	2 019 098 17 947 108	2 511 448 20 091 121	150 × 15 P
1 340 786 15 773 80,2	1 425 469 16 291 62,7	1 512 758 16 808 85,2	1 695 149 17 843 90,1	1 887 961 18 879 95,1	2 415 578 21 471 107	3 008 320 24 066 120	180 × 15
1 571 738 18 491 79,7	1 671 521 19 103 82,2	1 774 393 19 715 84,7	1 989 408 20 941 89,7	2 216 783 22 167 94,7	2 839 294 25 238 107	3 539 056 28 312 120	200 × 16
1 752 923 20 622 79,6	1 864 381 21 307 82,1	1 979 294 21 992 84,6	2 219 486 23 363 89,6	2 473 497 24 734 94,6	3 168 989 28 168 107	3 950 855 31 606 120	200 × 18

1. 5.27

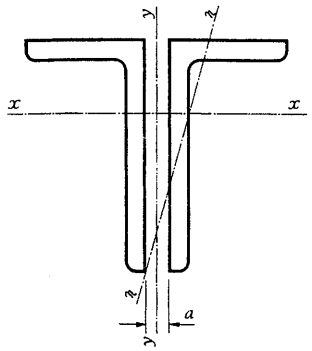


Dos perfiles LD con distintas separaciones.

LD	A cm²	Eje flexión x - x I_x cm⁴	W cm³	i_x cm	i_{ij} cm	Valores de: I_{ij} = cm⁴ / i_{ij} = cm 0	6	8	10	12	15	20	22	24	26
30 · 20 · 3	2,84	2,50	1,24	0,99	0,42	1,59 0,75	2,70 0,98	3,18 1,06	3,72 1,14	4,32 1,23	5,32 1,37	7,27 1,60	8,15 1,69	9,09 1,79	10,1 1,89
30 · 20 · 4	3,70	3,18	1,62	0,93	0,42	2,18 0,77	3,71 1,00	4,37 1,09	5,10 1,17	5,91 1,26	7,26 1,40	9,87 1,63	11,1 1,73	12,3 1,82	13,6 1,92
40 · 20 · 3	3,44	5,58	2,16	1,27	0,42	1,61 0,68	2,82 0,91	3,37 0,99	3,98 1,08	4,66 1,16	5,81 1,30	8,07 1,53	9,10 1,63	10,2 1,72	11,4 1,82
40 · 20 · 4	4,50	7,18	2,84	1,26	0,42	2,24 0,71	3,94 0,94	4,68 1,02	5,52 1,11	6,45 1,20	8,01 1,33	11,1 1,57	12,4 1,86	13,9 1,76	15,5 1,86
45 · 30 · 4	5,74	11,6	3,82	1,42	0,64	7,24 1,12	10,3 1,34	11,6 1,42	12,9 1,60	14,4 1,58	16,8 1,71	21,5 1,91	23,5 2,02	25,7 2,12	28,0 2,21
45 · 30 · 5	7,06	14,0	4,70	1,41	0,64	9,24 1,14	13,2 1,37	14,8 1,45	16,5 1,53	18,4 1,61	21,5 1,75	27,3 1,97	29,9 2,07	32,6 2,15	35,5 2,24
60 · 40 · 5	9,58	34,4	8,50	1,89	0,86	21,2 1,49	27,7 1,70	30,2 1,78	32,9 1,85	35,8 1,93	40,6 2,06	49,4 2,27	53,3 2,36	57,3 2,45	61,9 2,54
60 · 40 · 6	11,4	40,2	10,1	1,88	0,85	25,8 1,50	33,7 1,72	36,8 1,80	40,1 1,88	43,7 1,96	49,4 2,08	60,1 2,30	64,8 2,47	69,7 2,47	74,9 2,56
65 · 50 · 5	11,1	46,2	10,2	2,04	1,06	41,1 1,92	50,4 2,13	54,0 2,21	57,7 2,28	61,7 2,36	68,1 2,48	79,9 2,60	85,0 2,77	90,3 2,85	95,8 2,94
65 · 50 · 7	15,2	62,0	14,0	2,02	1,05	58,5 1,96	72,0 2,18	77,1 2,25	82,5 2,33	88,2 2,41	97,4 2,53	114 2,74	121 2,82	129 2,91	137 3,00
75 · 50 · 5	12,1	68,8	13,5	2,39	1,08	41,1 1,85	50,7 2,05	54,4 2,12	58,3 2,20	62,4 2,27	69,1 2,39	81,5 2,60	86,8 2,68	92,5 2,77	98,3 2,85
75 · 50 · 7	16,6	92,8	18,5	2,36	1,07	58,9 1,88	72,9 2,10	78,2 2,17	83,8 2,25	89,8 2,33	99,4 2,45	117 2,66	125 2,74	133 2,83	141 2,91
80 · 40 · 6	18,8	89,8	17,5	2,55	0,84	25,9 1,37	34,4 1,58	37,8 1,66	41,4 1,73	45,4 1,81	51,8 1,94	43,9 2,15	69,2 2,24	74,8 2,33	80,7 2,42
80 · 40 · 8	18,0	115	22,8	2,53	0,84	35,6 1,41	47,5 1,62	52,2 1,70	57,2 1,78	62,7 1,87	71,4 1,99	87,9 2,21	95,1 2,30	103 2,39	111 2,48

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

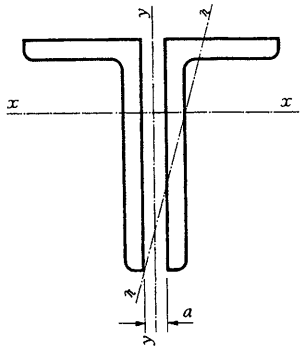
1. 5.28



Dos perfiles LD con distintas separaciones.

para distintas separaciones *s* en mm														LD
28	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	
11,1 1,98	12,2 2,07	15,3 2,32	18,6 2,56	22,4 2,81	26,4 3,05	30,9 3,30	35,7 3,55	40,8 3,79	46,3 4,04	52,2 4,29	58,4 4,53	71,9 5,03	86,8 5,53	30 · 20 · 3
15,0 2,01	16,5 2,11	20,5 2,35	25,0 2,60	29,9 2,84	35,3 3,09	41,1 3,33	47,5 3,58	54,2 3,83	61,5 4,08	67,2 4,82	77,4 4,57	95,1 5,07	115 5,58	30 · 20 · 4
12,6 1,91	13,9 2,01	17,4 2,25	21,4 2,49	25,8 2,74	30,7 2,99	35,9 3,23	41,6 3,48	47,8 3,73	54,3 3,97	61,3 4,22	68,6 4,47	84,9 4,97	103 5,47	40 · 20 · 3
17,1 1,95	18,8 2,04	23,6 2,29	28,9 2,53	34,7 2,78	41,2 3,03	48,1 3,27	55,7 3,52	63,8 3,78	72,5 4,01	81,7 4,26	91,5 4,51	113 5,01	136 5,50	40 · 20 · 4
30,4 2,30	32,9 2,39	39,7 2,63	47,2 2,87	55,4 3,11	64,9 3,35	74,0 3,59	84,4 3,83	95,5 3,08	107 4,32	120 4,51	133 4,81	162 5,31	193 5,80	45 · 30 · 4
38,5 2,34	41,6 2,43	50,1 2,66	59,5 2,90	69,8 3,14	90,9 3,39	92,9 3,63	106 3,68	120 4,12	134 4,36	150 4,61	166 4,85	202 5,35	241 5,84	45 · 30 · 5
66,2 2,63	70,7 2,72	83,1 2,95	96,7 3,18	112 3,42	128 3,66	145 3,89	163 4,12	183 4,37	204 4,61	226 4,86	249 5,10	299 5,59	354 6,08	60 · 40 · 5
80,2 2,65	85,8 2,74	101 2,98	117 3,20	135 3,44	154 3,68	175 3,92	197 4,15	220 4,39	245 4,84	272 4,89	299 5,12	359 5,61	425 6,11	60 · 40 · 6
102 3,03	108 3,12	124 3,34	141 3,56	160 3,80	180 4,03	201 4,26	224 4,49	248 4,73	274 4,97	301 5,21	329 5,14	390 5,93	457 6,42	65 · 50 · 5
145 3,09	153 3,17	175 3,40	200 3,63	226 3,86	255 4,10	285 4,33	317 4,57	350 4,80	386 5,04	424 5,28	463 5,52	548 6,00	641 6,49	65 · 50 · 7
104 2,94	111 3,03	128 3,25	146 3,48	166 3,71	187 3,94	210 4,17	235 4,41	261 4,64	288 4,88	317 5,12	347 5,30	413 5,85	484 6,33	75 · 50 · 5
150 3,00	159 3,09	182 3,31	208 3,54	236 3,77	266 4,01	299 4,24	333 4,48	369 4,72	408 4,95	448 5,20	491 5,44	582 5,92	681 6,41	75 · 50 · 7
86,8 2,51	92,3 2,60	110 2,82	129 3,06	150 3,30	173 3,54	197 3,78	223 4,02	250 4,26	280 4,50	311 4,75	343 4,99	414 5,48	492 5,97	80 · 40 · 6
119 2,57	128 2,67	151 2,90	178 3,13	201 3,37	234 3,61	266 3,85	301 4,09	337 4,33	376 4,57	417 4,81	461 5,06	555 5,55	657 6,04	80 · 40 · 8

1. 5.28

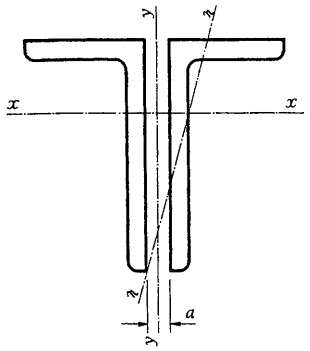


Dos perfiles LD con distintas separaciones.

LD	A cm²	Eje flexión x - x			i_y cm	Valores de: I_{yy} = cm⁴ / i_{yy} = cm									
		I_x cm⁴	W cm³	i_x cm		0	6	8	10	12	15	20	22	24	26
80 · 60 · 7	18,7	118	21,4	2,51	1,28	100 2,31	119 2,52	126 2,60	133 2,67	141 2,74	153 2,86	176 3,06	186 3,15	196 3,23	206 3,32
100 · 50 · 6	17,5	179	27,6	5,20	1,06	19,5 1,68	62,0 1,88	66,8 1,95	72,0 2,03	77,6 2,11	86,5 2,22	103 2,43	111 2,52	118 2,60	126 2,63
100 · 50 · 8	23,0	232	36,0	3,18	1,05	68,4 1,72	86,0 1,93	92,8 2,01	100 2,09	108 2,17	120 2,28	143 2,49	153 2,58	164 2,67	175 2,76
100 · 65 · 8	25,4	254	37,8	3,16	1,40	145 2,39	171 2,60	181 2,67	191 2,74	202 2,82	219 2,93	250 3,13	263 3,22	276 3,29	291 3,38
100 · 65 · 10	31,2	308	46,4	3,14	1,39	185 2,44	218 2,64	231 2,72	243 2,79	257 2,87	279 2,99	318 3,19	334 3,27	352 3,36	370 3,44
120 · 80 · 8 P	31,0	452	55,2	3,82	1,72	270 2,95	308 3,15	321 3,22	336 3,29	351 3,37	374 3,47	417 3,67	435 3,75	454 3,83	473 3,91
120 · 80 · 10 P	38,2	552	68,2	3,80	1,71	341 2,99	390 3,19	407 3,26	425 3,34	445 3,41	475 3,53	529 3,72	552 3,80	575 3,88	600 3,96
120 · 80 · 12 P	45,4	646	80,8	3,77	1,71	415 3,02	474 3,23	496 3,31	519 3,38	542 3,46	579 3,57	645 3,77	673 3,85	702 3,93	735 4,01
130 · 65 · 10	37,2	642	76,8	4,15	1,37	137 2,24	222 2,44	236 2,52	250 2,59	265 2,67	288 2,79	332 2,98	350 3,07	370 3,15	390 3,24
130 · 65 · 12	44,2	752	91,0	4,12	1,37	229 2,28	277 2,50	290 2,56	308 2,64	327 2,72	355 2,83	410 3,05	432 3,13	455 3,21	480 3,30
150 · 75 · 10	43,2	1 002	103,6	4,81	1,60	283 2,56	329 2,76	346 2,83	364 2,90	382 2,97	412 8,09	466 3,28	489 3,56	512 3,44	537 3,53
150 · 75 · 12	51,4	1 178	122,8	4,79	1,59	347 2,60	403 2,80	424 2,87	446 2,95	469 3,02	506 3,14	571 3,33	599 3,42	629 3,50	659 3,58
150 · 90 · 10	46,4	1 060	106	4,79	1,95	481 3,22	546 3,43	564 3,49	587 3,56	611 3,63	649 3,74	716 3,93	745 4,01	774 4,08	805 4,15
150 · 90 · 15	67,8	1 522	155,4	4,74	1,93	747 3,32	844 3,53	879 3,60	915 3,67	953 3,75	1 012 3,86	1 117 4,06	1 162 4,14	1 207 4,22	1 255 4,30

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

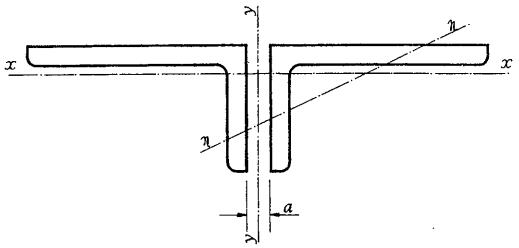
1. 5.28



Dos perfiles LD con distintas separaciones.

para distintas separaciones *s* en mm														LD
28	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	
217 3,40	228 3,49	257 3,70	289 3,93	323 4,16	360 4,38	399 4,62	440 4,85	484 5,08	530 5,32	578 5,56	628 5,80	737 6,28	854 6,76	80 · 60 · 7
135 2,78	143 2,86	167 3,09	192 3,31	220 3,55	249 3,77	281 4,01	316 4,25	352 4,49	390 4,72	431 4,96	474 5,21	566 5,69	668 6,18	100 · 50 · 6
186 2,84	198 2,93	230 3,16	264 3,39	302 3,62	342 3,86	385 4,09	431 4,33	480 4,57	532 4,81	587 5,05	644 5,29	768 5,78	703 6,27	100 · 50 · 8
305 3,47	321 3,55	361 3,77	404 3,99	451 4,21	507 4,44	554 4,67	618 4,90	670 5,13	732 5,37	798 5,60	867 5,84	1 014 6,32	1 174 6,80	100 · 65 · 8
388 3,53	407 3,61	458 3,83	513 4,05	572 4,28	634 4,51	700 4,74	771 4,97	845 5,20	923 5,44	1 005 5,68	1 091 5,91	1 274 6,39	1 473 6,87	100 · 65 · 10
493 3,99	514 4,07	568 4,28	626 4,49	688 4,71	754 4,93	823 5,15	897 5,38	974 5,61	1 060 5,85	1 140 6,06	1 250 6,30	1 420 6,77	1 620 7,23	120 · 80 · 8 P
625 4,05	651 4,13	719 4,34	792 4,56	870 4,77	953 5,00	1 040 5,22	1 130 5,44	1 230 5,68	1 330 5,90	1 440 6,14	1 550 6,37	1 790 6,85	2 040 7,31	120 · 80 · 10 P
762 4,10	794 4,18	877 4,40	965 4,61	1 060 4,83	1 160 5,06	1 270 5,29	1 380 5,55	1 490 5,57	1 620 5,97	1 740 6,19	1 880 6,44	2 160 6,90	2 470 7,38	120 · 80 · 12 P
411 3,33	433 3,41	490 3,63	552 3,85	618 4,08	689 4,30	765 4,54	845 4,77	930 5,00	1 020 5,24	1 110 5,46	1 210 5,70	1 430 6,20	1 660 6,68	130 · 65 · 10
505 3,38	532 3,47	601 3,69	677 3,92	757 4,14	844 4,37	936 4,60	1 030 4,83	1 140 5,03	1 240 5,30	1 360 5,55	1 480 5,79	1 730 6,26	2 010 6,74	130 · 65 · 18
563 3,61	589 3,69	659 3,91	735 4,12	815 4,34	901 4,57	992 4,39	1 090 5,02	1 192 5,25	1 300 5,48	1 412 5,72	1 531 5,95	1 784 6,43	2 059 6,90	150 · 75 · 10
690 3,66	723 3,75	608 3,96	899 4,18	998 4,41	1 102 4,63	1 213 4,86	1 330 5,09	1 454 5,32	1 584 5,55	1 721 5,79	1 864 6,02	2 169 6,50	2 500 6,97	150 · 75 · 12
836 4,24	868 4,33	953 4,53	1 040 4,74	1 140 4,96	1 240 5,17	1 350 5,39	1 450 5,62	1 580 5,84	1 710 6,07	1 840 6,30	1 980 6,53	2 270 6,90	2 580 7,46	150 · 90 · 10
1 304 4,39	1 353 4,47	1 484 4,68	1 623 4,89	1 775 5,11	1 927 5,33	2 091 5,55	2 264 5,77	2 446 6,01	2 636 6,24	2 835 6,47	3 041 6,70	3 481 7,17	3 954 7,64	150 · 90 · 15

1. s.28

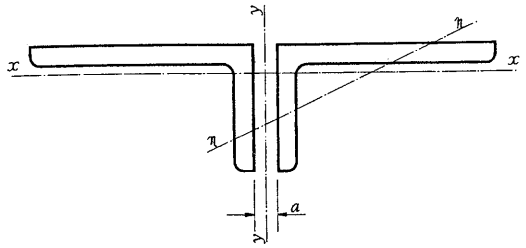


Dos perfiles LD con distintas separaciones.

LD	A cm²	Eje flexión x - x			i_η cm	Valores de: I_{η} = cm⁴ / i_{η} = cm									
		I_x cm⁴	W cm³	i_x cm		0	6	8	10	12	15	20	22	24	26
30 · 20 · 3	3,86	0,88	0,58	0,55	0,42	5,30 1,35	7,25 1,59	8,02 1,67	8,85 1,76	1,73 1,84	11,1 1,97	13,8 2,20	15,0 2,29	16,2 2,38	17,5 2,47
30 · 20 · 4	3,72	1,10	0,76	0,55	0,42	7,13 1,38	9,76 1,62	10,8 1,70	11,9 1,79	13,1 1,88	15,0 2,01	18,5 2,23	20,0 2,32	21,7 2,41	23,4 2,51
40 · 20 · 3	3,46	0,94	0,60	0,52	0,42	12,6 1,91	15,8 2,14	17,1 2,22	18,3 2,30	19,7 2,39	21,9 2,52	35,9 2,74	27,6 2,82	29,3 2,91	31,2 3,00
40 · 20 · 4	4,52	1,20	0,78	0,51	0,42	16,9 1,93	21,3 2,17	23,0 2,26	24,7 2,34	26,5 2,42	29,4 2,55	34,7 2,77	37,0 2,86	39,4 2,95	41,9 3,04
45 · 30 · 4	5,72	4,10	1,82	1,85	0,65	24,1 2,05	29,7 2,28	31,8 2,36	34,1 2,44	36,4 2,52	40,1 2,64	46,8 2,86	49,6 2,94	52,6 3,03	55,7 3,12
45 · 30 · 5	7,04	4,94	2,22	0,84	0,64	30,3 2,07	37,3 2,30	40,0 2,33	42,8 2,46	45,7 2,54	50,3 2,67	58,8 2,88	62,3 2,97	66,0 3,06	69,9 3,15
60 · 40 · 5	9,58	12,2	4,04	1,13	0,86	71,2 2,73	83,3 2,95	87,7 3,03	92,4 3,11	97,1 3,19	105 3,31	118 3,51	124 3,60	130 3,68	136 3,77
60 · 40 · 6	11,4	14,2	4,76	1,12	0,86	85,6 2,75	100 2,97	105 3,05	111 3,13	116 3,21	126 3,33	142 3,54	149 3,62	156 3,71	164 3,80
65 · 50 · 5	11,1	23,8	6,38	1,47	1,06	90,1 2,85	104 3,06	109 3,13	115 3,22	121 3,30	129 3,41	145 3,61	152 3,70	159 3,78	166 3,87
65 · 50 · 7	15,2	31,6	8,68	1,44	1,05	127 2,89	147 3,11	155 3,19	162 3,26	170 3,34	183 3,47	205 3,67	215 3,76	225 3,85	235 3,93
75 · 50 · 5	12,1	24,6	6,42	1,43	1,08	138 3,38	157 3,60	164 3,68	170 3,76	178 3,83	189 3,95	208 4,15	217 4,24	225 4,32	234 4,40
75 · 50 · 7	16,6	33,0	8,78	1,41	1,07	195 3,43	221 3,65	230 3,73	240 3,80	250 3,88	266 4,00	294 4,21	306 4,29	318 4,37	330 4,46
80 · 40 · 6	13,8	15,2	4,88	1,05	0,85	202 3,83	226 4,05	235 4,13	244 4,21	254 4,29	268 4,41	294 4,62	305 4,70	316 4,79	327 4,87
80 · 40 · 8	18,0	19,2	6,32	1,03	0,84	271 3,88	304 4,11	316 4,19	328 4,27	341 4,35	361 4,48	395 4,68	409 4,76	424 4,85	439 4,94

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.

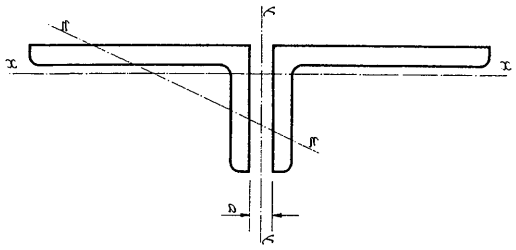
1. 5.29



Dos perfiles LD con distintas separaciones.

para distintas separaciones s en mm														LD
28	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	
18,8 2,56	20,2 2,66	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	30 · 20 · 3
35,1 2,60	27,0 2,70	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	30 · 20 · 4
33,1 3,09	35,1 3,12	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	40 · 20 · 3
44,4 3,13	47,0 3,22	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	40 · 20 · 4
59,0 3,21	63,3 3,30	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	45 . 30 . 4
74,0 3,24	78,2 3,33	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	45 · 30 · 5
142 3,85	149 3,94	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	60 · 40 · 5
171 3,88	179 3,97	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	60 · 40 · 6
174 3,96	181 4,04	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	65 · 50 · 5
245 4,01	256 4,10	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	65 · 50 · 7
243 4,49	253 4,57	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	75 · 50 · 5
343 4,54	356 4,63	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	75 · 50 · 7
339 4,96	350 5,04	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 · 40 · 6
455 5,02	470 5,11	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 · 40 · 8

1. 5.29

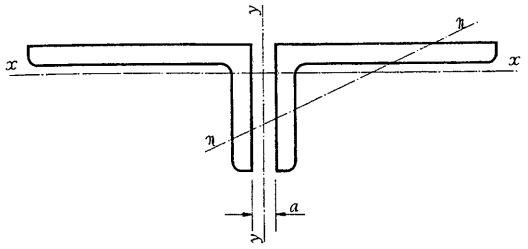


Dos perfiles LD con distintas separaciones.

LD	A cm²	Eje flexión x - x			i_y cm	Valores de: I_y = cm⁴, i_y = cm									
		I_x cm⁴	W cm³	i_x cm		0	6	8	10	12	15	20	22	24	26
80 · 60 · 7	18,8	56,8	42,7	1,74	1,28	237 3,56	266 3,77	278 3,85	289 3,93	300 4,01	318 4,13	349 4,31	362 4,39	376 4,48	390 4,56
100 · 50 · 6	17,5	30,6	7,70	1,32	1,06	392 4,73	430 4,96	444 5,04	457 5,11	471 5,19	493 5,31	531 5,51	547 5,59	563 5,67	580 5,76
100 · 50 · 8	23,0	39,0	10,1	1,31	1,05	528 4,79	580 5,02	598 5,10	617 5,18	636 5,26	665 5,38	717 5,58	738 5,66	760 5,75	782 5,83
100 · 65 · 8	25,4	84,4	17,1	1,83	1,04	526 4,55	578 4,77	596 4,84	615 4,92	634 5,00	664 5,11	717 5,31	739 5,39	761 5,47	784 5,56
100 · 65 · 10	31,2	102	21,0	1,81	1,39	660 4,60	726 4,82	749 4,90	773 4,98	797 5,05	835 5,17	901 5,37	929 5,46	957 5,54	985 5,62
120 · 80 · 8 P	31,0	162	26,4	2,29	1,72	907 5,41	981 5,62	1 010 5,71	1 030 5,76	1 060 5,85	1 100 5,96	1 180 6,17	1 210 6,25	1 240 6,32	1 270 6,40
120 · 80 · 10 P	38,2	196	32,4	2,27	1,71	1 140 5,46	1 235 5,68	1 260 5,74	1 300 5,83	1 330 5,90	1 390 6,03	1 480 6,22	1 510 6,29	1 550 6,37	1 590 6,45
120 · 80 · 12 P	45,4	228	—	2,25	1,71	1 370 5,49	1 485 5,72	1 520 5,79	1 570 5,88	1 610 5,96	1 670 6,06	1 780 6,26	1 830 6,35	1 870 6,42	1 920 6,50
130 · 65 · 10	37,2	108	21,4	1,71	1,37	1 450 6,24	1 551 6,45	1 590 6,54	1 630 6,62	1 670 6,70	1 730 6,83	1 830 7,09	1 870 7,09	1 920 7,18	1 960 7,26
130 · 65 · 12	44,2	126	25,4	1,69	1,37	1 750 6,29	1 873 6,50	1 920 6,59	1 960 6,66	2 010 6,74	2 080 6,86	1 210 2,07	2 260 7,15	2 310 7,23	2 360 7,31
150 · 75 · 10	43,2	172	29,2	1,99	1,60	2 230 7,18	2 373 7,41	2 420 7,48	2 470 7,55	2 520 7,63	2 590 7,75	2 730 7,94	2 780 8,03	2 240 8,10	2 902 8,19
150 · 75 · 12	51,4	200	34,4	1,97	1,59	2 680 7,32	2 846 7,44	2 910 7,52	2 970 7,60	3 040 7,68	3 130 7,80	3 290 8,00	3 360 8,08	3 420 8,16	3 490 8,24
150 · 90 · 10	46,4	290	42,0	2,51	1,95	2 220 6,92	3 370 7,14	2 410 7,21	2 460 7,29	2 510 7,36	2 590 7,48	2 730 7,67	2 780 7,75	2 840 7,83	2 900 7,91
150 · 90 · 15	67,8	410	60,8	2,46	1,93	3 360 7,04	3 580 7,26	3 660 7,34	3 730 7,42	3 810 7,50	3 930 7,61	4 140 7,81	4 220 7,89	4 310 7,97	4 395 8,05

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-532-72.
P Perfiles recomendados en la Norma NBE 102.

1.5.29



Dos perfiles LD con distintas separaciones.

para distintas separaciones s en mm														LD
28	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	
405 4,65	420 4,73	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 · 60 · 7
597 5,84	614 5,92	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 · 50 · 6
805 5,92	828 6,00	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 · 50 · 8
808 5,64	832 5,72	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 · 65 · 8
1 020 5,70	1 050 5,79	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	100 · 65 · 10
1 300 6,48	1 330 6,55	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	120 · 80 · 8 P
1 630 6,53	1 670 6,61	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	120 · 80 · 10 P
1 970 6,59	2 020 6,66	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	120 · 80 · 12 P
2 000 7,33	2 050 7,42	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	130 · 65 · 10
2 420 7,40	2 470 7,48	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	130 · 65 · 12
2 950 8,27	3 020 8,35	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	150 · 75 · 10
3 560 8,32	3 630 8,41	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	150 · 75 · 12
2 960 7,99	3 020 8,07	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	150 · 90 · 10
4 484 8,13	4 575 8,21	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	150 · 90 · 15

1. 5.29

1.6 perfiles de sección variable y aligerados

1.6.1 un perfil IPN de sección variable, obtenido por corte longitudinal

1.6.2 un perfil IPE de sección variable, obtenido por corte longitudinal

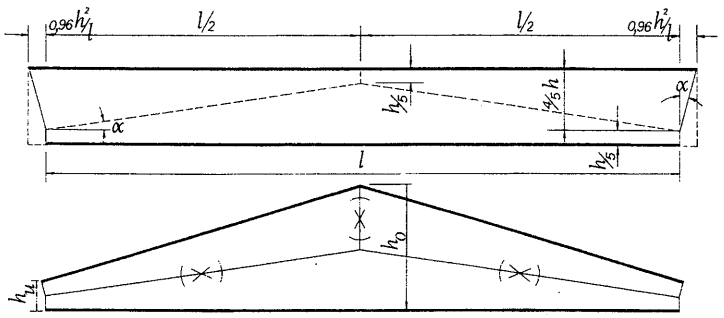
1.6.3 un perfil HEB de sección variable, obtenido por corte longitudinal

1.6.4 un perfil IPN con aligeramientos hexagonales

1.6.5 un perfil IPE con aligeramientos hexagonales

1.6.6 un perfil HEB con aligeramientos hexagonales

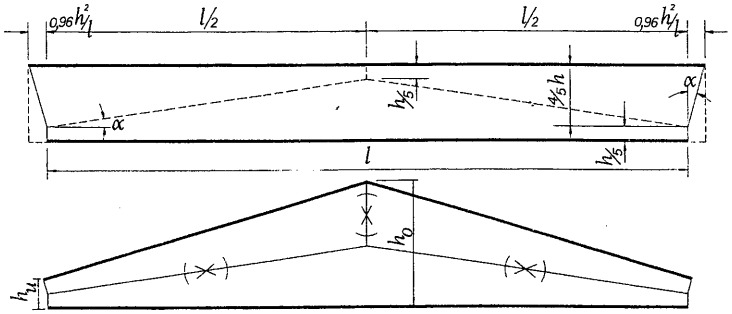
1.6.7 un perfil HEA con aligeramientos hexagonales



Un perfil IPN de sección variable, obtenido por corte longitudinal.

IPN	b	$e = r$	e_1	Referidos a la altura mayor					Referidos a la altura menor			
	mm	mm	mm	h_o mm	A_o cm^2	I_{xo} cm^4	W_{xo} cm^3	S_{xo} cm^3	h_u mm	I_{xu} cm^4	W_{xu} cm^3	S_{xu} cm^3
80	42	3,9	5,9	128	9,45	234,28	36,61	21,60	32	8,64	5,40	3,40
100	50	4,5	6,8	160	13,30	512,17	64,02	37,73	40	20,63	10,31	5,93
120	58	5,1	7,7	192	17,87	985,11	102,62	60,62	48	38,95	16,23	9,50
140	66	5,7	8,6	224	23,08	1 725,07	154,02	91,14	56	66,55	23,77	14,28
160	74	6,3	9,5	256	28,84	2 811,62	219,66	129,94	64	109,00	34,06	20,50
180	82	6,9	10,4	288	35,35	4 372,40	303,64	179,67	72	154,72	42,98	29,01
200	90	7,5	11,3	320	42,50	6 441,18	402,57	238,47	80	250,81	62,70	37,47
220	98	8,1	12,2	352	50,29	9 206,94	523,12	309,94	88	362,99	82,50	48,58
240	106	8,7	13,1	384	58,62	12 766,81	664,94	393,74	96	512,78	106,83	61,82
260	113	9,4	14,1	416	68,06	17 296,49	831,56	493,59	108	681,15	130,99	77,08
280	119	10,1	15,2	448	78,06	22 905,95	1 022,59	607,90	112	896,39	160,07	94,66
300	125	10,8	16,2	480	88,54	29 633,32	1 234,72	735,56	120	1 160,79	193,46	113,66
320	131	11,5	17,3	512	99,88	37 883,05	1 479,81	882,81	128	1 476,95	230,77	135,93
340	137	12,2	18,3	544	111,68	47 619,15	1 750,71	1 045,98	136	1 842,05	270,89	160,63
360	143	13,0	19,5	576	125,18	59 446,52	2 064,11	1 234,85	144	2 424,99	336,80	186,18
380	149	13,7	20,5	608	138,23	72 972,50	2 400,41	1 438,04	152	2 858,78	376,15	218,24
400	155	14,4	21,6	640	152,56	88 999,00	2 781,22	1 668,73	160	3 404,85	425,61	252,73
450	170	16,2	24,3	720	190,79	139 916,50	3 886,57	2 336,52	180	5 364,77	596,09	352,02
500	185	18,0	27,0	800	234,00	210 489,50	5 262,24	3 172,50	200	7 990,02	799,00	472,50
550	200	19,0	30,0	880	275,70	302 828,38	6 882,46	4 136,64	220	11 509,25	1 046,30	622,14
600	215	21,6	32,4	960	331,76	426 425,25	8 883 86	5 368,31	240	16 165,68	1 347,14	796,31

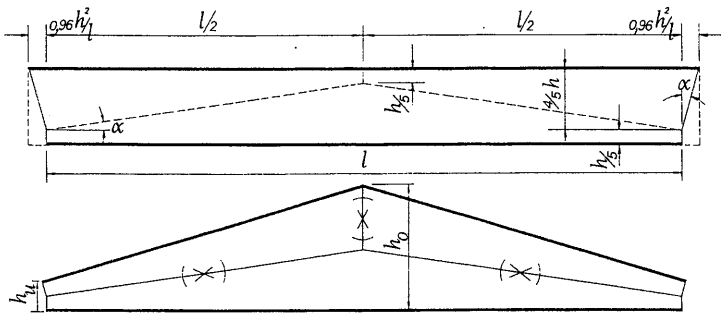
1. 6.1



Un perfil IPE de sección variable, obtenido por corte longitudinal.

IPE	b	e	e_1	r	Referidos a la altura mayor					Referidos a la altura menor			
					h_o	A_o	I_{x_o}	W_{x_o}	S_{x_o}	h_u	I_{x_u}	W_{x_u}	S_{x_u}
	mm	mm	mm	mm	mm	cm²	cm⁴	cm³	cm³	mm	cm⁴	cm³	cm³
80	46	3,8	5,2	5	128	9,46	239	37,4	21,9	32	9,22	5,76	3,53
100	55	4,1	5,7	7	160	12,8	508	63,5	37,0	40	20,1	10,1	6,10
120	64	4,4	6,3	7	192	16,4	940	97,9	57,0	48	38,1	15,9	9,49
140	73	4,7	6,9	7	224	20,3	1 600	143	82,8	56	65,7	23,5	13,9
160	82	5,0	7,4	9	256	24,9	2 560	200	116	64	106	33,2	19,4
180	91	5,3	8,0	9	288	29,6	3 870	269	156	72	162	45,1	26,4
200	100	5,6	8,5	12	320	35,2	5 700	356	206	80	240	60,1	34,6
220	110	5,9	9,2	12	352	41,2	8 110	461	266	88	345	78,4	45,6
240	120	6,2	9,8	15	384	48,0	11 350	591	340	96	485	101	58,3
270	135	6,6	10,2	15	432	56,6	16 880	781	450	108	730	135	77,8
300	150	7,1	10,7	15	480	66,6	24 370	1 020	585	120	1 060	177	101
330	160	7,5	11,5	18	528	77,5	34 310	1 300	749	132	1 490	226	129
360	170	8,0	12,7	18	576	90,0	47 430	1 650	949	144	2 060	287	164
400	180	8,6	13,5	21	640	105	67 650	2 110	1 220	160	2 930	366	209
450	190	9,4	14,6	21	720	124	99 240	2 760	1 600	180	4 260	474	270
500	200	10,2	16,0	21	800	147	142 300	3 560	2 080	200	6 070	607	345
550	210	11,1	17,2	24	880	171	199 000	4 520	2 650	220	8 420	765	436
600	220	12,0	19,0	24	960	199	273 700	5 700	3 350	240	11 510	959	550

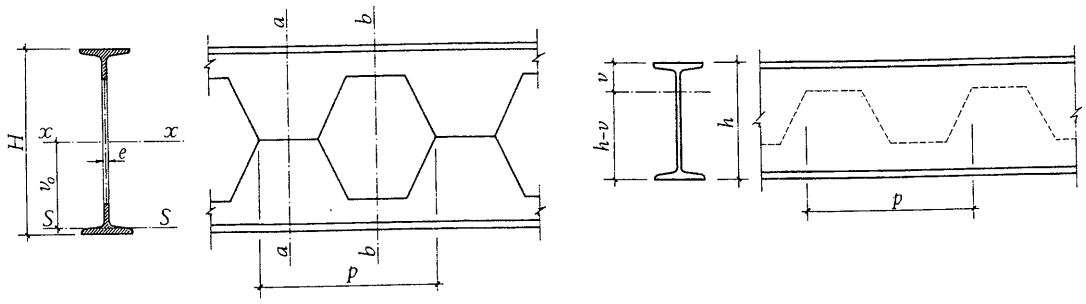
1. 6.2



Un perfil HEB de sección variable, obtenido por corte longitudinal.

HEB	b	e	e_1	r	Referidos a la altura mayor					Referidos a la altura menor			
					h_o	A_o	I_{x_o}	W_{x_o}	S_{x_o}	h_u	I_{x_u}	W_{x_u}	S_{x_u}
	mm	mm	mm	mm	mm	cm²	cm⁴	cm³	cm³	mm	cm⁴	cm³	cm³
140	140	7	12	12	224	48,9	4 360	390	219	56	171	61,0	38,7
160	160	8	13	15	256	62,0	7 200	562	316	64	285	89,0	56,0
180	180	8,5	14	15	288	74,5	11 020	765	429	72	445	124	76,9
200	200	9	15	18	320	88,9	16 350	1 020	572	80	667	167	103
220	220	9,5	16	18	352	104	23 160	1 320	735	88	958	218	134
240	240	10	17	21	384	120	32 170	1 680	934	96	1 340	279	171
260	260	10	17,5	24	416	134	42 460	2 040	1 130	104	1 800	345	210
280	280	10,5	18	24	448	149	54 730	2 440	1 360	112	2 350	419	253
300	300	11	19	27	480	169	71 410	2 980	1 650	120	3 070	512	308
320	300	11,5	20,5	27	512	183	87 640	3 420	1 900	128	3 750	586	353
340	300	12	21,5	27	544	195	104 400	3 840	2 140	136	4 460	656	395
360	300	12,5	22,5	27	576	208	123 300	4 280	2 390	144	5 260	731	439
400	300	13,5	24	27	640	230	165 300	5 160	2 900	160	7 040	880	526
450	300	14	26	27	720	256	229 400	6 370	3 590	180	9 790	1 090	647
500	300	14,5	28	27	800	283	308 600	7 710	4 360	200	13 170	1 320	781
550	300	15	29	27	880	304	394 800	8 970	5 100	220	16 880	1 530	904
600	300	15,5	30	27	960	326	495 800	10 330	5 890	240	21 180	1 760	1 030

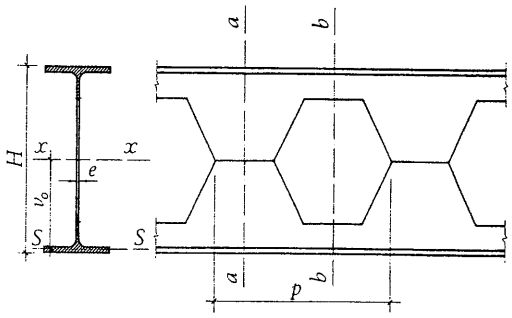
1. 6.3

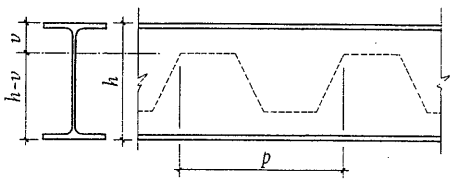


Un perfil IPN con aligeramientos hexagonales.

IPN	H mm	e mm	v mm	p mm	P kg/m	I_{x_b} cm⁴	W_{x_b} cm³	Semisección por el aligeramiento máximo			v_o mm
								A_e cm²	W_e cm³	I_e cm⁴	
140	210	5,7	35	250	14,3	1 358	129	7,17	1,70	4,59	97,0
160	230	6,3	45	250	17,9	2 066	179	9,27	3,14	10,9	105
180	260	6,9	50	250	21,9	3 199	246	11,3	3,92	15,2	119
200	280	7,5	60	360	26,2	4 428	316	13,7	7,04	32,7	126
220	320	8,1	60	360	31,0	6 809	426	15,7	7,25	33,8	147
240	320	8,7	80	414	36,2	7 988	499	19,6	14,1	87,2	142
260	360	9,4	80	414	41,9	11 660	648	22,0	15,1	93,7	162
280	400	10,1	80	414	47,9	16 340	817	24,5	16,2	99,9	182
300	420	10,8	90	504	54,2	20 350	968	28,1	20,9	144	189
320	460	11,5	90	504	61,0	27 260	1 182	30,8	23,2	161	209
340	500	12,2	90	504	68,0	35 550	1 420	33,6	24,4	169	229
360	500	13,0	110	630	76,1	40 160	1 608	39,4	39,4	330	224
380	540	13,7	110	630	84,0	51 230	1 897	42,5	41,3	347	244
400	580	14,4	110	630	92,5	64 580	2 225	46,0	43,0	362	264
450	650	16,2	125	630	115	100 600	3 081	57,3	62,2	592	295
500	700	18,0	150	837	141	143 100	4 088	72,0	101	1 144	313
550	750	19,0	175	837	166	197 400	5 265	87,6	146	1 929	332
600	800	21,6	200	837	199	263 300	6 578	105	216	3 226	349

1. 6.4

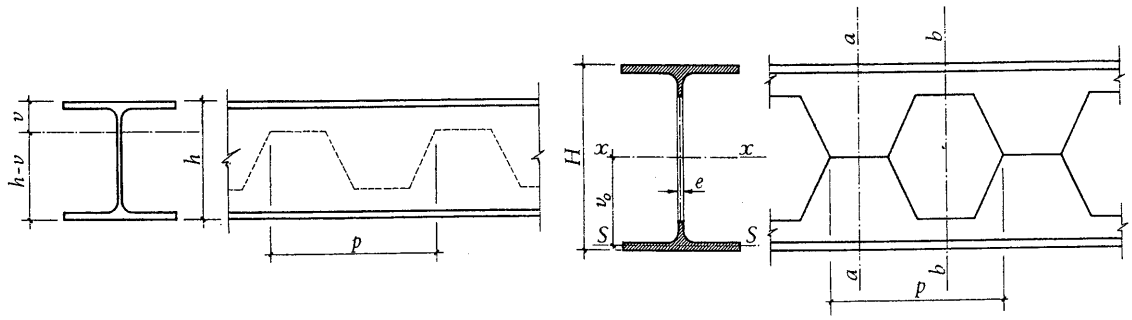




Un perfil IPE con aligeramientos hexagonales.

IPE	H	e	v	p	P	I_{x_o}	W_{x_o}	Semisección por el aligeramiento máximo			v_o
								A_e	W_e	I_e	
	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm^4	cm^3	cm^2	cm^3	cm^4	mm
140	210	4,7	35	250	12,9	1 220	116	6,36	1,46	4,07	97,9
160	230	5,0	45	250	15,8	1 921	167	8,57	2,99	10,6	105
180	260	5,3	50	250	18,8	2 772	213	9,51	3,58	14,4	120
200	280	5,6	60	360	22,4	3 796	271	11,4	5,45	26,3	128
220	320	5,9	60	360	26,2	5 857	366	13,1	5,80	28,2	149
240	320	6,2	80	414	30,7	6 859	429	16,1	10,7	69,6	144
270	380	6,6	80	414	36,1	11 400	600	18,4	11,6	75,1	175
300	420	7,1	90	504	42,2	16 390	780	21,7	15,8	116	193
330	480	7,5	90	504	49,1	24 440	1 018	24,3	16,7	123	223
360	500	8,0	110	630	57,1	31 280	1 251	29,4	26,6	237	229
400	580	8,6	110	630	66,3	47 760	1 647	32,6	28,3	255	269
450	650	9,4	125	630	77,6	69 750	2 146	38,1	40,2	405	301
500	700	10,2	150	837	90,7	94 800	2 708	45,7	62,7	750	320
550	750	11,1	175	837	106	124 900	3 330	53,6	92,0	1 268	338
600	800	12,0	200	837	122	165 300	4 143	63,5	130	2 035	356

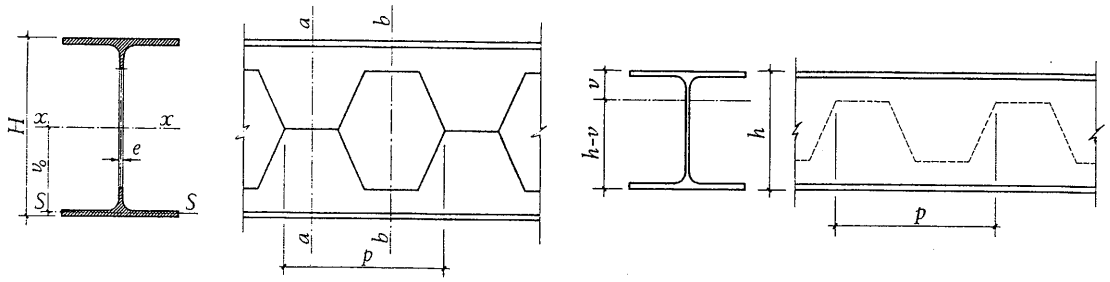
1. 6.5



Un perfil HEB con aligeramientos hexagonales.

HEB	H	e	v	p	P	Ix_b	Wx_b	Semisección por el aligeramiento máximo			v_o
								A_c	W_c	I_c	
	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm³	cm⁴	mm
140	210	7	35	250	33,7	3 510	334	18,4	1,89	5,20	97,5
160	230	8	45	250	42,6	5 260	457	23,4	3,79	13,7	106
180	260	8,5	50	250	51,2	8 280	637	28,3	5,05	20,3	120
200	280	9	60	360	61,3	11 400	815	34,0	7,93	38,8	129
220	320	9,5	60	360	71,5	17 500	1 092	39,4	8,26	40,3	149
240	320	10	80	414	83,2	20 300	1 269	47,1	16,1	107	146
260	360	10	80	414	93,0	28 700	1 594	51,7	16,2	108	166
280	400	10,5	80	414	103	39 700	1 985	56,9	17,1	113	186
300	420	11	90	504	117	49 800	2 372	64,8	22,8	171	195
320	460	11,5	90	504	127	64 800	2 820	69,5	24,2	177	215
340	500	12	90	504	134	80 500	3 220	72,7	24,2	180	234
360	500	12,5	110	630	142	84 000	3 360	78,4	38,9	354	231
400	580	13,5	110	630	155	123 000	4 241	83,6	41,3	373	270
450	650	14	125	630	171	169 300	5 209	91,8	55,7	572	303
500	700	14,5	150	837	187	214 300	6 122	102	84,8	1 043	323
550	750	15	175	837	199	259 000	6 900	109	121	1 726	343
600	800	15,5	200	837	212	311 000	7 775	116	164	2 674	362

1. 6.6



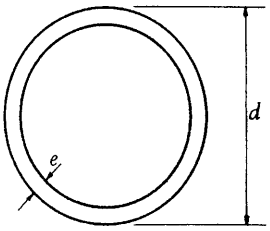
Un perfil HEA con aligeramientos hexagonales.

HEA	H	e	v	p	P	Ix_0	Wx_0	Semisección por el aligeramiento máximo			v_0
	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm^4	cm^3	A_c cm^2	W_c cm^3	I_c cm^4	mm
200	280	6,5	50	360	42,3	7 924	565	22,6	4,24	17,8	132
220	320	7	50	360	50,5	12 520	782	26,9	4,48	18,8	152
240	320	7,5	70	414	60,3	15 040	940	33,1	7,30	43,9	150
260	360	7,5	70	414	68,2	21 230	1 180	36,8	9,80	58,4	170
280	400	8	70	414	76,4	29 630	1 482	41,0	10,4	62,0	190
300	420	8,5	80	504	88,3	37 600	1 790	47,6	11,4	77,8	198
320	460	9	80	504	97,6	49 870	2 169	52,3	15,1	103	218
340	500	9,5	80	504	105	62 700	2 509	55,4	16,2	109	237
360	500	10	100	630	112	67 250	2 690	60,7	26,6	225	234
400	580	11	100	630	125	99 570	2 431	65,9	28,8	241	274
450	650	11,5	115	630	140	138 900	4 270	73,8	37,8	363	306
500	700	12	140	837	155	181 400	5 182	83,1	62,0	738	329
550	750	12,5	165	837	166	220 400	5 870	89,6	71,6	996	349
600	800	13	190	837	178	262 800	6 570	96,4	127	1 990	366

1. 6.7

1.7 perfiles huecos

- ∅ 1.7.1 un perfil hueco redondo
- □ 1.7.2 un perfil hueco cuadrado
- ▯ 1.7.3 un perfil hueco rectangular



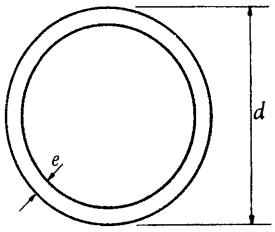
Un perfil hueco redondo.

Ø	Dimensiones mm		Sección	Peso	u
	d	e	A cm²	P kg/m	m²/m
40 × 2	40	2	2,386	1,873	0,126
40 × 3	40	3	3,485	2,736	0,126
40 × 4	40	4	4,522	3,549	0,126
45 × 2	45	2	2,700	2,120	0,141
45 × 3	45	3	3,956	3,106	0,141
45 × 4	45	4	5,150	4,042	0,141
50 × 2	50	2	3,014	2,366	0,157
50 × 3	50	3	4,427	3,476	0,157
50 × 4	50	4	5,778	4,535	0,157
55 × 2	55	2	3,328	2,613	0,173
55 × 3	55	3	4,898	3,845	0,173
55 × 4	55	4	6,406	5,028	0,173
60 × 2	60	2	3,642	2,859	0,188
60 × 3	60	3	5,369	4,215	0,188
60 × 4	60	4	7,034	5,521	0,188
65 × 2	65	2	3,956	3,106	0,204
65 × 3	65	3	5,840	4,585	0,204
65 × 4	65	4	7,662	6,014	0,204
70 × 2	70	2	4,270	3,352	0,220
70 × 3	70	3	6,311	4,954	0,220
70 × 4	70	4	8,290	6,507	0,220
75 × 2	75	2	4,584	3,599	0,235
75 × 3	75	3	6,782	5,324	0,235
75 × 4	75	4	8,918	7,000	0,235
80 × 2	80	2	4,898	3,845	0,251
80 × 3	80	3	7,253	5,694	0,251
80 × 4	80	4	9,546	7,493	0,251
90 × 3	90	3	8,195	6,433	0,283
90 × 4	90	4	10,802	8,479	0,283
90 × 5	90	5	13,345	10,476	0,283

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

1.7.1

valores estáticos perfiles huecos



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

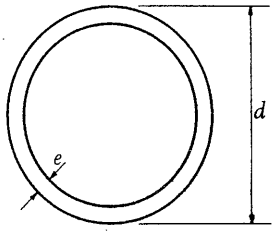
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{radio de giro}$$

S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal

$$I_T = 0{,}098\ [d^4 - (d - 2e)^4]$$

$$W_T = \frac{0{,}1963}{d - e}\ [d^4 - (d - 2e)^4]$$

Términos de la sección				I_T	W_T	Ø
I cm^4	W cm^3	i cm	S cm^3	cm^4	cm^3	
4,319	2,160	1,345	1,440	8,639	4,547	40 × 2
6,004	3,002	1,312	2,050	12,007	6,490	40 × 3
7,415	3,708	1,281	2,592	14,831	8,239	40 × 4
6,255	2,780	1,522	1,843	12,510	5,818	45 × 2
8,768	3,897	1,489	2,640	17,537	8,351	45 × 3
10,924	4,855	1,456	3,359	21,847	10,657	45 × 4
8,697	3,479	1,699	2,296	17,393	7,247	50 × 2
12,275	4,910	1,665	3,305	24,550	10,447	50 × 3
15,397	6,159	1,632	4,226	30,795	13,389	50 × 4
11,703	4,256	1,875	2,799	23,407	8,833	55 × 2
16,612	6,041	1,842	4,044	33,223	12,778	55 × 3
20,954	7,620	1,809	5,192	41,909	16,435	55 × 4
15,334	5,111	2,052	3,352	30,669	10,576	60 × 2
21,867	7,289	2,018	4,858	43,734	15,345	60 × 3
27,712	9,237	1,985	6,258	55,425	19,795	60 × 4
19,648	6,046	2,229	3,954	39,297	12,475	65 × 2
28,129	8,655	2,195	5,747	56,258	18,148	65 × 3
35,789	11,012	2,161	7,423	71,578	23,468	65 × 4
24,704	7,058	2,405	4,607	49,409	14,532	70 × 2
35,486	10,139	2,371	6,711	70,972	21,186	70 × 3
45,303	12,944	2,338	8,688	90,605	27,456	70 × 4
30,561	8,150	2,582	5,309	61,121	16,746	75 × 2
44,026	11,740	2,548	7,749	88,052	24,459	75 × 3
56,370	15,032	2,514	10,052	112,741	31,758	75 × 4
37,277	9,319	2,759	6,061	74,554	19,116	80 × 2
53,838	13,460	2,724	8,862	107,677	27,968	80 × 3
69,110	17,278	2,691	11,516	138,220	36,374	80 × 4
77,631	17,251	3,078	11,313	155,262	35,692	90 × 3
100,077	22,239	3,044	14,743	200,154	46,547	90 × 4
120,939	26,875	3,010	18,011	241,878	56,912	90 × 5



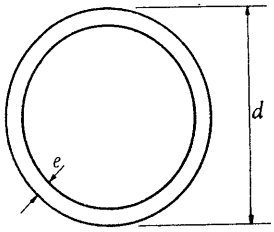
Un perfil hueco redondo.

Ø	Dimensiones mm		Sección A	Peso P	u
	d	e	cm^2	kg/m	m^2/m
100 × 3	100	3	9,137	7,173	0,314
100 × 4	100	4	12,058	9,465	0,314
100 × 5	100	5	14,915	11,708	0,314
100 × 6	100	6	17,710	13,902	0,314
125 × 4	125	4	15,198	11,930	0,392
125 × 5	125	5	18,840	14,789	0,392
125 × 6	125	6	22,420	17,599	0,392
155 × 5	155	5	23,550	18,487	0,487
155 × 6	155	6	28,072	22,036	0,487
155 × 8	155	8	36,926	28,987	0,487
175 × 5	175	5	26,690	20,952	0,549
175 × 6	175	6	31,840	24,994	0,549
175 × 8	175	8	41,950	32,931	0,549
200 × 5	200	5	30,615	24,033	0,628
200 × 6	200	6	36,550	28,691	0,628
200 × 8	200	8	48,230	37,861	0,628

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

1.7.1

valores estáticos
perfiles huecos



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

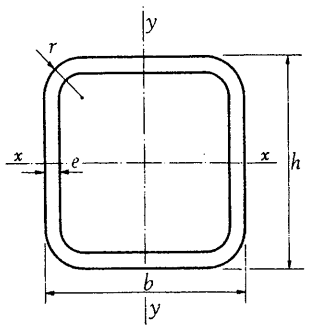
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{radio de giro}$$

S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal

$$I_T = 0{,}098\ [d^4 - (d - 2\,e)^4]$$

$$W_T = \frac{0{,}1963}{d - e}\ [d^4 - (d - 2\,e)^4]$$

Términos de la sección				I_T	W_T	Ø
I cm^4	W cm^3	i cm	S cm^3	cm^4	cm^3	
107,570	21,514	3,431	14,062	215.140	44,359	100 × 3
139,145	27,829	3,397	18,369	278.289	57,977	100 × 4
168,726	33,745	3,363	22,493	337.452	71,042	100 × 5
196,399	39,280	3,330	26,438	392.799	83,574	100 × 6
278,439	44,550	4,280	29,175	556.877	92,046	125 × 4
339,708	54,353	4,246	35,877	679.417	113,236	125 × 5
397,864	63,658	4,213	42,349	795.727	133,736	125 × 6
663,078	85,558	5,306	56,046	1 326.157	176,821	155 × 5
780,285	100,682	5,272	66,372	1 560.569	209,472	155 × 6
1 000,381	129,081	5,205	86,175	2 000.762	272,212	155 × 8
965,011	110,287	6,013	71,982	1 930.021	227,061	175 × 5
1 138,146	130,074	5,979	85,376	2 276.293	269,384	175 × 6
1 465,799	167,520	5,911	111,195	2 931.599	351,090	175 × 8
1 456,125	145,613	6,897	94,703	2 912.251	298,692	200 × 5
1 721,120	172,112	6,862	112,492	3 442.240	354,870	200 × 6
2 226,313	222,631	6,794	146,951	4 452.625	463,815	200 × 8



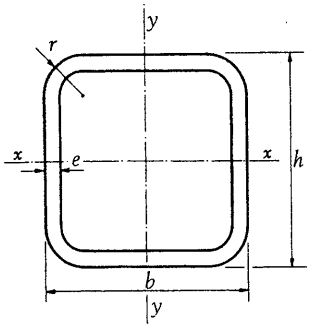
Un perfil hueco cuadrado.

#	Dimensiones mm				Sección A cm²	Peso P kg/m	u m²/m
	h	b	e	r			
40 × 40 × 2	40	40	2	5	2,90	2,28	0,15
40 × 40 × 3	40	40	3	8	4,13	3,24	0,15
40 × 40 × 4	40	40	4	10	5,21	4,09	0,14
45 × 45 × 2	45	45	2	5	3,30	2,59	0,17
45 × 45 × 3	45	45	3	8	4,73	3,71	0,17
45 × 45 × 4	45	45	4	10	6,01	4,72	0,16
50 × 50 × 2	50	50	2	5	3,70	2,91	0,19
50 × 50 × 3	50	50	3	8	5,33	4,18	0,19
50 × 50 × 4	50	50	4	10	6,81	5,35	0,18
55 × 55 × 2	55	55	2	5	4,10	3,22	0,21
55 × 55 × 3	55	55	3	8	5,93	4,66	0,21
55 × 55 × 4	55	55	4	10	7,61	5,97	0,20
60 × 60 × 2	60	60	2	5	4,50	3,53	0,23
60 × 60 × 3	60	60	3	8	6,53	5,13	0,23
60 × 60 × 4	60	60	4	10	8,41	6,60	0,22
60 × 60 × 5	60	60	5	13	10,14	7,96	0,22
70 × 70 × 2	70	70	2	5	5,30	4,16	0,27
70 × 70 × 3	70	70	3	8	7,73	6,07	0,27
70 × 70 × 4	70	70	4	10	10,01	7,86	0,26
70 × 70 × 5	70	70	5	13	12,14	9,53	0,26
80 × 80 × 3	80	80	3	8	8,93	7,01	0,31
80 × 80 × 4	80	80	4	10	11,61	9,11	0,30
80 × 80 × 5	80	80	5	13	14,14	11,10	0,30
80 × 80 × 6	80	80	6	15	16,52	12,97	0,29

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

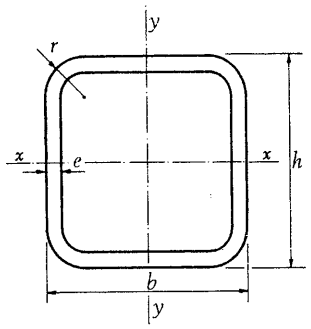
1.7.2

valores estáticos perfiles huecos



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal
$I_T = \frac{4\,A^2_m\,e}{P_m}$
$W_T = 2\,e\,A_m$
A_m = Area encerrada por la línea media de la sección
P_m = Perímetro de la línea media de la sección

Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I_T	W_T	#
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	S_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	S_y cm^3	cm^4	cm^3	
6,80	3,40	1,53	2,04	6,80	3,40	1,53	2,04	11,28	5,72	40 × 40 × 2
9,01	4,51	1,48	2,80	9,01	4,51	1,48	2,80	15,60	8,03	40 × 40 × 3
10,52	5,26	1,42	3,40	10,52	5,26	1,42	3,40	18,92	9,93	40 × 40 × 4
9,94	4,42	1,74	2,63	9,94	4,42	1,74	2,63	16,32	7,34	45 × 45 × 2
13,38	5,95	1,68	3,65	13,38	5,95	1,68	3,65	22,86	10,40	45 × 45 × 3
15,91	7,07	1,63	4,49	15,91	7,07	1,63	4,49	28,15	13,01	45 × 45 × 4
13,93	5,57	1,94	3,30	13,93	5,57	1,94	3,30	22,67	9,16	50 × 50 × 2
18,98	7,59	1,89	4,62	18,98	7,59	1,89	4,62	32,04	13,07	50 × 50 × 3
22,87	9,15	1,83	5,73	22,87	9,15	1,83	5,73	39,92	16,49	50 × 50 × 4
18,86	6,86	2,14	4,04	18,86	6,86	2,14	4,04	30,47	11,18	55 × 55 × 2
25,94	9,43	2,09	5,70	25,94	9,43	2,09	5,70	43,37	16,04	55 × 55 × 3
31,60	11,49	2,04	7,12	31,60	11,49	2,04	7,12	54,52	20,37	55 × 55 × 4
24,83	8,28	2,35	4,86	24,83	8,28	2,35	4,86	39,89	13,40	60 × 60 × 2
34,43	11,48	2,30	6,89	34,43	11,48	2,30	6,89	57,09	19,31	60 × 60 × 3
42,30	14,10	2,24	8,66	42,30	14,10	2,24	8,66	72,24	24,65	60 × 60 × 4
48,54	16,18	2,19	10,18	48,54	16,18	2,19	10,18	85,18	29,39	60 × 60 × 5
40,30	11,51	2,76	6,71	40,30	11,51	2,76	6,71	64,13	18,44	70 × 70 × 2
56,57	16,16	2,71	9,60	56,57	16,16	2,71	9,60	92,55	26,75	70 × 70 × 3
70,42	20,12	2,65	12,19	70,42	20,12	2,65	12,19	118,28	34 41	70 × 70 × 4
81,97	23,42	2,60	14,48	81,97	23,42	2,60	14,48	141,11	41,39	70 × 70 × 5
86,59	21,65	3,11	12,77	86,59	21,65	3,11	12,77	140,23	35,39	80 × 80 × 3
108,82	27,21	3,06	16,32	108,82	27,21	3,06	16,32	180,43	45,77	80 × 80 × 4
127,97	31,99	3,01	19,53	127,97	31,99	3,01	19,53	216,98	55,39	80 × 80 × 5
144,17	36,04	2,95	22,41	144,17	36,04	2,95	22,41	249,67	64,23	80 × 80 × 6



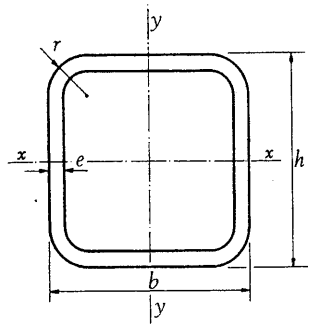
Un perfil hueco cuadrado.

#	Dimensiones mm				Sección	Peso	
	h	*b*	*e*	*r*	*A* cm²	*P* kg/m	*u* m²/m
90 × 90 × 3	90	90	3	8	10,13	7,95	0,35
90 × 90 × 4	90	90	4	10	13,21	10,37	0,34
90 × 90 × 5	90	90	5	13	16,14	12,67	0,34
90 × 90 × 6	90	90	6	15	18,92	14,85	0,33
100 × 100 × 3	100	100	3	8	11,33	8,89	0,39
100 × 100 × 4	100	100	4	10	14,81	11,63	0,38
100 × 100 × 5	100	100	5	13	18,14	14,24	0,38
100 × 100 × 6	100	100	6	15	21,32	16,74	0,37
120 × 120 × 4	120	120	4	10	18,01	14,14	0,46
120 × 120 × 5	120	120	5	13	22,14	17,38	0,46
120 × 120 × 6	120	120	6	15	26,12	20,51	0,45
140 × 140 × 5	140	140	5	13	26,14	20,52	0,54
140 × 140 × 6	140	140	6	15	30,92	24,27	0,53
140 × 140 × 8	140	140	8	20	40,04	31,43	0,53
160 × 160 × 5	160	160	5	13	30,14	23,66	0,62
160 × 160 × 6	160	160	6	15	35,72	28,04	0,61
160 × 160 × 8	160	160	8	20	46,44	36,45	0,61
170 × 170 × 5	170	170	5	13	32,14	25,23	0,66
170 × 170 × 6	170	170	6	15	38,12	29,93	0,65
170 × 170 × 8	170	170	8	20	49,64	38,97	0,65

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

1.7.2

valores estáticos
perfiles huecos



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

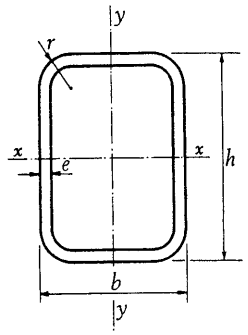
S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal

$$I_T = \frac{4\,A^2_m\,e}{P_m}$$

$$W_T = 2\,e\,A_m$$

A_m = Area encerrada por la línea media de la sección
P_m = Perímetro de la línea media de la sección

Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I_T	W_T	#
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	S_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	S_y cm^3	cm^4	cm^3	
125,70	27,93	3,52	16,39	125,70	27,93	3,52	16,39	201,93	45,23	90 × 90 × 3
159,11	35,36	3,47	21,06	159,11	35,36	3,47	21,06	261,09	58,73	90 × 90 × 4
188,53	41,90	3,42	25,33	188,53	41,90	3,42	25,33	315,77	71,38	90 × 90 × 5
214,14	47,59	3,36	29,23	214,14	47,59	3,36	29,23	365,71	83,19	90 × 90 × 6
175,10	35,03	3,93	20,46	175,10	35,02	3,93	20,46	279,44	56,27	100 × 100 × 3
222,88	44,58	3,88	26,39	222,88	44,58	3,88	26,39	362,68	73,29	100 × 100 × 4
265,67	53,13	3,83	31,88	265,67	53,13	3,83	31,88	440,49	89,39	100 × 100 × 5
303,65	60,73	3,77	36,95	303,65	60,73	3,77	36,95	512,62	104,55	100 × 100 × 6
397,28	66,21	4,70	38,85	397,28	66,21	4,70	38,85	638,19	107,21	120 × 120 × 4
477,66	79,61	4,64	47,23	477,66	79,61	4,64	47,23	779,73	131,39	120 × 120 × 5
550,90	91,82	4,59	55,09	550,90	91,82	4,59	55,09	913,41	154,47	120 × 120 × 6
779,94	111,42	5,46	65,58	779,94	111,42	5,46	65,58	1 258,70	181,39	140 × 140 × 5
905,12	129,30	5,41	76,84	905,12	129,30	5,41	76,84	1 480,84	213,99	140 × 140 × 6
1 126,68	160,95	5,30	97,53	1 126,68	160,95	5,30	97,53	1 892,40	275,26	140 × 140 × 8
1 188,50	148,56	6,28	86,93	1 188,50	148,56	6,28	86,93	1 901,38	239,39	160 × 160 × 5
1 385,50	173,19	6,23	102,18	1 385,50	173,19	6,23	102,18	2 243,71	283,11	160 × 160 × 6
1 741,12	217,64	6,12	130,59	1 741,12	217,64	6,12	130,59	2 886,82	366,14	160 × 160 × 8
1 437,63	169,13	6,69	98,73	1 437,63	169,13	6,69	98,73	2 291,61	271,39	170 × 170 × 5
1 679,01	197,53	6,64	116,20	1 679,01	197,53	6,64	116,20	2 707,43	321,27	170 × 170 × 6
2 118,06	249,18	6,53	148,92	2 118,06	249,18	6,53	148,92	3 492,72	416,38	170 × 170 × 8

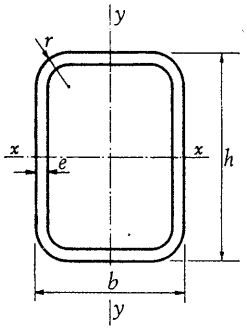


Un perfil hueco rectangular.

#	Dimensiones mm				Sección A cm²	Peso P kg/m	u m²/m
	h	b	e	r			
60 × 40 × 2	60	40	2	5	3,70	2,91	0,19
60 × 40 × 3	60	40	3	8	5,33	4,18	0,19
60 × 40 × 4	60	40	4	10	6,81	5,25	0,18
70 × 40 × 2	70	40	2	5	4,10	3,22	0,21
70 × 40 × 3	70	40	3	8	5,93	4,66	0,21
70 × 40 × 4	70	40	4	10	7,61	5,97	0,20
70 × 50 × 2	70	50	2	5	4,50	3,53	0,23
70 × 50 × 3	70	50	3	8	6,53	5,13	0,23
70 × 50 × 4	70	50	4	10	8,41	6,60	0,22
80 × 40 × 3	80	40	3	8	6,53	5,13	0,23
80 × 40 × 4	80	40	4	10	8,41	6,60	0,22
80 × 40 × 5	80	40	5	13	10,14	7,96	0,22
80 × 60 × 3	80	60	3	8	7,73	6,07	0,27
80 × 60 × 4	80	60	4	10	10,01	7,86	0,26
80 × 60 × 5	80	60	5	13	12,14	9,53	0,26
100 × 40 × 4	100	40	4	10	10,01	7,86	0,26
100 × 40 × 5	100	40	5	13	12,14	9,53	0,26
100 × 40 × 6	100	40	6	15	14,12	11,09	0,25
100 × 50 × 3	100	50	3	8	8,33	6,54	0,29
100 × 50 × 4	100	50	4	10	10,81	8,49	0,28
100 × 50 × 5	100	50	5	13	13,14	10,31	0,28
100 × 50 × 6	100	50	6	15	15,32	12,03	0,27
100 × 60 × 4	100	60	4	10	11,61	9,11	0,30
100 × 60 × 5	100	60	5	13	14,14	11,10	0,30
100 × 60 × 6	100	60	6	15	16,52	12,97	0,29

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

1.7.3



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

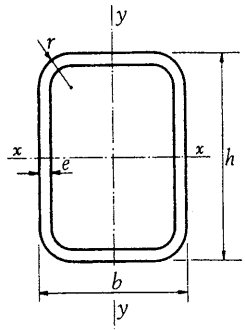
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal

$$I_T = \frac{4\,A^2_m\,e}{P_m}$$

$W_T = 2\,e\,A_m$
A_m = Area encerrada por la línea media de la sección
P_m = Perímetro de la línea media de la sección

Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I_T	W_T	#
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	S_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	S_y cm^3	cm^4	cm^3	
18,10	6,03	2,21	3,70	9,69	4,85	1,62	2,80	20,70	8,76	60 × 40 × 2
24,68	8,23	2,15	5,18	13,13	6,56	1,57	3,91	29,16	12,47	60 × 40 × 3
29,73	9,91	2,09	6,42	15,73	7,86	1,52	4,84	36,14	15,69	60 × 40 × 4
26,43	7,55	2,54	4,67	11,14	5,57	1,65	3,18	25,76	10,28	70 × 40 × 2
36,36	10,39	2,48	6,59	15,18	7,59	1,60	4,47	36,38	14,69	70 × 40 × 3
44,25	12,64	2,41	8,23	18,33	9,16	1,55	5,56	45,31	18,57	70 × 40 × 4
31,05	8,87	2,63	5,35	18,54	7,42	2,03	4,26	37,54	13,00	70 × 50 × 2
43,09	12,31	2,57	7,59	25,61	10,25	1,98	6,03	53,60	18,71	70 × 50 × 3
52,97	15,13	2,51	9,55	31,35	12,54	1,93	7,57	67,63	23,85	70 × 50 × 4
51,00	12,75	2,79	8,15	17,24	8,62	1,62	5,02	43,78	16,91	80 × 40 × 3
62,57	15,64	2,73	10,24	20,93	10,47	1,58	6,28	54,70	21,45	80 × 40 × 4
71,63	17,91	2,66	12,03	23,73	11,87	1,53	7,33	63,58	25,39	80 × 40 × 5
68,80	17,20	2,98	10,46	44,19	14,73	2,39	8,60	88,45	26,15	80 × 60 × 3
85,69	21,42	2,93	13,28	54,87	18,29	2,34	10,90	112,84	33,61	80 × 60 × 4
99,80	24,95	2,87	15,78	63,71	21,24	2,29	12,93	134,38	40,39	80 × 60 × 5
112,23	22,45	3,35	14,87	26,14	13,07	1,62	7,72	73,95	27,21	100 × 40 × 4
130,17	26,03	3,27	17,63	29,90	14,95	1,57	9,08	86,42	32,39	100 × 40 × 5
144,39	28,88	3,20	20,03	32,74	16,37	1,52	10,24	96,24	36,87	100 × 40 × 6
104,51	20,90	3,54	13,18	35,57	14,23	2,07	8,14	88,60	27,17	100 × 50 × 3
130,67	26,13	3,48	16,79	44,08	17,63	2,02	10,33	112,60	34,89	100 × 50 × 4
152,76	30,55	3,41	20,01	51,10	20,44	1,97	12,26	133,54	41,89	100 × 50 × 5
170,93	34,19	3,34	22,85	56,74	22,69	1,92	13,94	151,29	48,15	100 × 50 × 6
149,11	29,82	3,58	18,71	67,43	22,48	2,41	13,14	156,08	42,57	100 × 60 × 4
175,34	35,07	3,52	22,38	78,87	26,29	2,36	15,68	186,77	51,39	100 × 60 × 5
197,48	39,50	3,46	25,67	88,40	29,47	2,31	17,94	213,75	59,43	100 × 60 × 6



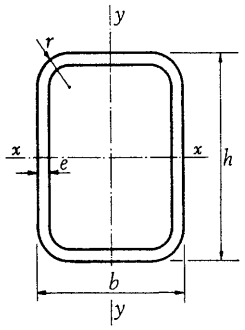
Un perfil hueco rectangular.

#	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	u
	h	b	e	r	cm²	kg/m	m²/m
100 × 80 × 4	100	80	4	10	13,21	10,37	0,34
100 × 80 × 5	100	80	5	13	16,14	12,67	0,34
100 × 80 × 6	100	80	6	15	18,92	14,85	0,33
120 × 60 × 4	120	60	4	10	13,21	10,37	0,34
120 × 60 × 5	120	60	5	13	16,14	12,67	0,34
120 × 60 × 6	120	60	6	15	18,92	14,85	0,33
120 × 80 × 4	120	80	4	10	14,81	11,63	0,38
120 × 80 × 5	120	80	5	13	18,14	14,24	0,38
120 × 80 × 6	120	80	6	15	21,32	16,74	0,37
120 × 100 × 4	120	100	4	10	16,41	12,88	0,42
120 × 100 × 5	120	100	5	13	20,14	15,81	0,42
120 × 100 × 6	120	100	6	15	23,72	18,62	0,41
140 × 60 × 4	140	60	4	10	14,81	11,63	0,38
140 × 60 × 5	140	60	5	13	18,14	14,24	0,38
140 × 60 × 6	140	60	6	15	21,32	16,74	0,37
140 × 80 × 4	140	80	4	10	16,41	12,88	0,42
140 × 80 × 5	140	80	5	13	20,14	15,81	0,42
140 × 80 × 6	140	80	6	15	23,72	18,62	0,41
140 × 100 × 4	140	100	4	10	18,01	14,14	0,46
140 × 100 × 5	140	100	5	13	22,14	17,38	0,46
140 × 100 × 6	140	100	6	15	26,12	20,51	0,45
160 × 80 × 4	160	80	4	10	18,01	14,14	0,46
160 × 80 × 5	160	80	5	13	22,14	17,38	0,46
160 × 80 × 6	160	80	6	15	26,12	20,51	0,45
160 × 120 × 5	160	120	5	13	26,14	20,52	0,54

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

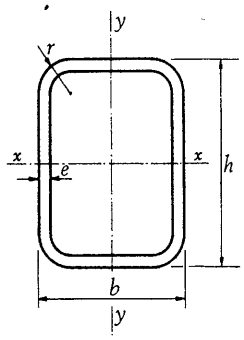
1.7.3

valores estáticos perfiles huecos



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal
$I_T = \frac{4\,A^2_m\,e}{P_m}$
$W_T = 2\,e\,A_m$
A_m = Area encerrada por la línea media de la sección
P_m = Perímetro de la línea media de la sección

Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I_T	W_T	#
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	S_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	S_y cm^3	cm^4	cm^3	
186,00	37,20	3,75	22,55	131,95	32,99	3,16	19,36	254,03	57,93	100 × 80 × 4
220,51	44,10	3,70	27,13	156,13	39,03	3,11	23,28	306,99	70,39	100 × 80 × 5
250,57	50,11	3,64	31,31	177,10	44,28	3,06	26,85	355,24	81,99	100 × 80 × 6
235,75	39,29	4,22	24,93	80,00	26,67	2,46	15,38	201,00	51,53	120 × 60 × 4
279,17	46,53	4,16	29,98	94,04	31,35	2,41	18,43	241,17	62,39	120 × 60 × 5
316,76	52,79	4,09	34,57	105,96	35,32	2,37	21,18	276,92	72,39	120 × 60 × 6
289,59	48,27	4,42	29,47	155,07	38,77	3,24	22,40	331,70	70,09	120 × 80 × 4
345,33	57,56	4,36	35,73	184,30	46,07	3,19	27,03	401,95	85,39	120 × 80 × 5
394,81	65,80	4,30	41,41	210,03	52,51	3,14	31,29	466,63	99,75	120 × 80 × 6
343,44	57,24	4,57	34,21	259,77	51,95	3,98	30,23	478,89	88,65	120 × 100 × 4
411,50	68,58	4,52	41,48	310,84	62,17	3,93	36,63	583,34	108,39	120 × 100 × 5
472,85	78,81	4,46	48,25	356,74	71,35	3,88	42,59	681,06	127,11	120 × 100 × 6
348,81	49,83	4,85	31,96	92,56	30,85	2,50	17,62	247,05	60,49	140 × 60 × 4
415,27	59,32	4,78	38,58	109,21	36,40	2,45	21,18	296,92	73,39	140 × 60 × 5
473,89	67,70	4,71	44,68	123,53	41,18	2,41	24,42	341,62	85,35	140 × 60 × 6
422,81	60,40	5,08	37,40	178,20	44,55	3,30	25,44	412,24	82,25	140 × 80 × 4
506,44	72,35	5,01	45,33	212,47	53,12	3,25	30,78	500,40	100,39	140 × 80 × 5
581,69	83,10	4,95	52,72	242,96	60,74	3,20	35,73	582,07	117,51	140 × 80 × 6
496,82	70,97	5,25	42,84	296,65	59,33	4,06	34,07	600,66	104,01	140 × 100 × 4
597,61	85,37	5,20	52,08	356,01	71,20	4,01	41,38	732,98	127,39	140 × 100 × 5
689,50	98,50	5,14	60,76	409,83	81,97	3,96	48,23	857,52	149,67	140 × 100 × 6
588,85	73,61	5,72	46,02	201,32	50,33	3,34	28,48	494,89	94,41	160 × 80 × 4
707,83	88,48	5,65	55,93	240,63	60,16	3,30	34,53	601,39	115,39	160 × 80 × 5
816,03	102,00	5,59	65,22	275,88	68,97	3,25	40,17	700,45	135,27	160 × 80 × 6
948,16	118,52	6,02	71,43	610,00	101,67	4,83	58,73	1 203,79	177,39	160 × 120 × 5

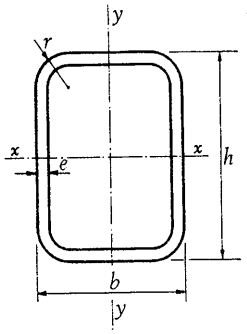


Un perfil hueco cuadrado.

#	Dimensiones mm				Sección A cm²	Peso P kg/m	u m²/m
	h	b	e	r			
160 × 120 × 6	160	120	6	15	30,92	24,27	0,53
160 × 120 × 8	160	120	8	20	40,04	31,43	0,53
180 × 100 × 5	180	100	5	13	26,14	20,52	0,54
180 × 100 × 6	180	100	6	15	30,92	24,27	0,53
180 × 100 × 8	180	100	8	20	40,04	31,43	0,53
180 × 140 × 5	180	140	5	13	30,14	23,66	0,62
180 × 140 × 6	180	140	6	15	35,72	28,04	0,61
180 × 140 × 8	180	140	8	20	46,44	36,45	0,61
200 × 80 × 5	200	80	5	13	26,14	20,52	0,54
200 × 80 × 6	200	80	6	15	30,92	24,27	0,53
200 × 80 × 8	200	80	8	20	40,04	31,43	0,53
200 × 120 × 5	200	120	5	13	30,14	23,66	0,62
200 × 120 × 6	200	120	6	15	35,72	28,04	0,61
200 × 120 × 8	200	120	8	20	46,44	36,45	0,61
200 × 150 × 5	200	150	5	13	33,14	26,01	0,68
200 × 150 × 6	200	150	6	15	39,32	30,87	0,67
200 × 150 × 8	200	150	8	20	51,24	40,22	0,67

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-537 y NBE 108.

1.7.3



A = Area de la sección
I = Momento de inercia
W = Módulo resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{Radio de giro}$$

S = Momento estático de media sección
u = Superficie lateral por metro lineal

$$I_T = \frac{4\,A^2_m\,e}{P_m}$$

$$W_T = 2\,e\,A_m$$

A_m = Area encerrada por la línea media de la sección
P_m = Perímetro de la línea media de la sección

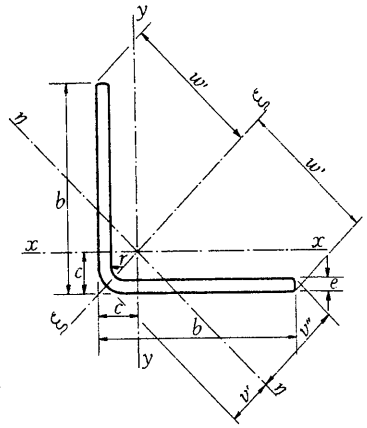
Referido al eje x-x				Referido al eje y-y				I_T	W_T	#
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	S_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	S_y cm^3	cm^4	cm^3	
1 100,77	137,60	5,97	83,70	707,00	117,83	4,78	68,77	1 415,15	209,19	160 × 120 × 6
1 371,12	171,39	5,85	106,27	877,84	146,31	4,68	87,20	1 805,43	268,86	160 × 120 × 8
1 106,67	122,96	6,51	76,28	446,34	89,27	4,13	50,88	1 046,44	165,39	180 × 100 × 5
1 284,34	142,70	6,44	89,37	516,01	103,20	4,09	59,51	1 227,02	194,79	180 × 100 × 6
1 598,36	177,60	6,32	113,41	637,41	127,48	3,99	75,26	1 556,78	249,66	180 × 100 × 8
1 413,00	157,00	6,85	93,78	962,27	137,47	5,65	79,08	1 838,37	235,39	180 × 140 × 5
1 647,80	183,09	6,79	110,25	1 120,73	160,10	5,60	92,92	2 168,27	278,31	180 × 140 × 6
2 072,05	230,23	6,68	140,93	1 405,80	200,83	5,50	118,65	2 786,78	359,74	180 × 140 × 8
1 247,46	124,75	6,91	80,13	296,97	74,24	3,37	42,03	808,65	145,39	200 × 80 × 5
1 446,24	144,62	6,84	93,83	341,74	85,44	3,32	49,05	943,28	170,79	200 × 80 × 6
1 795,61	179,56	6,70	118,94	418,19	104,55	3,23	61,73	1 183,28	217,66	200 × 80 × 8
1 627,79	162,78	7,35	99,63	742,33	123,72	4,96	70,23	1 655,71	223,39	200 × 120 × 5
1 898,02	189,80	7,29	117,11	863,09	143,85	4,92	82,45	1 949,70	263,91	200 × 120 × 6
2 385,78	238,58	7,17	149,66	1 078,89	179,81	4,82	105,12	2 497,25	340,54	200 × 120 × 8
1 913,04	191,30	7,60	114,26	1 232,85	164,38	6,10	94,01	2 397,76	281,89	200 × 150 × 5
2 236,85	223,69	7,54	134,57	1 439,56	191,94	6,05	110,66	2 832,69	333,75	200 × 150 × 6
2 828,40	282,84	7,43	172,70	1 815,44	242,06	5,95	141,86	3 654,10	432,70	200 × 150 × 8

1. 7.3

1.8 perfiles conformados en frío

1.8.1 un perfil LF conformado en frío
1.8.2 un perfil LDF conformado en frío
1.8.3 un perfil UF conformado en frío
1.8.4 un perfil CF conformado en frío
1.8.5 un perfil OF conformado en frío
1.8.6 un perfil ZF conformado en frío
1.8.7 un perfil NF conformado en frío

valores estáticos
perfiles conformados en frío



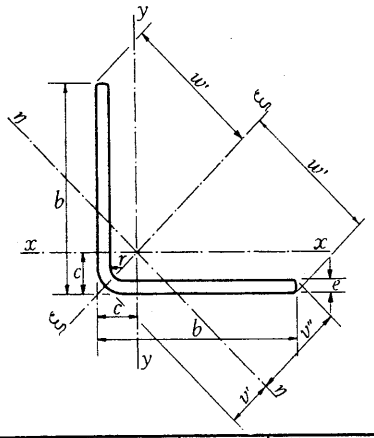
Un perfil LF, conformado en frío.

LF	Dimensiones mm			Sección	Peso	u	Posición de los ejes			
	b	e	r	A cm²	P kg/m	m²/m	c cm	v' cm	v'' cm	w' cm
20 × 1,5	20	1,5	1,6	0,562	0,441	0,0780	0,570	0,678	0,714	1,41
20 × 2	20	2,0	2,5	0,730	0,573	0,0770	0,596	0,657	0,712	1,41
20 × 3	20	3,0	3,0	1,05	0,826	0,0761	0,641	0,657	0,720	1,41
25 × 1,5	25	1,5	1,6	0,712	0,559	0,0980	0,695	0,854	0,891	1,77
25 × 2	25	2,0	2,5	0,930	0,730	0,0970	0,721	0,833	0,890	1,77
25 × 2,5	25	2,5	2,5	1,15	0,901	0,968	0,741	0,841	0,897	1,77
25 × 3	25	3,0	3,0	1,35	1,06	0,961	0,765	0,833	0,898	1,77
30 × 1,5	30	1,5	1,6	0,862	0,677	0,118	0,820	1,03	1,07	2,12
30 × 2	30	2,0	2,5	1,13	0,887	0,117	0,845	1,01	1,07	2,12
30 × 2,5	30	2,5	2,5	1,50	1,10	0,116	0,866	1,92	1,07	2,12
30 × 3	30	3,0	3,0	1,65	1,30	0,116	0,889	1,01	1,08	2,12
30 × 4	30	4,0	6,0	2,10	1,65	0,113	0,953	0,934	1,06	2,12
40 × 2 *	40	2,0	2,5	1,53	1,20	0,157	1,10	1,36	1,42	2,83
40 × 3 *	40	3,0	3,0	2,25	1,77	0,156	1,14	1,36	1,43	2,83
40 × 4 *	40	4,0	6,0	2,90	2,28	0,153	1,20	1,28	1,41	2,83
50 × 2 *	50	2,0	3,0	1,93	1,51	0,196	1,35	1,70	1,77	3,54
50 × 3 *	50	3,0	6,0	2,81	2,21	0,193	1,41	1,62	1,76	3,54
50 × 4 *	50	4,0	8,0	3,67	2,88	0,191	1,46	1,57	1,75	3,54
60 × 3 *	60	3,0	6,0	3,41	2,68	0,233	1,66	1,97	2,11	4,24
60 × 4 *	60	4,0	8,0	4,47	3,51	0,231	1,71	1,92	2,10	4,24
60 × 5 *	60	5,0	10,0	5,48	4,30	0,229	1,77	1,88	2,10	4,24
80 × 4 *	80	4,0	8,0	6,07	4,76	0,311	2,21	2,63	2,81	5,66
80 × 5 *	80	5,0	10,0	7,48	5,87	0,309	2,26	2,58	2,81	5,66
80 × 6 *	80	6,0	12,0	8,85	6,95	0,307	2,32	2,53	2,80	5,66
100 × 5 *	100	5,0	8,0	9,52	7,48	0,391	2,75	3,35	3,54	7,07
100 × 6 *	100	6,0	10,0	11,3	8,87	0,388	2,80	3,30	3,53	7,07
100 × 7 *	100	7,0	12,0	13,0	10,2	0,386	2,86	3,25	3,53	7,07
120 × 5 *	120	5,0	8,0	11,5	9,05	0,471	3,25	4,05	4,25	8,49
120 × 6 *	120	6,0	10,0	13,7	10,8	0,468	3,30	4,01	4,24	8,49
120 × 7 *	120	7,0	12,0	15,8	12,4	0,466	3,36	3,96	4,24	8,49

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-571.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1.8.1

valores estáticos
perfiles conformados en frío



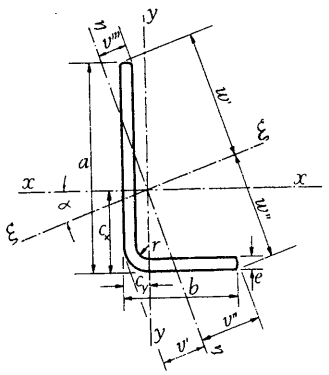
A = Area de sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{radio de giro}$$

u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje			I_{xy}	Referido a los ejes						LF
x-x = y-y				ξ-ξ			η-η			
$I_x = I_y$ cm^4	$W_x = W_y$ cm^3	$i_x = i_y$ cm	cm^4	I_ξ cm^4	W_ξ cm^3	i_ξ cm	I_η cm^4	W_η cm^3	i_η cm	
0,219	0,153	0,625	0,138	0,357	0,252	0,797	0,0819	0,115	0,382	20 × 1,5
0,279	0,199	0,618	0,179	0,458	0,324	0,792	0,0995	0,140	0,369	20 × 2
0,384	0,282	0,604	0,251	0,635	0,449	0,777	0,133	0,184	0,355	20 × 3
0,440	0,244	0,786	0,273	0,714	0,404	1,00	0,167	0,187	0,484	25 × 1,5
0,565	0,317	0,779	0,358	0,923	0,522	0,996	0,207	0,233	0,472	25 × 2
0,684	0,389	0,772	0,434	1,12	0,633	0,987	0,250	0,279	0,467	25 × 2,5
0,792	0,456	0,765	0,509	1,30	0,736	0,981	0,283	0,315	0,458	25 × 3
0,774	0,355	0,947	0,478	1,25	0,590	1,20	0,296	0,277	0,586	30 × 1,5
1,00	0,464	0,941	0,627	1,63	0,767	1,20	0,373	0,349	0,574	30 × 2
1,22	0,570	0,934	0,765	1,98	0,935	1,19	0,452	0,421	0,569	30 × 2,5
1,42	0,672	0,927	0,901	2,32	1,09	1,18	0,518	0,481	0,560	30 × 3
1,75	0,855	0,912	1,18	2,93	1,38	1,18	0,574	0,544	0,523	30 × 4
2,44	0,841	1,26	1,51	3,96	1,40	1,61	0,928	0,653	0,779	40 × 2 *
3,51	1,23	1,25	2,20	5,71	2,02	1,59	1,32	0,920	0,765	40 × 3 *
4,43	1,58	1,24	2,89	7,32	2,59	1,59	1,55	1,09	0,730	40 × 4 *
4,85	1,33	1,59	3,00	7,85	2,22	2,02	1,85	1,04	0,980	50 × 2 *
6,97	1,94	1,57	4,44	11,4	3,23	2,01	2,52	1,44	0,947	50 × 3 *
8,92	2,52	1,56	5,82	14,7	4,17	2,00	3,09	1,77	0,919	50 × 4 *
12,3	2,83	1,90	7,74	20,0	4,72	2,42	4,54	2,15	1,15	60 × 3 *
15,8	3,69	1,88	10,2	26,0	6,13	2,41	5,66	2,69	1,12	60 × 4 *
19,1	4,52	1,87	12,5	31,7	7,46	2,40	6,59	3,14	1,10	60 × 5 *
38,8	6,70	2,53	24,5	63,3	11,2	3,23	14,3	5,09	1,54	80 × 4 *
47,3	8,25	2,51	30,3	77,6	13,7	3,22	17,1	6,07	1,51	80 × 5 *
55,4	9,75	2,50	35,9	91,3	16,1	3,21	19,4	6,94	1,48	80 × 6 *
95,1	13,1	3,16	59,4	155	21,9	4,03	35,7	10,1	1,94	100 × 5 *
112	15,6	3,15	70,7	183	25,8	4,02	41,2	11,7	1,91	100 × 6 *
128	17,9	3,13	81,8	210	29,7	4,01	46,2	13,1	1,88	100 × 7 *
167	19,1	3,81	104	270	31,9	4,84	63,4	14,9	2,34	120 × 5 *
197	22,7	3,79	123	320	37,8	4,84	73,8	17,4	2,32	120 × 6 *
226	26,2	3,78	143	369	43,5	4,83	83,4	19,7	2,29	120 × 7 *

1. 8.1



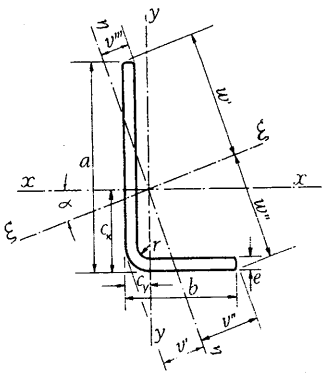
Un perfil LDF, conformado en frío.

LDF	Dimensiones				Sección	Peso	u
	a mm	b mm	e mm	r mm	A cm²	P kg/m	m²/m
30 × 20 × 1,5	30	20	1,5	1,6	0,712	0,559	0,0980
30 × 20 × 2	30	20	2,0	2,5	0,930	0,730	0,0970
30 × 20 × 3	30	20	3,0	3,0	1,35	1,06	0,0961
40 × 20 × 2 *	40	20	2,0	2,5	1,13	0,887	0,117
40 × 20 × 3 *	40	20	3,0	3,0	1,65	1,30	0,116
50 × 25 × 2 *	50	25	2,0	2,5	1,43	1,12	0,147
50 × 25 × 3 *	50	25	3,0	3,0	2,10	1,65	0,146
60 × 30 × 3 *	60	30	3,0	3,0	2,55	2,00	0,176
60 × 30 × 4 *	60	30	4,0	6,0	3,30	2,59	0,173
60 × 40 × 3	60	40	3,0	3,0	2,85	2,24	0,196
60 × 40 × 4	60	40	4,0	6,0	3,70	2,91	0,193
70 × 40 × 3	70	40	3,0	3,0	3,15	2,47	0,216
70 × 40 × 4	70	40	4,0	6,0	4,10	3,22	0,213
70 × 50 × 5	70	50	5,0	8,0	5,52	4,34	0,231
80 × 40 × 4 *	80	40	4,0	6,0	4,50	3,53	0,233
80 × 40 × 5 *	80	40	5,0	8,0	5,52	4,34	0,231
90 × 60 × 5	90	60	5,0	8,0	7,02	5,51	0,291
100 × 50 × 5 *	100	50	5,0	8,0	7,02	5,51	0,291
100 × 50 × 6 *	100	50	6,0	10,0	8,30	6,52	0,288
120 × 60 × 5 *	120	60	5,0	8,0	8,52	6,69	0,351
120 × 60 × 6 *	120	60	6,0	10,0	10,1	7,93	0,348
140 × 60 × 6	140	60	6,0	10,0	11,3	8,87	0,388
150 × 80 × 6	150	80	6,0	10,0	13,1	10,3	0,448
200 × 100 × 6	200	100	6,0	10,0	17,3	13,6	0,588

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-571.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1. 8.2

valores estáticos
perfiles conformados en frío

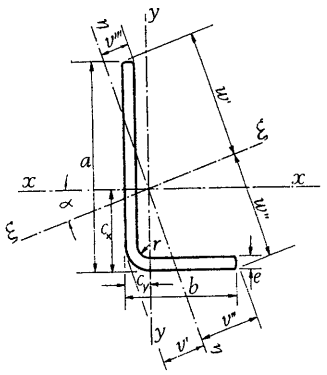


A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{radio de giro}$$

u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Posición de los ejes							tg α	LDF
c_x cm	c_y cm	v' cm	v'' cm	v''' cm	w' cm	w'' cm		
0,976	0,466	0,732	1,04	0,565	2,03	1,53	0,464	30 × 20 × 1,5
1,01	0,490	0,722	1,03	0,583	2,01	1,55	0,468	30 × 20 × 2
1,05	0,532	0,730	1,01	0,616	1,99	1,58	0,468	30 × 20 × 3
1,45	0,421	0,697	1,18	0,491	2,57	1,83	0,287	40 × 20 × 2 *
1,60	0,462	0,714	1,15	0,531	2,53	1,86	0,286	40 × 20 × 3 *
1,78	0,504	0,867	1,49	0,592	3,23	2,26	0,286	50 × 25 × 2 *
1,83	0,545	0,884	1,46	0,632	3,20	2,30	0,285	50 × 25 × 3 *
2,16	0,629	1,05	1,77	0,733	3,86	2,73	0,284	60 × 30 × 3 *
2,24	0,679	1,04	1,71	0,786	3,80	2,80	0,292	60 × 30 × 4 *
1,95	0,931	1,47	2,09	1,13	4,07	3,06	0,463	60 × 40 × 3
2,02	0,984	1,42	2,04	1,17	4,02	3,12	0,472	60 × 40 × 4
2,38	0,856	1,44	2,27	1,92	4,64	3,30	0,354	70 × 40 × 3
2,46	0,908	1,41	2,21	1,07	4,58	3,36	0,361	70 × 40 × 4
2,32	1,28	1,76	2,42	1,52	4,73	3,80	0,535	70 × 50 × 5
2,91	0,845	1,38	2,34	0,988	5,13	3,67	0,289	80 × 40 × 4 *
2,97	0,893	1,38	2,29	1,04	5,07	3,73	0,293	80 × 40 × 5 *
2,98	1,43	2,13	3,08	1,72	6,06	4,64	0,471	90 × 60 × 5
3,64	1,06	1172	2,91	1,24	6,40	4,59	0,290	100 × 50 × 5 *
3,71	1,11	1,72	2,86	1,29	6,35	4,65	0,293	100 × 50 × 6 *
4,30	1,22	2,06	3,53	1,44	7,73	5,46	0,289	120 × 60 × 5 *
4,37	1,27	2,06	3,49	1,49	7,68	5,52	0,291	120 × 60 × 6 *
5,29	1,17	1,99	3,68	1,37	8,76	6,22	0,226	140 × 60 × 6
5,25	1,66	2,78	4,61	1,97	9,79	6,94	0,321	150 × 80 × 6
7,03	1,93	3,42	5,98	2,30	13,0	8,98	0,287	200 × 100 × 6

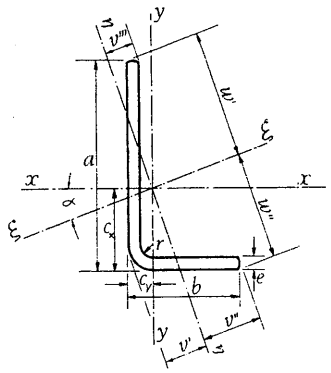


Un perfil LDF, conformado en frío.

LDF	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_{xy}
	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4
30 × 20 × 1,5	0,673	0,333	0,972	0,249	0,162	0,591	0,251
30 × 20 × 2	0,864	0,433	0,964	0,328	0,211	0,585	0,328
30 × 20 × 3	1,22	0,625	0,948	0,442	0,301	0,572	0,464
40 × 20 × 2 *	1,90	0,746	1,30	0,344	0,218	0,552	0,487
40 × 20 × 3 *	2,71	1,08	1,28	0,480	0,312	0,539	0,693
50 × 25 × 2 *	3,81	1,18	1,63	0,692	0,347	0,696	0,969
50 × 25 × 3 *	5,48	1,73	1,61	0,980	0,501	0,683	1,39
60 × 30 × 3 *	9,69	2,53	1,95	1,74	0,735	0,827	2,46
60 × 30 × 4 *	12,3	3,26	1,93	2,20	0,948	0,816	3,22
60 × 40 × 3	10,8	2,66	1,94	3,98	1,30	1,18	4,01
60 × 40 × 4	13,8	3,46	1,93	5,07	1,68	1,17	5,27
70 × 40 × 3	16,4	3,56	2,28	4,15	1,32	1,15	4,97
70 × 40 × 4	21,0	4,63	2,26	5,30	1,71	1,14	6,54
70 × 50 × 5	27,7	5,91	2,24	12,1	3,25	1,48	11,7
80 × 40 × 4 *	30,3	5,95	2,60	5,49	1,74	1,10	7,84
80 × 40 × 5 *	36,6	7,29	2,57	6,59	2,12	1,09	9,62
90 × 60 × 5	59,4	9,86	2,91	22,0	4,81	1,77	22,6
100 × 50 × 5 *	73,9	11,6	3,24	13,4	3,39	1,38	19,2
100 × 50 × 6 *	86,2	13,7	3,22	15,6	3,99	1,37	22,7
120 × 60 × 5 *	130	16,9	3,91	23,7	4,97	1,67	33,6
120 × 60 × 6 *	153	20,0	3,89	27,7	5,86	1,66	39,8
140 × 60 × 6	233	26,8	4,54	28,8	5,96	1,60	48,8
150 × 80 × 6	314	32,2	4,90	67,3	10,6	2,27	88,3
200 × 100 × 6	745	57,5	6,56	137	16,9	2,81	190

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-571.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

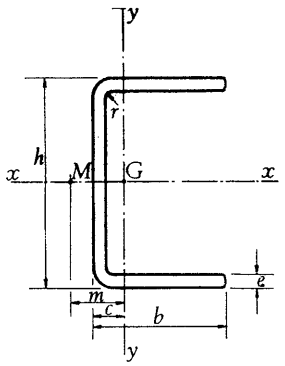
1. 8.2



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje ξ-ξ			Referido al eje η-η			LDF
I_ξ cm⁴	W_ξ cm³	i_ξ cm	I_η cm⁴	W_η cm³	i_η cm	
0,789	0,388	1,05	0,132	0,127	0,431	30 × 20 × 1,5
1,02	0,505	1,05	0,165	0,160	0,421	30 × 20 × 2
1,43	0,721	1,03	0,225	0,223	0,408	30 × 20 × 3
2,04	0,796	1,34	0,204	0,174	0,425	40 × 20 × 2 *
2,91	1,15	1,33	0,282	0,246	0,413	40 × 20 × 3 *
4,09	1,26	1,69	0,415	0,279	0,539	50 × 25 × 2 *
5,88	1,84	1,67	0,583	0,399	0,527	50 × 25 × 3 *
10,4	2,69	2,02	1,05	0,590	0,640	60 × 30 × 3 *
13,2	3,48	2,00	1,26	0,736	0,617	60 × 30 × 4 *
12,6	3,11	2,10	2,13	1,02	0,864	60 × 40 × 3
16,2	4,04	2,09	2,58	1,27	0,835	60 × 40 × 4
18,2	3,92	2,40	2,39	1,05	0,871	70 × 40 × 3
23,4	5,11	2,39	2,93	1,33	0,846	70 × 40 × 4
33,9	7,18	2,48	5,85	2,41	1,03	70 × 50 × 5
32,6	6,36	2,69	3,22	1,38	0,846	80 × 40 × 4 *
39,4	7,77	2,67	3,77	1,65	0,826	80 × 40 × 5 *
70,0	11,6	3,16	11,3	3,68	1,27	90 × 60 × 5
79,5	12,4	3,36	7,81	2,68	1,06	100 × 50 × 5 *
92,9	14,6	3,34	8,90	3,11	1,04	100 × 50 × 6 *
140	18,1	4,05	14,0	3,97	1,28	120 × 60 × 5 *
165	21,4	4,04	16,1	4,63	1,26	120 × 60 × 6 *
244	27,9	4,65	17,7	4,82	1,25	140 × 60 × 6
342	35,0	5,11	38,9	8,44	1,72	150 × 80 × 6
800	61,5	6,80	82,0	13,7	2,18	200 × 100 × 6

1. 8.2

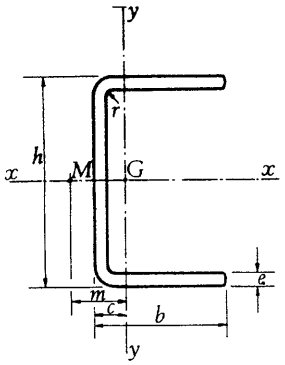


Un perfil UF, conformado en frío.

UF	Dimensiones mm				Sección *A*	Peso *P*	*u*	*c*
	h	*b*	*e*	*r*	cm²	kg/m	m²/m	cm
25 × 25 × 1,5	25	25	1,5	1,6	1,05	0,823	0,143	0,917
30 × 30 × 1,5	30	30	1,5	1,6	1,27	1,00	0,173	1,08
30 × 30 × 2	30	30	2,0	2,5	1,66	1,30	0,170	1,12
30 × 30 × 3	30	30	3,0	3,0	2,40	1,88	0,166	1,17
20 × 40 × 2	40	20	2,0	2,5	1,46	1,14	0,150	0,597
20 × 40 × 3	40	20	3,0	3,0	2,10	1,65	0,146	0,641
20 × 40 × 4	40	20	4,0	6,0	2,60	2,04	0,138	0,710
30 × 40 × 2	40	30	2,0	2,5	1,86	1,46	0,190	1,01
30 × 40 × 3	40	30	3,0	3,0	2,70	2,12	0,186	1,05
30 × 40 × 4	40	30	4,0	6,0	3,40	2,67	0,178	1,13
40 × 40 × 2	40	40	2,0	2,5	2,26	1,77	0,230	1,45
40 × 40 × 3	40	40	3,0	3,0	3,30	2,59	0,226	1,50
40 × 40 × 4	40	40	4,0	6,0	4,20	3,30	0,218	1,58
30 × 50 × 2	50	30	2,0	2,5	2,06	1,62	0,210	0,918
30 × 50 × 3	50	30	3,0	3,0	3,00	2,36	0,206	0,964
30 × 50 × 4	50	30	4,0	6,0	3,80	2,98	0,198	1,03
40 × 50 × 2	50	40	2,0	2,5	2,46	1,93	0,250	1,34
40 × 50 × 3	50	40	3,0	3,0	3,60	2,83	0,246	1,39
40 × 50 × 4	50	40	4,0	6,0	4,60	3,61	0,238	1,46
50 × 50 × 2	50	50	2,0	2,5	2,86	2,24	0,290	1,78
50 × 50 × 3	50	50	3,0	3,0	4,20	3.30	0,282	1,83
50 × 50 × 4	50	50	4,0	6,0	5,40	4,24	0,278	1,91
30 × 60 × 2 *	60	30	2,0	2,5	2,26	1,77	0,230	0,846
30 × 60 × 3 *	60	30	3,0	3,0	3,30	2,59	0,226	0,890
30 × 60 × 4 *	60	30	4,0	6,0	4,20	3,30	0,218	0,954
40 × 60 × 2	60	40	2,0	2,5	2,66	2,09	0,270	1,24
40 × 60 × 3	60	40	3,0	3,0	3,90	3,06	0,266	1,29
40 × 60 × 4	60	40	4,0	6,0	5,00	3,92	0,258	1,36
50 × 60 × 2	60	50	2,0	2,5	3,06	2,40	0,310	1,67
50 × 60 × 3	60	50	3,0	3,0	4,50	3,53	0,306	1,72
50 × 60 × 4	60	50	4,0	6,0	5,80	4,55	0,298	1,79

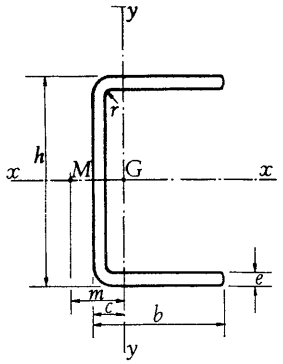
Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-572.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1. 8.3



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	UF
cm	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	m^6	
1,91	1,12	0,899	1,03	0,684	0,432	0,807	0,00787	0,637	25 × 25 × 1,5
2,29	2,01	1,34	1,26	1,21	0,631	0,974	0,0956	1,67	30 × 30 × 1,5
2,29	2,52	1,68	1,23	1,54	0,819	0,965	0,0221	2,00	30 × 30 × 2
2,27	3,39	2,26	1,19	2,15	1,18	0,947	0,0721	2,50	30 × 30 × 3
1,24	3,43	1,71	1,53	0,558	0,397	0,618	0,0194	1,27	20 × 40 × 2
1,22	4,65	2,32	1,49	0,769	0,566	0,605	0,0631	1,56	20 × 40 × 3
1,20	5,24	2,62	1,42	0,912	0,707	0,592	0,139	1,36	20 × 40 × 4
2,13	4,87	2,44	1,62	1,73	0,867	0,964	0,0248	4,08	30 × 40 × 2
2,11	6,71	3,35	1,58	2,43	1,25	0,949	0,0811	5,27	30 × 40 × 3
2,11	7,84	3,92	1,52	2,94	1,57	0,930	0,182	5,20	30 × 40 × 4
3,06	6,32	3,16	1,67	3,81	1,49	1,30	0,0301	9,32	40 × 40 × 2
3,05	8,77	4,38	1,63	5,42	2,17	1,28	0,0991	12,3	40 × 40 × 3
3,05	10,4	5,22	1,58	6,64	2,75	1,26	0,224	12,9	40 × 40 × 4
1,99	8,16	3,26	1,99	1,88	0,902	0,955	0,0274	7,09	30 × 50 × 2
1,97	11,4	4,55	1,95	2,66	1,30	0,941	0,0901	9,33	30 × 50 × 3
1,97	13,5	5,41	1,89	3,25	1,66	0,926	0,203	9,62	30 × 50 × 4
2,90	10,5	4,19	2,06	4,14	1,56	1,30	0,0328	16,0	40 × 50 × 2
2,88	14,7	5,88	2,02	5,92	2,27	1,28	0,108	21,5	40 × 50 × 3
2,89	17,8	7,10	1,97	7,34	2,89	1,26	0,246	23,3	40 × 50 × 4
3,83	12,8	5,11	2,11	7,62	2,36	1,63	0,0381	30,1	50 × 50 × 2
3,81	18,0	7,20	2,07	11,0	3,46	1,62	0,126	41,0	50 × 50 × 3
3,83	22,0	8,80	2,02	13,7	4,44	1,59	0,288	45,9	50 × 50 × 4
1,87	12,5	4,16	2,35	2,00	0,928	0,941	0,0301	11,1	30 × 60 × 2 *
1,85	17,5	5,85	2,31	2,84	1,34	0,927	0,0991	14,8	30 × 60 × 3 *
1,85	21,1	7,03	2,24	3,51	1,72	0,914	0,224	15,8	30 × 60 × 4 *
2,75	15,8	5,28	2,44	4,43	1,61	1,29	0,0354	24,9	40 × 60 × 2
2,73	22,4	7,47	2,40	6,35	2,34	1,28	0,117	33,8	40 × 60 × 3
2,74	27,4	9,12	2,34	7,93	3,01	1,26	0,267	37,6	40 × 60 × 4
3,66	19,2	6,40	2,51	8,14	2,45	1,63	0,0408	46,6	50 × 60 × 2
3,64	27,3	9,10	2,46	11,8	3,58	1,62	0,135	64,0	50 × 60 × 3
3,66	33,6	11,2	2,41	14,8	4,62	1,60	0,310	73,0	50 × 60 × 4



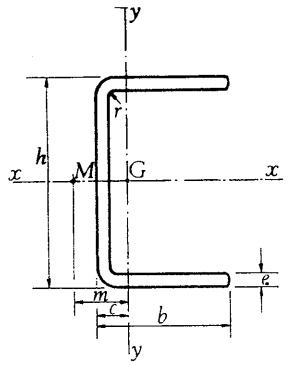
Un perfil UF, conformado en frío.

UF	Dimensiones mm				Sección	Peso		
					A	P	u	c
	h	b	e	r	cm²	kg/m	m²/m	cm
40 × 70 × 2	70	40	2,0	2,5	2,86	2,24	0,290	1,16
40 × 70 × 3	70	40	3,0	3,0	4,20	3,30	0,286	1,21
40 × 70 × 4	70	40	4,0	6,0	5,40	4,24	0,278	1,28
50 × 70 × 2	70	50	2,0	2,5	3,26	2,56	0,330	1,57
50 × 70 × 3	70	50	3,0	3,0	4,80	3,77	0,326	1,62
50 × 70 × 4	70	50	4,0	6,0	6,20	4,87	0,318	1,69
40 × 80 × 3 *	80	40	3,0	3,0	4,50	3,53	0,306	1,14
40 × 80 × 4 *	80	40	4,0	6,0	5,80	4,55	0,298	1,20
40 × 80 × 5 *	80	40	5,0	8,0	7,04	5,52	0,292	1,26
60 × 80 × 3	80	60	3,0	3,0	5,70	4,48	0,386	1,95
60 × 80 × 4	80	60	4,0	6,0	7,40	5,81	0,378	2,02
60 × 80 × 5	80	60	5,0	8,0	9,04	7,09	0,372	2,09
45 × 90 × 3	90	45	3,0	3,0	5,10	4,00	0,346	1,26
45 × 90 × 4	90	45	4,0	6,0	6,60	5,18	0,338	1,32
45 × 90 × 5	90	45	5,0	8,0	8,04	6,31	0,332	1,38
50 × 100 × 3 *	100	50	3,0	3,0	5,70	4,48	0,386	1,39
50 × 100 × 4 *	100	50	4,0	6,0	7,40	5,81	0,378	1,45
50 × 100 × 5 *	100	50	5,0	8,0	9,04	7,09	0,372	1,50
50 × 100 × 6	100	50	6,0	10,0	10,6	8,32	0,366	1,56
60 × 100 × 3	100	60	3,0	6,0	6,22	4,88	0,421	1,80
60 × 100 × 4	100	60	4,0	8,0	8,13	6,38	0,415	1,86
60 × 100 × 5	100	60	5,0	10,0	9,95	7,81	0,409	1,92
60 × 120 × 4 *	120	60	4,0	6,0	9,00	7,06	0,458	1,70
60 × 120 × 5 *	120	60	5,0	8,0	11,0	8,66	0,452	1,75
60 × 120 × 6 *	120	60	6,0	10,0	13,0	10,2	0,446	1,81
70 × 140 × 4 *	140	70	4,0	6,0	10,6	8,32	0,538	1,95
70 × 140 × 5 *	140	70	5,0	8,0	13,0	10,2	0,532	2,00
70 × 140 × 6 *	140	70	6,0	10,0	15,4	12,1	0,526	2,06
80 × 160 × 7	160	80	7,0	12,0	20,5	16,1	0,599	2,36
80 × 160 × 8	160	80	8,0	16,0	22,9	18,0	0,590	2,44

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-572.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1. 8.3

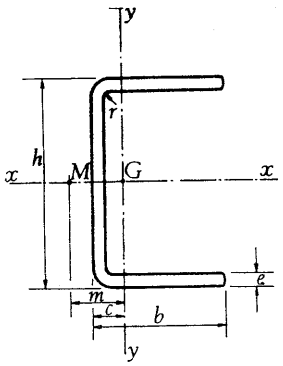
valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	UF
cm	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	m^6	
2,61	22,6	6,44	2,81	4,67	1,65	1,28	0,0381	36,2	40 × 70 × 2
2,60	32,1	9,17	2,76	6,71	2,41	1,26	0,126	49,6	40 × 70 × 3
2,61	39,5	11,3	2,70	8,44	3,10	1,25	0,288	56,1	40 × 70 × 4
3,51	27,2	7,76	2,89	8,61	2,51	1,62	0,0434	67,4	50 × 70 × 2
3,49	38,8	11,1	2,84	12,4	3,68	1,61	0,144	93,3	50 × 70 × 3
3,51	48,2	13,8	2,79	15,8	4,76	1,59	0,331	108	50 × 70 × 4
2,48	43,9	11,0	3,12	7,03	2,46	1,25	0,135	69,0	40 × 80 × 3 *
2,49	54,3	13,6	3,06	8,88	3,17	1,24	0,310	79,3	40 × 80 × 4 *
2,48	63,4	15,9	3,00	10,5	3,84	1,22	0,587	85,7	40 × 80 × 5 *
4,25	61,7	15,4	3,29	21,6	5,32	1,94	0,171	216	60 × 80 × 3
4,28	77,4	19,4	3,23	27,5	6,92	1,93	0,395	257	60 × 80 × 4
4,28	91,6	22,9	3,18	33,0	8,44	1,91	0,754	288	60 × 80 × 5
2,79	63,6	14,1	3,53	10,2	3,14	1,41	0,153	128	45 × 90 × 3
2,81	79,4	17,6	3,47	12,9	4,06	1,40	0,352	151	45 × 90 × 4
2,80	93,6	20,8	3,41	15,4	4,95	1,38	0,671	167	45 × 90 × 5
3,10	88,4	17,7	3,94	14,1	3,90	1,57	0,171	223	50 × 100 × 3 *
3,12	111	22,2	3,88	18,0	5,07	1,56	0,395	266	50 × 100 × 4 *
3,12	132	26,4	3,82	21,6	6,19	1,55	0,754	299	50 × 100 × 5 *
3,11	150	30,0	3,76	24,9	7,24	1,53	1,27	319	50 × 100 × 6
4,02	101	20,1	4,02	23,1	5,50	1,92	0,187	355	60 × 100 × 3
4,02	128	25,6	3,97	29,7	7,17	1,91	0,434	432	60 × 100 × 4
4,02	152	30,5	3,91	35,7	8,76	1,90	0,830	489	60 × 100 × 5
3,75	198	33,1	4,70	31,9	7,42	1,88	0,480	702	60 × 120 × 4 *
3,75	238	39,6	4,64	38,6	9,08	1,87	0,921	808	60 × 120 × 5 *
3,75	273	45,5	4,58	44,8	10,7	1,86	1,56	886	60 × 120 × 6 *
4,38	322	46,0	5,51	51,6	10,2	2,21	0,566	1 580	70 × 140 × 4 *
4,38	388	55,5	5,46	62,7	12,5	2,19	1,09	1 850	70 × 140 × 5 *
4,38	449	64,2	5,40	73,1	14,8	2,18	1,85	2 060	70 × 140 × 6 *
5,01	777	97,2	6,16	127	22,5	2,49	3,35	4 620	80 × 160 × 7
5,02	850	106	6,09	140	25,2	2,48	4,90	4 780	80 × 160 × 8

1. 8.3



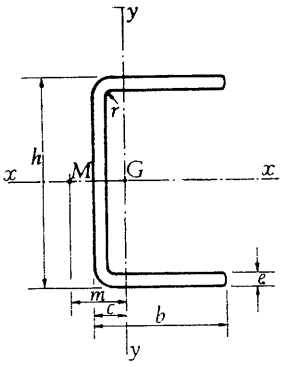
Un perfil UF, conformado en frío.

UF	Dimensiones mm				Sección *A*	Peso *P*	*u*	*c*
	h	*b*	*e*	*r*	cm²	kg/m	m²/m	cm
90 × 180 × 7	180	90	7,0	12,0	23,3	18,3	0,679	2,61
90 × 180 × 8	180	90	8,0	16,0	26,1	20,5	0,670	2,68
100 × 200 × 6	200	100	6,0	10,0	22,6	17,7	0,766	2,80
100 × 200 × 7	200	100	7,0	12,0	26,1	20,5	0,759	2,86
100 × 200 × 8	200	100	8,0	16,0	29,3	23,0	0,750	2,93
100 × 220 × 6	220	100	6,0	10,0	23,8	18,7	0,806	2,68
100 × 220 × 7	220	100	7,0	12,0	27,5	21,6	0,799	2,73
100 × 220 × 8	220	100	8,0	16,0	30,9	24,3	0,790	2,80
100 × 250 × 6	250	100	6,0	10,0	25,6	20,1	0,866	2,51
100 × 250 × 7	250	100	7,0	12,0	29,6	23,2	0,859	2,56
100 × 250 × 8	250	100	8,0	16,0	33,3	26,2	0,850	2,63
100 × 300 × 7	300	100	7,0	12,0	33,1	26,0	0,959	2,33
100 × 300 × 8	300	100	8,0	16,0	37,3	29,3	0,950	2,39

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-572.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1.8.3

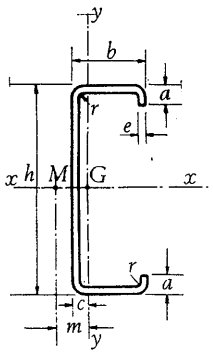
valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	UF
cm	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	m^6	
5,64	1 130	126	6,98	184	28,8	2,81	3,80	8 740	90 × 180 × 7
5,66	1 250	139	6,91	204	32,4	2,80	5,58	9 190	90 × 180 × 8
6,27	1 390	139	7,85	224	31,1	3,15	2,71	13 800	100 × 200 × 6
6,27	1 580	159	7,80	256	35,9	3,13	4,26	15 400	100 × 200 × 7
6,29	1 750	175	7,73	286	40,4	3,12	6,26	16 400	100 × 200 × 8
6,05	1 740	158	8,56	231	31,6	3,12	2,86	17 500	100 × 220 × 6
6,05	1 980	180	8,50	264	36,4	3,10	4,49	19 500	100 × 220 × 7
6,07	2 200	200	8,43	295	41,0	3,09	6,60	20 800	100 × 220 × 8
5,75	2 350	188	9,59	241	32,1	3,07	3,07	23 900	100 × 250 × 6
5,74	2 690	215	9,53	276	37,1	3,05	4,83	26 900	100 × 250 × 7
5,77	2 980	238	9,46	308	41,8	3,04	7,11	28 800	100 × 250 × 8
5,31	4 160	277	11,2	291	37,9	2,97	5,40	42 00	100 × 300 × 7
5,32	4 620	308	11,1	326	42,9	2,96	7,97	45 500	100 × 300 × 8

1. 8.3



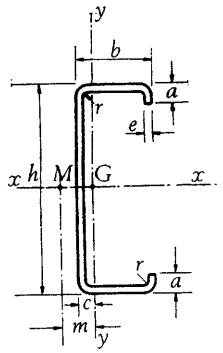
Un perfil CF, conformado en frío.

CF	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	u	c	m
	h	b	a	e	r	cm²	kg/m	m²/m	cm	cm
20 × 1,5	20	20	8	1,5	1,6	0,988	0,776	0,135	0,944	1,91
25 × 1,5	25	25	10	1,5	1,6	1,27	0,999	0,173	1,18	2,57
25 × 2	25	25	10	2,0	2,5	1,62	1,27	0,166	1,18	2,23
30 × 1,5	30	30	10	1,5	1,6	1,50	1,18	0,203	1,36	2,98
30 × 2	30	30	10	2,0	2,5	1,92	1,50	0,196	1,35	2,68
40 × 1,5	40	40	15	1,5	1,6	2,10	1,65	0,283	1,86	4,42
40 × 2	40	40	15	2,0	2,5	2,72	2,13	0,276	1,86	4,11
50 × 2	50	50	20	2,0	2,5	3,52	2,76	0,356	2,36	5,56
50 × 3	50	50	20	3,0	3,0	5,10	4,00	0,347	2,36	5,19
65 × 4	65	65	25	4,0	6,0	8,60	6,75	0,439	3,04	6,13
60 × 2 *	60	40	15	2,0	2,5	3,12	2,45	0,316	1,63	3,72
60 × 2,5 *	60	40	15	2,5	2,5	3,84	3,01	0,312	1,63	3,62
60 × 3 *	60	40	15	3,0	3,0	4,50	3,53	0,307	1,63	3,45
80 × 2 *	80	40	15	2,0	2,5	3,52	2,76	0,356	1,46	3,40
80 × 2,5 *	80	40	15	2,5	2,5	4,34	3,40	0,352	1,46	3,31
80 × 3 *	80	40	15	3,0	3,0	5,10	4,00	0,347	1,46	3,17
100 × 2 *	100	40	15	2,0	2,5	3,92	3,08	0,396	1,32	3,14
100 × 2,5 *	100	40	15	2,5	2,5	4,84	3,80	0,392	1,32	3,06
100 × 3 *	100	40	15	3,0	3,0	5,70	4,48	0,387	1,32	2,94
120 × 2 *	120	50	20	2,0	2,5	4,92	3,86	0,496	1,72	4,22
120 × 2,5 *	120	50	20	2,5	2,5	6,08	4,78	0,492	1,72	4,14
120 × 3 *	120	50	20	3,0	3,0	7,20	5,65	0,487	1,72	4,02
140 × 2 *	140	50	20	2,0	2,5	5,32	4,17	0,536	1,60	3,97
140 × 2,5 *	140	50	20	2,5	2,5	6,58	5,17	0,532	1,60	3,89
140 × 3 *	140	50	20	3,0	3,0	7,80	6,12	0,527	1,60	3,78

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-573.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

1. 8.4

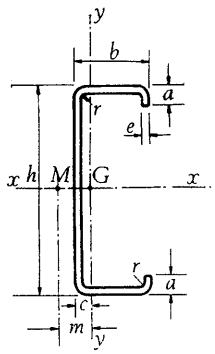
valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	CF
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	cm^6	
0,578	0,578	0,765	0,524	0,496	0,728	0,00742	1,12	20 × 1,5
1,21	0,967	0,974	1.10	0,834	0,930	0,00956	3,44	25 × 1,5
1,45	1,16	0,947	1,31	0,993	0,901	0,0216	4,76	25 × 2
2,17	1,45	1,20	1,85	1,13	1,11	0,0112	6,63	30 × 1,5
2,66	1,77	1,18	2,24	1,36	1,08	0,0256	9,16	30 × 2
5,46	2,73	1,61	4,88	2,28	1,52	0,0158	32,8	40 × 1,5
6,84	3,42	1,59	6,08	2,84	1,50	0,0363	45,2	40 × 2
14,0	5,60	2,00	12,8	4,86	1,91	0,0469	151	50 × 2
19,4	7,76	1,95	17,7	6,70	1,86	0,153	217	50 × 3
54,9	16,9	2,53	49,0	14,2	2,39	0,459	1 120	65 × 4
17,8	5,93	2,39	7,16	3,03	1,52	0,0416	74,9	60 × 2 *
21,5	7,16	2,37	8,56	3,62	1,49	0,0800	90,4	60 × 2,5 *
24,6	8,22	2,34	9,71	4,10	1,47	0,135	109	60 × 3 *
34,9	8,74	3,15	8,00	3,15	1,51	0,0469	122	80 × 2 *
42,4	10,6	3,13	9,57	3,77	1,49	0,0904	148	80 × 2,5 *
49,0	12,3	3,10	10,9	4,28	1,46	0,153	179	80 × 3 *
59,2	11,8	3,89	8,67	3,24	1,49	0,0523	189	100 × 2 *
72,1	14,4	3,86	10,4	3,87	1,46	0,101	228	100 × 2,5 *
83,6	16,7	3,83	11,8	4,40	1,44	0,171	275	100 × 3 *
109	18,1	4,70	17,9	5,47	1,91	0,0656	547	120 × 2 *
133	22,2	4,68	21,7	6,61	1,89	0,127	668	120 × 2,5 *
156	25,9	4,65	25,0	7,60	1,86	0,216	808	120 × 3 *
156	22,3	5,42	18,9	5,56	1,89	0,0709	751	140 × 2 *
192	27,4	5,40	22,9	6,72	1,86	0,137	917	140 × 2,5 *
225	32,1	5,37	26,3	7,74	1,84	0,234	1 100	140 × 3 *

valores estáticos
perfiles conformados en frío



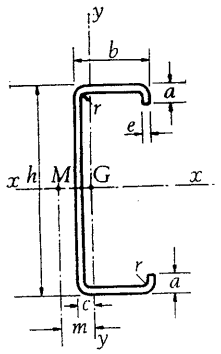
Un perfil CF, conformado en frío.

CF	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	u	c	m
	h	b	a	e	r	cm²	kg/m	m²/m	cm	cm
160 × 2 *	160	60	20	2,0	2,5	6,12	4,80	0,616	1,86	4,62
160 × 2,5 *	160	60	20	2,5	2,5	7,58	5,95	0,612	1,86	4,54
160 × 3 *	160	60	20	3,0	3,0	9,00	7,07	0,607	1,86	4,43
180 × 2 *	180	60	20	2,0	2,5	6,52	5,12	0,656	1,75	4,40
180 × 2,5 *	180	60	20	2,5	2,5	8,08	6,35	0,652	1,76	4,33
180 × 3 *	180	60	20	3,0	3,0	9,60	7,54	0,647	1,75	4,22
200 × 2 *	200	60	20	2,0	2,5	6,92	5,43	0,696	1,66	4,20
200 × 2,5 *	200	60	20	2,5	2,5	8,58	6,74	0,692	1,66	4,13
200 × 3 *	200	60	20	3,0	3,0	10,2	8,01	0,687	1,66	4,04
225 × 2,5 *	225	80	25	2,5	2,5	10,5	8,21	0,842	2,38	5,96
225 × 3 *	225	80	25	3,0	3,0	12,5	9,78	0,837	2,38	5,86
225 × 4 *	225	80	25	4,0	6,0	16,2	12,7	0,819	2,36	5,53
250 × 2,5 *	250	80	25	2,5	2,5	11,1	8,70	0,892	2,25	5,70
250 × 3 *	250	80	25	3,0	3,0	13,2	10,4	0,887	2,25	5,60
250 × 4 *	250	80	25	4,0	6,0	17,2	13,5	0,869	2,23	5,30
275 × 2,5 *	275	80	25	2,5	2,5	11,7	9,19	0,942	2,14	5,47
275 × 3 *	275	80	25	3,0	3,0	14,0	11,0	0,937	2,14	5,37
275 × 4 *	275	80	25	4,0	6,0	18,2	14,3	0,919	2,12	5,09
300 × 2,5 *	300	80	25	2,5	2,5	12,3	9,68	0,992	2,04	5,25
300 × 3 *	300	80	25	3,0	3,0	14,7	11,5	0,987	2,04	5,16
300 × 4 *	300	80	25	4,0	6,0	19,2	15,1	0,969	2,02	4,89

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-573.
* Perfiles recomendados en la Norma NBE 109.

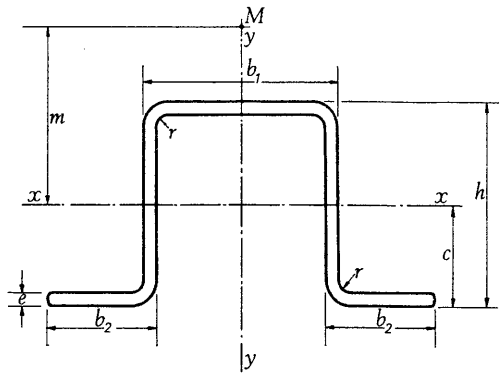
1. 8.4

valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	CF
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	cm^6	
240	30,0	6,26	30,5	7,37	2,23	0,0816	1 490	160 × 2 *
295	36,8	6,23	37,0	8,95	2,21	0,158	1 830	160 × 2,5 *
346	43,3	6,20	42,9	10,4	2,18	0,270	2 190	160 × 3 *
316	35,1	6,97	31,7	7,46	2,20	0,0869	1 930	180 × 2 *
389	43,2	6,94	38,5	9,06	2,18	0,169	2 360	180 × 2,5 *
458	50,9	6,90	44,5	10,5	2,15	0,288	2 830	180 × 3 *
406	40,6	7,66	32,7	7,53	2,17	0,0923	2 440	200 × 2 *
500	50,0	7,63	39,7	9,15	2,15	0,179	2 980	200 × 2,5 *
588	58,8	7,60	46,0	10,6	2,12	0,306	3 560	200 × 3 *
806	71,7	8,78	90,8	16,2	2,95	0,218	8 320	225 × 2,5 *
953	84,7	8,75	106	18,9	2,92	0,374	9 980	225 × 3 *
1 210	108	8,66	131	23,3	2,85	0,865	14 100	225 × 4 *
1 030	82,6	9,65	93,8	16,3	2,91	0,231	10 500	250 × 2,5 *
1 220	97,7	9,62	110	19,1	2,88	0,396	12 600	250 × 3 *
1 560	125	9,52	136	23,5	2,81	0,918	17 600	250 × 4 *
1 290	94,1	10,5	96,5	16,5	2,87	0,244	13 100	275 × 2,5 *
1 530	111	10,5	113	19,2	2,84	0,419	15 600	275 × 3 *
1 960	142	10,4	140	23,8	2,77	0,971	21 700	275 × 4 *
1 590	106	11,4	98,9	16,6	2,83	0,257	15 900	300 × 2,5 *
1 890	126	11,3	116	19,4	2,80	0,441	19 000	300 × 3 *
2 410	161	11,2	143	24,0	2,73	1,02	26 200	300 × 4 *



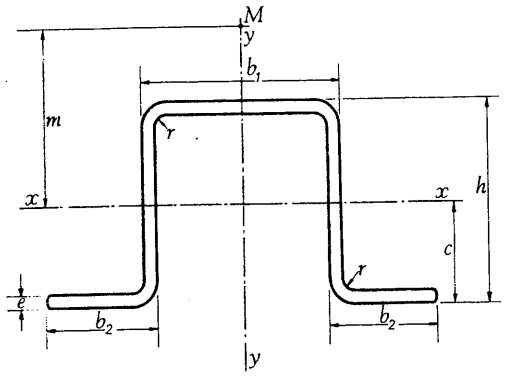
Un perfil OF, conformado en frío.

OF	Dimensiones mm					Sección A	Peso P	u	c	m
	h	b_1	b_2	e	r	cm²	kg/m	m²/m	cm	cm
25 × 25 × 1,5	25	25	15	1,5	1,6	1,42	1,12	0,190	1,19	1,94
25 × 25 × 2	25	25	15	2,0	2,5	1,82	1,43	0,182	1,19	1,91
30 × 30 × 1,5	30	30	15	1,5	1,6	1,65	1,29	0,220	1,50	2,47
30 × 30 × 2	30	30	15	2,0	2,5	2,12	1,66	0,212	1,50	2,45
40 × 25 × 2	40	25	15	2,0	2,5	2,42	1,90	0,242	1,92	3,27
40 × 25 × 3	40	25	15	3,0	3,0	3,46	2,71	0,231	1,92	3,20
40 × 40 × 2 *	40	40	15	2,0	2,5	2,72	2,13	0,272	2,14	3,46
40 × 40 × 2,5 *	40	40	15	2,5	2,5	3,34	2,62	0,267	2,14	3,42
40 × 40 × 3 *	40	40	15	3,0	3,0	3,91	3,07	0,261	2,14	3,39
50 × 50 × 2	50	50	17	2,0	2,5	3,40	2,67	0,340	2,73	4,38
50 × 50 × 2,5 *	50	50	17	2,5	2,5	4,19	3,29	0,335	2,73	4,34
50 × 50 × 3 *	50	50	17	3,0	3,0	4,93	3,87	0,329	2,73	4,31
60 × 40 × 2 *	60	40	20	2,0	2,5	3,72	2,92	0,372	3,00	5,19
60 × 40 × 2,5 *	60	40	20	2,5	2,5	4,59	3,60	0,367	3,00	5,15
60 × 40 × 3 *	60	40	20	3,0	3,0	5,41	4,25	0,361	3,00	5,12
80 × 50 × 2,5 *	80	50	25	2,5	2,5	6,09	4,78	0,487	4,00	6,95
80 × 50 × 3 *	80	50	25	3,0	3,0	7,21	5,66	0,481	4,00	6,92
100 × 50 × 2,5 *	100	50	30	2,5	2,5	7,34	5,76	0,587	4,83	8,48
100 × 50 × 3 *	100	50	30	3,0	3,0	8,71	6,84	0,581	4,83	8,45

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-575.
* Perfiles recomendados en la Norma 109.

1. 8.5

valores estáticos
perfiles conformados en frío

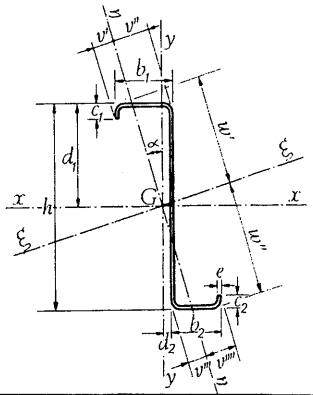


A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{radio de giro}$$

m = Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje y-y
I_T = Módulo de torsión
I_A = Módulo de alabeo
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	I_A	OF
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	cm^6	
1,31	1,00	0,958	2,65	1,02	1,36	0,0107	1,30	25 × 25 × 1,5
1,57	1,20	0,930	3,26	1,28	1,34	0,0243	1,47	25 × 25 × 2
2,18	1,46	1,15	3,93	1,38	1,54	0,0124	2,57	30 × 30 × 1,5
2,67	1,78	1,12	4,88	1,74	1,52	0,0283	2,94	30 × 30 × 2
5,04	2,42	1,44	4,06	1,59	1,29	0,0323	5,43	40 × 25 × 2
6,69	3,21	1,39	5,33	2,18	1,24	0,104	6,61	40 × 25 × 3
6,08	2,84	1,50	9,84	2,98	1,90	0,0363	10,5	40 × 40 × 2 *
7,24	3,38	1,47	11,7	3,61	1,88	0,0696	12,0	40 × 40 × 2,5 *
8,17	3,81	1,45	13,3	4,17	1,85	0,117	12,9	40 × 40 × 3 *
12,0	4,40	1,88	18,9	4,72	2,36	0,0453	33,2	50 × 50 × 2 *
14,4	5,29	1,86	22,8	5,76	2,33	0,0873	38,8	50 × 50 × 2,5 *
16,5	6,04	1,83	26,1	6,70	2,30	0,148	42,7	50 × 50 × 3 *
18,2	6,08	2,21	15,3	4,01	2,03	0,0496	43,0	60 × 40 × 2 *
22,0	7,34	2,19	18,3	4,89	2,00	0,0956	50,6	60 × 40 × 2,5 *
25,3	8,44	2,16	21,0	5,68	1,97	0,162	56,1	60 × 40 × 3 *
52,6	13,1	2,94	38,8	8,17	2,52	0,127	198	80 × 50 × 2,5 *
61,0	15,3	2,91	45,0	9,57	2,50	0,216	225	80 × 50 × 3 *
96,9	18,8	3,63	50,7	9,66	2,63	0,153	471	100 × 50 × 2,5 *
113	21,9	3,60	59,0	11,3	2,60	0,261	539	100 × 50 × 3 *

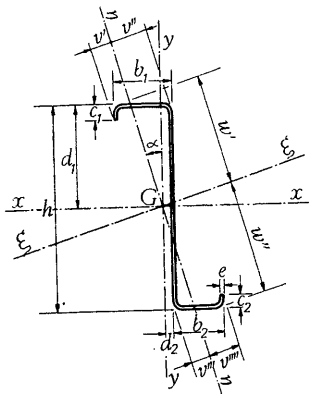


Un perfil ZF, conformado en frío.

ZF	Dimensiones							Sección	Peso	u
	h mm	b_1 mm	b_2 mm	c_1 mm	c_2 mm	e mm	r mm	A cm	P kg/m	m²/m
100 × 2	100	60	53	20	17	2,0	2,5	4,72	3,70	0,476
100 × 2,5	100	60	53	20	17	2,5	2,5	5,84	4,58	0,472
100 × 3	100	60	53	20	17	3,0	3,0	6,91	5,42	0,467
120 × 2	120	60	53	20	17	2,0	2,5	5,12	4,02	0,516
120 × 2,5	120	60	53	20	17	2,5	2,5	6,34	4,98	0,512
120 × 3	120	60	53	20	17	3,0	3,0	7,51	5,89	0,507
140 × 2	140	60	53	20	17	2,0	2,5	5,52	4,33	0,556
140 × 2,5	140	60	53	20	17	2,5	2,5	6,84	5,37	0,552
140 × 3	140	60	53	20	17	3,0	3,0	8,11	6,36	0,547
160 × 2	160	60	53	20	17	2,0	2,5	5,92	4,65	0,596
160 × 2,5	160	60	53	20	17	2,5	2,5	7,34	5,76	0,592
160 × 3	160	60	53	20	17	3,0	3,0	8,71	6,84	0,587
180 × 2	180	60	53	20	17	2,0	2,5	6,32	4,96	0,636
180 × 2,5	180	60	53	20	17	2,5	2,5	7,84	6,15	0,632
180 × 3	180	60	53	20	17	3,0	3,0	9,31	7,31	0,627
200 × 2	200	80	70	25	22	2,0	2,5	7,66	6,01	0,770
200 × 2,5	200	80	70	25	22	2,5	2,5	9,51	7,47	0,766
200 × 3	200	80	70	25	22	3,0	3,0	11,3	8,88	0,761
225 × 2,5	225	80	70	25	22	2,5	2,5	10,1	7,96	0,816
225 × 3	225	80	70	25	22	3,0	3,0	12,1	9,47	0,811
225 × 4	225	80	70	25	22	4,0	6,0	15,7	12,3	0,792
250 × 2,5	250	80	70	25	22	2,5	2,5	10,8	8,45	0,866
250 × 3	250	80	70	25	22	3,0	3,0	12,8	10,1	0,861
250 × 4	250	80	70	25	22	4,0	6,0	16,7	13,1	0,842
275 × 2,5	275	80	70	25	22	2,5	2,5	11,4	8,94	0,916
275 × 3	275	80	70	25	22	3,0	3,0	13,6	10,6	0,911
275 × 4	275	80	70	25	22	4,0	6,0	17,7	13,9	0,892
300 × 2,5	300	80	70	25	22	2,5	2,5	12,0	9,43	0,966
300 × 3	300	80	70	25	22	3,0	3,0	14,3	11,2	0,961
300 × 4	300	80	70	25	22	4,0	6,0	18,7	14,7	0,942

Perfiles recomendados por las Normas UNE 36-574 y NBE 109.

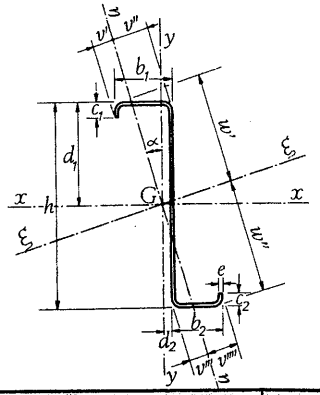
1.8.6



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Posición de los ejes								t g α	ZF
d_1 cm	d_2 cm	v' cm	v'' cm	v''' cm	v'''' cm	w' cm	w'' cm		
4,81	0,178	3,12	2,81	2,55	2,63	6,95	7,18	0,667	100 × 2
4,81	0,153	3,12	2,80	2,54	2,62	6,91	7,14	0,662	100 × 2,5
4,81	0,128	3,11	2,77	2,51	2,62	6,85	7,09	0,657	100 × 3
5,79	0,157	3,31	2,79	2,53	2,81	7,57	7,86	0,510	120 × 2
5,79	0,131	3,31	2,78	2,51	2,81	7,53	7,82	0,505	120 × 2,5
5,79	0,106	3,31	2,75	2,48	2,81	7,47	7,77	0,501	120 × 3
6,77	0,138	3,44	2,73	2,46	2,95	8,27	8,61	0,407	140 × 2
6,77	0,112	3,44	2,72	2,45	2,95	8,23	8,58	0,404	140 × 2,5
6,77	0,087	3,44	2,69	2,42	2,95	8,19	8,54	0,400	140 × 3
7,75	0,122	3,55	2,65	2,39	3,05	9,04	9,43	0,336	160 × 2
7,75	0,096	3,55	2,64	2,38	3,05	9,01	9,40	0,333	160 × 2,5
7,75	0,071	3,55	2,62	2,36	3,05	8,96	9,36	0,329	160 × 3
8,73	0,108	3,64	2,58	2,32	3,14	9,85	10,3	0,284	180 × 2
8,73	0,082	3,64	2,56	2,31	3,14	9,82	10,3	0,281	180 × 2,5
8,73	0,056	3,64	2,54	2,29	3,14	9,78	10,2	0,278	180 × 3
9,68	0,203	4,66	3,58	3,23	3,97	11,6	12,0	0,366	200 × 2
9,68	0,177	4,66	3,57	3,22	3,97	11,5	12,0	0,364	200 × 2,5
9,68	0,151	4,67	3,54	3,19	3,97	11,5	12,0	0,361	200 × 3
10,9	0,158	4,79	3,47	3,13	4,09	12,5	13,1	0,307	225 × 2,5
10,9	0,133	4,79	3,44	3,10	4,09	12,5	13,0	0,304	225 × 3
10,9	0,081	4,80	3,34	3,00	4,10	12,4	12,9	0,299	225 × 4
12,1	0,142	4,89	3,37	3,03	4,18	13,6	14,1	0,264	250 × 2,5
12,1	0,116	4,90	3,34	3,01	4,18	13,5	14,1	0,262	250 × 3
12,1	0,064	4,91	3,25	2,92	4,19	13,4	14,0	0,256	250 × 4
13,4	0,127	4,99	3,27	2,95	4,27	14,6	15,3	0,230	275 × 2,5
13,4	0,101	4,99	3,25	2,93	4,27	14,6	15,2	0,228	275 × 3
13,4	0,050	5,00	3,16	2,84	4,28	14,5	15,1	0,223	275 × 4
14,6	0,114	5,07	3,18	2,86	4,34	15,8	16,4	0,203	300 × 2,5
14,6	0,088	5,07	3,16	2,84	4,35	15,7	16,4	0,201	300 × 3
14,6	0,036	5,09	3,07	2,76	4,36	15,6	16,3	0,197	300 × 4

1. 8.6



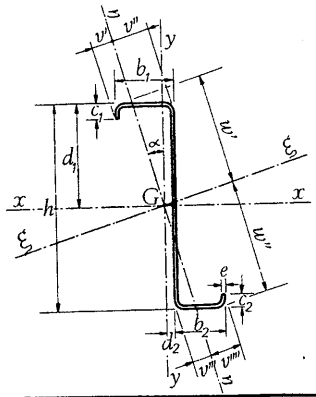
Un perfil ZF, conformado en frío.

ZF	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_{xy}
	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	cm⁴
100 × 2	76,4	14,7	4,02	40,8	12,2	2,94	42,8
100 × 2,5	93,5	18,0	4,00	49,3	14,7	2,91	52,0
100 × 3	109	21,0	3,97	56,8	16,6	2,87	60,3
120 × 2	117	18,8	4,77	40,8	12,6	2,82	52,2
120 × 2,5	143	23,0	4,75	49,3	15,1	2,79	63,5
120 × 3	167	26,9	4,72	56,8	17,1	2,75	73,8
140 × 2	167	23,1	5,50	40,8	12,9	2,72	61,6
140 × 2,5	205	28,4	5,48	49,4	15,6	2,69	75,1
140 × 3	240	33,2	5,44	56,9	17,5	2,65	87,2
160 × 2	228	27,7	6,21	40,8	13,2	2,63	71,1
160 × 2,5	281	34,0	6,19	49,4	15,9	2,59	86,6
160 × 3	330	40,0	6,15	56,9	17,9	2,56	101
180 × 2	302	32,6	6,91	40,9	13,5	2,54	80,6
180 × 2,5	371	40,1	6,88	49,4	16,1	2,51	98,1
180 × 3	436	47,1	6,85	56,9	18,3	2,47	114
200 × 2	472	45,8	7,85	97,3	23,8	3,56	159
200 × 2,5	583	56,5	7,83	119	28,9	3,53	195
200 × 3	688	66,6	7,80	138	33,0	3,49	228
225 × 2,5	769	66,3	8,71	119	29,5	3,42	220
225 × 3	908	78,3	8,67	138	33,7	3,38	258
225 × 4	1 150	99,5	8,58	169	37,5	3,29	323
250 × 2,5	986	76,7	9,57	119	30,1	3,32	246
250 × 3	1 170	90,6	9,54	138	34,3	3,28	289
250 × 4	1 490	115	9,44	169	38,1	3,19	361
275 × 2,5	1 240	87,6	10,4	119	30,5	3,23	272
275 × 3	1 460	104	10,4	138	34,9	3,19	310
275 × 4	1 870	132	10,3	170	38,6	3,10	399
300 × 2,5	1 520	99,0	11,3	119	30,9	3,14	298
300 × 3	1 800	117	11,2	138	35,4	3,11	349
300 × 4	2 310	150	11,1	170	39,2	3,01	437

Perfiles recomendados en la Norma UNE 36-574 y NBE 109.

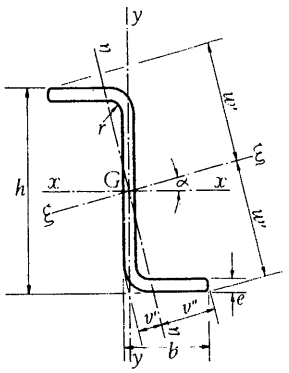
1. 8.6

valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido al eje ξ-ξ			Referido al eje η-η			ZF
I_ξ cm⁴	W_ξ cm³	i_ξ cm	I_η cm⁴	W_η cm³	i_η cm	
105	14,6	4,72	12,3	3,94	1,61	100 × 2
128	17,9	4,68	14,9	4,78	1,60	100 × 2,5
149	21,0	4,64	17,2	5,51	1,58	100 × 3
143	18,2	5,29	14,2	4,29	1,67	120 × 2
175	22,4	5,25	17,2	5,21	1,65	120 × 2,5
204	26,3	5,21	19,9	6,01	1,63	120 × 3
192	22,3	5,90	15,7	4,56	1,69	140 × 2
235	27,4	5,87	19,1	5,54	1,67	140 × 2,5
275	32,2	5,83	22,0	6,39	1,65	140 × 3
252	26,8	6,53	17,0	4,78	1,69	160 × 2
310	32,9	6,50	20,6	5,80	1,67	160 × 2,5
363	38,8	6,45	23,8	6,70	1,65	160 × 3
325	31,6	7,17	18,0	4,95	1,69	180 × 2
399	38,9	7,13	21,8	6,01	1,67	180 × 2,5
468	45,8	7,09	25,3	6,94	1,65	180 × 3
531	44,1	8,32	39,1	8,39	2,26	200 × 2
654	54,4	8,29	47,8	10,2	2,24	200 × 2,5
770	64,4	8,25	55,8	12,0	2,22	200 × 3
836	64,1	9,08	50,9	10,6	2,24	225 × 2,5
987	75,8	9,04	59,4	12,4	2,22	225 × 3
1 250	97,0	8,93	73,0	15,2	2,16	225 × 4
1 050	74,3	9,88	53,6	11,0	2,23	250 × 2,5
1 240	88,0	9,84	62,6	12,8	2,21	250 × 3
1 580	113	9,72	76,9	15,7	2,15	250 × 4
1 300	85,2	10,7	56,0	11,2	2,22	275 × 2,5
1 540	101	10,6	65,4	13,1	2,20	275 × 3
1 960	129	10,5	80,4	16,1	2,13	275 × 4
1 580	96,6	11,5	58,2	11,5	2,20	300 × 2,5
1 870	114	11,4	67,9	13,4	2,18	300 × 3
2 390	147	11,3	83,6	16,4	2,12	300 × 4



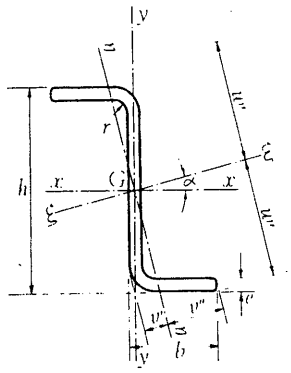
Un perfil NF, conformado en frío.

NF	Dimensiones mm				Sección	Peso	u	Posición de los ejes			tg α
	h	b	e	r	A cm	P kg/m	m²/m	v' cm	v'' cm	w' cm	
30 × 2	30	15	2,0	2,5	1,06	0,832	0,110	0,669	0,557	1,94	0,445
40 × 2	40	20	2,0	2,5	1,46	1,15	0,150	0,938	0,751	2,59	0,438
50 × 2	50	20	2,0	2,5	1,66	1,30	0,170	1,06	0,731	2,95	0,315
60 × 2	60	20	2,0	2,5	1,86	1,46	0,190	1,15	0,705	3,36	0,240

Perfil recomendado por la Norma UNE 36-574.

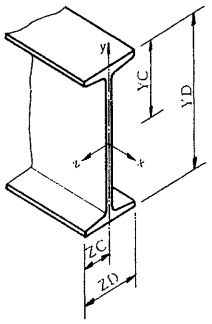
1. 8.7

valores estáticos
perfiles conformados en frío



A = Area de la sección recta
I = Momento de inercia
W = Momento resistente
$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = radio de giro
u = Perímetro (superficie por metro lineal)

Referido a los ejes						I_{xy}	Referido a los ejes						NF
x-x			y-y				ξ-ξ			η-η			
I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm	I_ξ cm^4	W_ξ cm^3	i_ξ cm	I_η cm^4	W_η cm^3	i_η cm	
1,34	0,894	1,12	0,368	0,263	0,589	0,540	1,61	0,815	1,23	0,128	0,191	0,347	30 × 2
3,43	1,72	1,53	0,918	0,483	0,793	1,36	4,05	1,56	1,67	0,320	0,341	0,468	40 × 2
5,86	2,35	1,88	0,918	0,483	0,744	1,73	6,42	2,17	1,96	0,375	0,353	0,475	50 × 2
9,12	3,04	2,22	0,919	0,484	0,703	2,09	9,63	2,86	2,27	0,418	0,363	0,474	60 × 2



Un perfil IPN. Sección bruta.

IPN	Areas cm^2			Momentos cm^4			Módulos cm^3	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
80	7,58	3,12	3,30	0,92	6,29	77,8	3,00	19,5
100	10,6	4,50	4,53	1,70	12,2	171	4,88	34,2
120	14,2	6,12	5,95	2,89	21,5	328	7,41	54,7
140	18,3	7,98	7,56	4,62	35,2	573	10,7	81,9
160	22,8	10,08	9,37	7,02	54,7	935	14,8	117
180	27,9	12,42	11,37	10,25	81,3	1 450	19,8	161
200	33,5	15,00	13,56	14,56	117	2 140	26,0	214
220	39,6	17,82	15,94	19,89	162	3 060	33,1	278
240	46,1	20,88	18,51	26,78	221	4 250	41,7	354
260	53,4	24,44	21,24	35,75	288	5 740	51,0	442
280	61,1	28,28	24,11	47,32	364	7 590	61,2	542
300	69,1	32,40	27,00	60,71	451	9 800	72,2	653
320	77,8	36,80	30,21	77,61	555	12 510	84,7	782
340	86,8	41,48	33,42	96,59	674	15 700	98,4	923
360	97,1	46,80	37,18	122,46	818	19 610	114	1 090
380	107	52,06	40,72	149,50	975	24 010	131	1 260
400	118	57,60	44,64	182,00	1 160	29 210	149	1 460
450	147	72,90	55,08	286,00	1 730	45 850	203	2 040
500	180	90,00	66,60	427,70	2 480	68 740	268	2 750
550	213	104,50	80,00	613,60	3 490	99 180	349	3 610
600	254	129,60	92,88	867,10	4 670	139 000	434	4 630

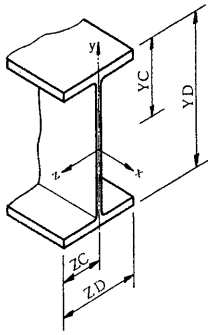
1.9.1



$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1,5}$
$IX = 1,3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

Dimensiones mm				Coordenadas cm		IPN
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
80	42	40	21	0	0	80
100	50	50	25	0	0	100
120	58	60	29	0	0	120
140	66	70	33	0	0	140
160	74	80	37	0	0	160
180	82	90	41	0	0	180
200	90	100	45	0	0	200
220	98	110	49	0	0	220
240	106	120	53	0	0	240
260	113	130	56,5	0	0	260
280	119	140	59,5	0	0	280
300	125	150	62,5	0	0	300
320	131	160	65,5	0	0	320
340	137	170	68,5	0	0	340
360	143	180	71,5	0	0	360
380	149	190	74,5	0	0	380
400	155	200	77,5	0	0	400
450	170	225	85	0	0	450
500	185	250	92,5	0	0	500
550	200	275	100	0	0	550
600	215	300	107,5	0	0	600

1.9.1



Un perfil IPN. Sección bruta.

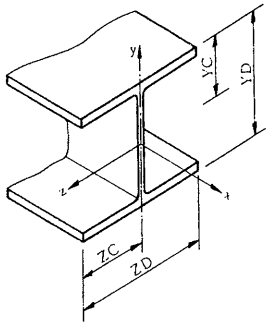
IPE	Areas cm²			Momentos cm⁴			Módulos cm³	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
80	7,64	3,04	3,19	0,72	8,49	80,1	3,69	20,0
100	10,3	4,10	4,18	1,14	15,9	171	5,79	34,2
120	13,2	5,28	5,37	1,77	27,7	318	8,65	53,0
140	16,4	6,58	6,71	2,63	11,9	541	12,3	77,3
160	20,1	8,00	8,09	3,64	60,3	869	16,7	109
180	23,9	9,54	9,70	5,06	101	1 320	22,2	146
200	28,5	11,20	11,33	6,67	142	1 940	28,5	194
220	33,4	12,98	13,49	9,15	205	2 770	37,3	252
240	39,1	14,88	15,68	12,00	284	3 890	47,3	324
270	45,9	17,82	18,36	15,40	420	5 790	62,2	429
300	53,8	21,30	21,40	20,10	604	8 360	80,5	557
330	62,6	24,75	24,53	26,50	788	11 770	98,5	713
360	72,7	28,80	28,78	37,30	1 040	16 270	123	904
400	84,5	34,40	32,40	48,30	1 320	23 130	146	1 160
450	98,8	42,30	36,98	65,90	1 680	33 740	176	1 500
500	116	51,00	42,66	91,80	2 140	48 200	214	1 930
550	134	61,05	48,16	122,00	2 670	67 120	254	2 440
600	156	72,00	55,73	172,00	3 390	92 080	308	3 070

1.9.2

$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1{,}5}$
$IX = 1{,}3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

Dimensiones mm				Coordenadas cm		IPE
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
80	46	40	23	0	0	80
100	55	50	27,5	0	0	100
120	64	60	32	0	0	120
140	73	70	36,5	0	0	140
160	82	80	41	0	0	160
180	91	90	45,5	0	0	180
200	100	100	50	0	0	200
220	110	110	55	0	0	220
240	120	120	60	0	0	240
270	135	135	67,5	0	0	270
300	150	150	75	0	0	300
330	160	165	80	0	0	330
360	170	180	85	0	0	360
400	180	200	90	0	0	400
450	190	225	95	0	0	450
500	200	250	100	0	0	500
550	210	275	105	0	0	550
600	220	300	110	0	0	600

1.9.2



Un perfil IPN. Sección bruta.

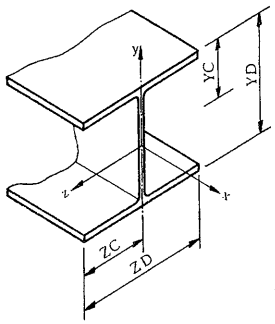
HEB	Areas cm^2			Momentos cm^4			Módulos cm^3	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
100	26,0	6,00	13,33	9,34	167	450	33,5	89,9
120	34,0	7,80	17,60	14,9	318	864	52,9	144
140	43,0	9,80	22,40	22,5	550	1 510	78,5	216
160	54,3	12,80	27,73	33,2	889	2 490	111	311
180	65,3	15,30	33,60	46,5	1 360	3 830	151	426
200	78,1	18,00	40,00	63,4	2 000	5 700	200	570
220	91,0	20,90	46,93	84,4	2 840	8 090	258	736
240	106	24,00	54,40	110,0	3 920	11 260	327	938
260	118	26,00	60,66	130,0	5 130	14 920	395	1 150
280	131	29,40	67,20	153,0	6 590	19 270	471	1 380
300	149	33,00	76,00	192,0	8 560	25 170	571	1 680
320	161	36,80	82,00	241,0	9 240	30 820	616	1 930
340	171	40,80	86,00	278,0	9 690	36 660	646	2 160
360	181	45,00	90,00	320,0	10 140	43 190	676	2 400
400	198	54,00	96,00	394,0	10 820	57 600	721	2 880
450	218	63,00	104,00	500,0	11 720	79 890	781	3 550
500	239	72,50	112,00	625,0	12 620	107 200	842	4 290
550	254	82,50	116,00	701,0	13 080	136 700	872	4 970
600	270	93,00	120,00	783,0	13 530	171 000	902	5 700

1.9.3

$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1{,}5}$
$IX = 1{,}3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

Dimensiones mm				Coordenadas cm		HEB
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
100	100	50	50	0	0	100
120	120	60	60	0	0	120
140	140	70	70	0	0	140
160	160	80	80	0	0	160
180	180	90	90	0	0	180
200	200	100	100	0	0	200
220	220	110	110	0	0	220
240	240	120	120	0	0	240
260	260	130	130	0	0	260
280	280	140	140	0	0	280
300	300	150	150	0	0	300
320	300	160	150	0	0	320
340	300	170	150	0	0	340
360	300	180	150	0	0	360
400	300	200	150	0	0	400
450	300	225	150	0	0	450
500	300	250	150	0	0	500
550	300	275	150	0	0	550
600	300	300	150	0	0	600

1.9.3



Un perfil IPN. Sección bruta.

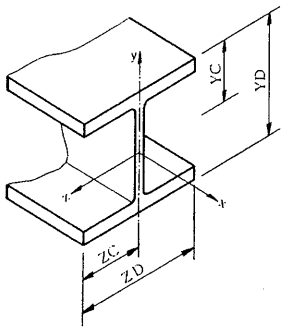
HEA	Áreas cm²			Momentos cm⁴			Módulos cm³	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
100	21,2	4,80	10,66	4,87	134	349	26,8	72,8
120	25,3	5,70	12,80	5,85	231	606	38,5	106
140	31,4	7,31	15,86	8,29	389	1 030	55,6	155
160	38,8	9,12	19,20	11,36	616	1 670	76,9	220
180	45,3	10,26	22,80	14,82	925	2 510	103	294
200	53,8	12,35	26,66	19,37	1 340	3 690	134	389
220	64,3	14,70	32,26	28,21	1 950	5 410	178	515
240	76,8	17,25	38,40	39,65	2 770	7 760	231	675
260	86,8	18,75	43,33	48,10	3 670	10 450	282	836
280	97,3	21,60	48,53	58,76	4 760	13 670	340	1 010
300	113	24,65	56,00	78,26	6 310	18 260	421	1 260
320	124	27,90	62,00	105,69	6 990	22 930	466	1 480
340	133	31,35	66,00	127,79	7 440	27 690	496	1 680
360	143	35,00	70,00	153,40	7 890	33 090	526	1 890
400	159	42,90	76,00	198,90	8 560	45 070	571	2 310
450	178	50,60	84,00	266,50	9 470	63 720	631	2 900
500	198	58,80	92,00	349,70	10 370	86 970	691	3 550
550	212	67,50	96,00	401,70	10 820	111 900	721	4 150
600	226	76,70	100,00	457,60	11 270	141 200	751	4 790

1.9.4

$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1{,}5}$
$IX = 1{,}3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

Dimensiones mm				Coordenadas cm		HEA
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
96	100	48	50	0	0	100
114	120	57	60	0	0	120
133	140	66,5	70	0	0	140
152	160	76	80	0	0	160
171	180	85,5	90	0	0	180
190	200	95	100	0	0	200
210	220	105	110	0	0	220
230	240	115	120	0	0	240
250	260	125	130	0	0	260
270	280	135	140	0	0	280
290	300	145	150	0	0	300
310	300	155	150	0	0	320
330	300	165	150	0	0	340
350	300	175	150	0	0	360
390	300	195	150	0	0	400
440	300	220	150	0	0	450
490	300	245	150	0	0	500
540	300	270	150	0	0	550
590	300	295	150	0	0	600

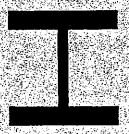
1.9.4



Un perfil IPN. Sección bruta.

HEM	Areas cm^2			Momentos cm^4			Módulos cm^3	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
100	53,2	14,40	28,26	79,43	399	1 140	75,3	190
120	66,4	17,50	35,28	109,46	703	2 020	112	288
140	80,6	20,80	42,82	145,60	1 140	3 290	157	411
160	97,1	25,20	50,90	191,10	1 760	5 100	212	566
180	113	29,00	59,52	243,10	2 580	7 480	277	748
200	131	33,00	68,66	304,20	3 650	10 640	354	967
220	149	37,20	78,34	374,40	5 010	14 600	444	1 220
240	200	48,60	105,81	756,60	8 150	24 290	657	1 800
260	220	52,20	116,13	854,10	10 450	31 310	780	2 160
280	240	57,35	126,72	963,30	13 160	39 550	914	2 550
300	303	71,40	161,20	1 699,10	19 400	59 200	1 250	3 480
320	312	75,39	164,80	1 826,50	19 710	68 130	1 280	3 800
340	316	79,17	164,80	1 833,00	19 710	76 370	1 280	4 050
260	319	82,95	164,26	1 834,30	19 520	84 870	1 270	4 300
400	326	90,72	163,73	1 844,70	19 340	104 100	1 260	4 820
450	335	100,38	163,73	1 862,90	19 340	131 500	1 260	5 500
500	344	110,04	163,20	1 875,90	19 150	161 900	1 250	6 180
550	354	120,12	163,20	1 894,10	19 150	198 000	1 250	6 920
600	364	130,20	162,66	1 908,40	18 980	237 400	1 240	7 660

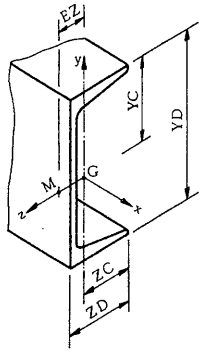
1.9.5



$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1,5}$
$IX = 1,3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

Dimensiones mm				Coordenadas cm		HEM
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
120	106	60	53	0	0	100
140	126	70	63	0	0	120
160	146	80	73	0	0	140
180	166	90	83	0	0	160
200	186	100	93	0	0	180
220	206	110	103	0	0	200
240	226	120	113	0	0	220
270	248	135	124	0	0	240
290	268	145	134	0	0	260
310	288	155	144	0	0	280
340	310	170	155	0	0	300
359	309	179,5	154,5	0	0	320
377	309	188,5	154,5	0	0	340
395	308	197,5	154	0	0	360
432	307	216	153,5	0	0	400
478	307	239	153,5	0	0	450
524	306	262	153	0	0	500
572	306	286	153	0	0	550
620	305	310	152,5	0	0	600

1.9.5



Un perfil IPN. Sección bruta.

UPN	Areas cm²			Momentos cm⁴			Módulos cm³	
	AX	*AY*	*AZ*	*IX*	*IY*	*IZ*	*SY*	*SZ*
80	11,0	4,80	4,80	2,37	19,4	106	6,36	26,5
100	13,5	6,00	5,66	3,09	29,3	206	8,49	41,2
120	17,0	8,40	6,60	4,56	43,2	364	11,1	60,7
140	20,4	9,80	8,00	6,24	62,7	605	14,8	86,4
160	24,0	12,00	9,10	8,12	85,3	925	18,3	116
180	28,0	14,40	10,26	10,50	114	1 350	22,4	150
200	32,2	17,00	11,50	13,09	148	1 910	27,0	191
220	37,4	19,80	13,33	17,60	197	2 690	33,6	245
240	42,3	22,80	14,73	21,67	248	3 600	39,6	300
260	48,3	26,00	16,80	28,05	317	4 820	47,7	371
280	53,3	28,00	19,00	34,10	399	6 280	57,2	448
300	58,8	30,00	21,33	41,14	495	8 030	67,8	535
320	75,8	44,80	23,33	73,37	597	10 870	80,6	679
350	77,3	49,00	21,33	67,32	570	12 840	75,0	734
380	80,4	51,30	21,76	65,01	615	15 760	78,7	829
400	91,5	56,00	26,40	89,76	846	20 350	102	1 020

1.9.6

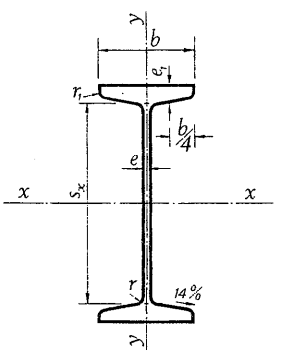
$AX = A$
$AY = h\ e$
$AZ = \frac{2\ b\ e_1}{1{,}5}$
$IX = 1{,}3 \sum \frac{1}{3}\ b_i\ e_i^3$
$IY = I_y$
$IZ = I_x$
$SY = W_y$
$SZ = W_x$
$YD = h$
$ZD = b$
EY, EZ } Coordenadas del centro de esfuerzos cortantes

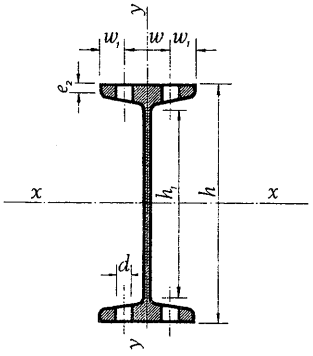
Dimensiones mm				Coordenadas cm		UPN
YD	*ZD*	*YC*	*ZC*	*EY*	*EZ*	
80	45	40	22,5	0	2,67	80
100	50	50	25	0	2,93	100
120	55	60	27,5	0	3,03	120
140	60	70	30	0	3,37	140
160	65	80	32,5	0	3,56	160
180	70	90	35	0	3,75	180
200	75	100	37,5	0	3,94	200
220	80	110	40	0	4,20	220
240	85	120	42,5	0	4,39	240
260	90	130	45,5	0	4,66	260
280	95	140	47,5	0	5,02	280
300	100	150	50	0	5,41	300
320	100	160	50	0	4,82	320
350	100	175	50	0	4,45	350
380	102	190	51	0	4,58	380
400	110	200	55	0	5,11	400

1.9.6

1.10 valores de sección para el cálculo plástico

I 1.10.1 un perfil IPN
I 1.10.2 un perfil IPE
H 1.10.3 un perfil HEB
H 1.10.4 un perfil HEA
H 1.10.5 un perfil HEM

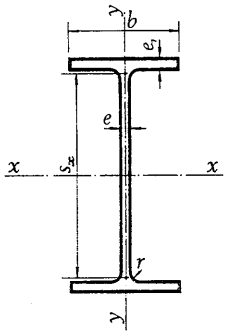


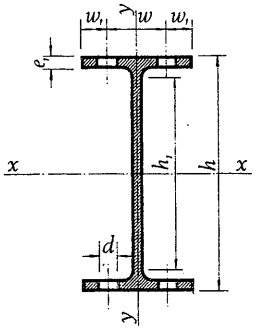


$$A_{alma} = (h - 2e_1)\, e$$
$$A_{alas} = 2\,(b \cdot e_1)$$
$$Z_x = 2 \cdot S_x$$
$$f_x = \frac{Z_x}{W_x}$$
$$Z_y = \frac{e_1 \cdot b^2}{2} + (h - 2e_1)\,\frac{e^2}{4}$$
$$f_y = \frac{Z_y}{W_y}$$

IPN	Peso P kg/m	Sección A cm²	A_{alma} cm²	A_{alas} cm²	Z_x cm³	f_x	Z_y cm³	f_y
80	5,95	7,58	2,66	4,96	22,80	1,17	5,46	1,82
100	8,32	10,60	3,89	6,80	39,80	1,16	8,94	1,82
120	11,10	14,20	5,33	8,93	63,60	1,16	13,63	1,84
140	14,40	18,30	7,00	11,35	95,40	1,16	19,73	1,84
160	17,90	22,80	8,88	14,06	136,00	1,16	27,41	1,85
180	21,90	27,90	10,98	17,06	186,80	1,16	36,86	1,86
200	26,30	33,50	13,30	20,34	250,00	1,17	48,26	1,86
220	31,10	39,60	15,84	23,91	324,00	1,17	61,79	1,87
240	36,20	46,10	18,60	27,77	412,00	1,16	77,64	1,86
260	41,90	53,40	21,79	31,87	514,00	1,16	95,14	1,87
280	48,00	61,10	25,21	36,18	632,00	1,17	113,99	1,86
300	54,20	69,10	28,90	40,50	762,00	1,17	134,37	1,86
320	61,10	77,80	32,82	45,33	914,00	1,17	157,88	1,86
340	68,10	86,80	37,01	50,14	1 080,00	1,17	183,03	1,86
360	76,20	97,10	41,73	55,77	1 276,00	1,17	212,94	1,87
380	84,00	107,00	46,44	61,09	1 482,00	1,18	243,47	1,86
400	92,60	118,00	51,38	66,96	1 714,00	1,17	277,97	1,87
450	115,00	147,00	65,03	82,62	2 400,00	1,18	377,47	1,86
500	141,00	180,00	80,28	99,90	3 240,00	1,18	498,16	1,86
550	167,00	213,00	93,10	120,00	4 240,00	1,17	644,22	1,85
600	199,00	254,00	115,60	139,32	5 460,00	1,18	811,27	1,87

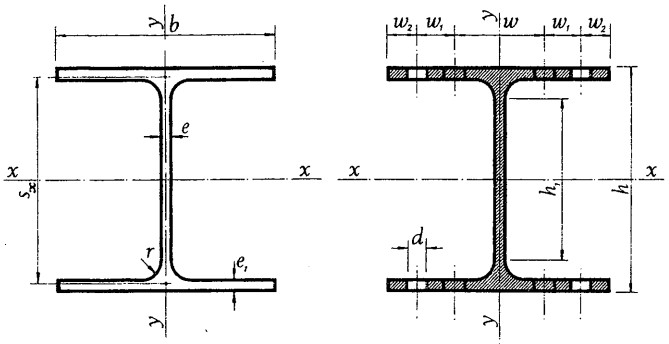
1.10.1





$$A_{alma} = (h - 2e_1)\, e$$
$$A_{alas} = 2\,(b \cdot e_1)$$
$$Z_x = 2 \cdot S_x$$
$$f_x = \frac{Z_x}{W_x}$$
$$Z_y = \frac{e_1 \cdot b^2}{2} + (h - 2e_1)\,\frac{e^2}{4}$$
$$f_y = \frac{Z_y}{W_y}$$

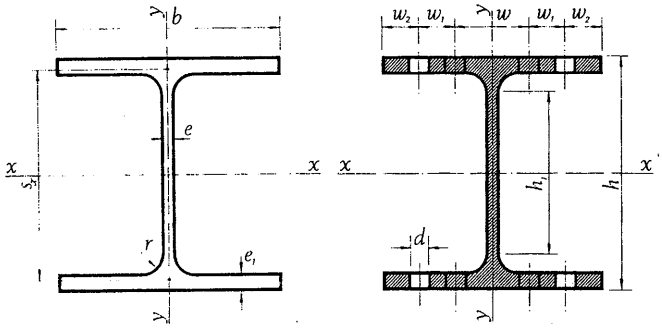
IPE	Peso P kg/m	Sección A cm²	A_{alma} cm²	A_{alas} cm²	Z_x cm³	f_x	Z_y cm³	f_y
80	6,00	7,64	2,64	4,78	23,20	1,16	5,75	1,55
100	8,10	10,30	3,63	6,27	39,40	1,15	8,99	1,55
120	10,40	13,20	4,73	8,06	60,80	1,15	13,42	1,56
140	12,90	16,40	5,93	10,07	88,40	1,14	19,08	1,55
160	15,80	20,10	7,26	12,14	123,80	1,14	25,79	1,54
180	18,80	23,90	8,69	14,56	166,40	1,14	34,28	1,54
200	22,40	28,50	10,25	17,00	220,00	1,13	43,93	1,54
220	26,20	33,40	11,89	20,24	286,00	1,13	57,41	1,54
240	30,70	39,10	13,66	23,52	366,00	1,13	72,68	1,54
270	36,10	45,90	16,47	27,54	484,00	1,13	95,67	1,54
300	42,20	53,80	19,78	32,10	628,00	1,13	123,89	1,54
330	49,10	62,60	23,02	36,80	804,00	1,13	151,52	1,54
360	57,10	72,70	26,77	43,18	1 020,00	1,13	188,87	1,54
400	66,30	84,50	32,08	48,60	1 308,00	1,13	225,60	1,55
450	77,60	98,80	39,56	55,48	1 702,00	1,13	272,83	1,55
500	90,70	116,00	47,74	64,00	2 200,00	1,14	332,17	1,55
550	106,00	134,00	57,23	72,24	2 780,00	1,14	395,14	1,56
600	122,00	156,00	67,44	83,60	3 520,00	1,15	480,03	1,56



$$A_{alma} = (h - 2e_1)\, e$$
$$A_{alas} = 2\,(b \cdot e_1)$$
$$Z_x = 2 \cdot S_x$$
$$f_x = \frac{Z_x}{W_x}$$
$$Z_y = \frac{e_1 \cdot b^2}{2} + (h - 2e_1)\,\frac{e^2}{4}$$
$$f_y = \frac{Z_y}{W_y}$$

HEB	Peso P kg/m	Sección A cm²	A_{alma} cm²	A_{alas} cm²	Z_x cm³	f_x	Z_y cm³	f_y
100	20,40	26,00	4,80	20,00	104,20	1,16	50,72	1,51
120	26,70	34,00	6,37	26,40	165,20	1,15	80,24	1,52
140	33,70	43,00	8,12	33,60	246,00	1,14	119,02	1,52
160	42,60	54,30	10,72	41,60	354,00	1,14	168,54	1,52
180	51,20	65,30	12,92	50,40	482,00	1,13	229,55	1,52
200	61,30	78,10	15,30	60,00	642,00	1,13	303,44	1,52
220	71,50	91,00	17,76	72,60	828,00	1,13	403,52	1,56
240	83,20	106,00	20,60	81,60	1 054,00	1,12	494,75	1,51
260	93,00	118,00	22,50	91,00	1 282,00	1,11	597,13	1,51
280	103,00	131,00	25,62	100,80	1 534,00	1,11	712,33	1,51
300	117,00	149,00	28,82	114,00	1 868,00	1,11	862,93	1,51
320	127,00	161,00	32,08	123,00	2 140,00	1,11	931,72	1,51
340	134,00	171,00	35,64	129,00	2 400,00	1,11	978,19	1,51
360	142,00	181,00	39,38	135,00	2 680,00	1,12	1 024,80	1,52
400	155,00	198,00	47,52	144,00	3 240,00	1,13	1 096,04	1,52
450	171,00	218,00	55,72	156,00	3 980,00	1,12	1 189,50	1,52
500	187,00	239,00	64,38	168,00	4 820,00	1,12	1 283,34	1,52
550	199,00	254,00	73,80	174,00	5 600,00	1,13	1 332,67	1,53
600	212,00	270,00	83,70	180,00	6 420,00	1,13	1 382,43	1,53

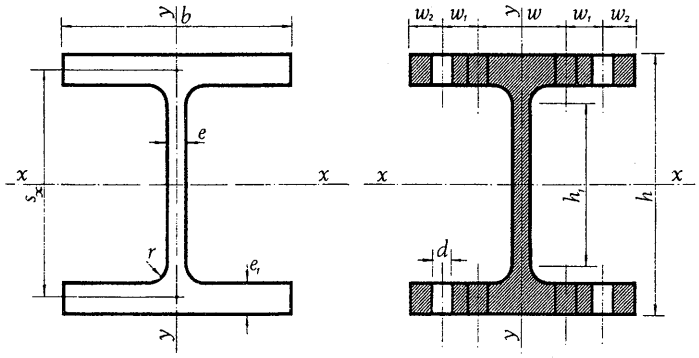
1.10.3



$$A_{alma} = (h - 2e_1)\, e$$
$$A_{alas} = 2\,(b \cdot e_1)$$
$$Z_x = 2 \cdot S_x$$
$$f_x = \frac{Z_x}{W_x}$$
$$Z_y = \frac{e_1 \cdot b^2}{2} + (h - 2e_1)\,\frac{e^2}{4}$$
$$f_y = \frac{Z_y}{W_y}$$

HEA	Peso P kg/m	Sección A cm^2	A_{alma} cm^2	A_{alas} cm^2	Z_x cm^3	f_x	Z_y cm^3	f_y
100	16,70	21,20	4,00	16,00	83,00	1,14	40,50	1,51
120	19,90	25,30	4,90	19,20	119,40	1,13	58,21	1,51
140	24,70	31,40	6,38	23,80	173,40	1,12	84,18	1,51
160	30,40	38,80	8,04	28,80	246,00	1,12	116,41	1,51
180	35,50	45,30	9,12	34,20	324,00	1,10	155,27	1,51
200	42,30	53,80	11,05	40,00	430,00	1,11	201,80	1,51
220	50,50	64,30	13,16	48,40	568,00	1,10	268,50	1,51
240	60,30	76,80	15,45	57,60	744,00	1,10	348,50	1,51
260	68,20	86,80	16,88	65,00	920,00	1,10	425,66	1,51
280	76,40	97,30	19,52	72,80	1 112,00	1,10	513,50	1,51
300	88,30	113,00	22,27	84,00	1 384,00	1,10	634,73	1,51
320	97,60	124,00	25,11	93,00	1 628,00	1,10	703,15	1,51
340	105,00	133,00	28,21	99,00	1 850,00	1,10	749,20	1,51
360	112,00	143,00	31,50	105,00	2 080,00	1,10	795,38	1,51
400	125,00	159,00	38,72	114,00	2 560,00	1,11	865,65	1,52
450	140,00	178,00	45,77	126,00	3 220,00	1,11	958,16	1,52
500	155,00	198,00	53,28	138,00	3 940,00	1,11	1 050,98	1,52
550	166,00	212,00	61,50	144,00	4 620,00	1,11	1 099,22	1,52
600	178,00	226,00	70,20	150,00	5 360,00	1,12	1 147,81	1,53

1.10.4



$$A_{alma} = (h - 2e_1)\, e$$
$$A_{alas} = 2\,(b \cdot e_1)$$
$$Z_x = 2 \cdot S_x$$
$$f_x = \frac{Z_x}{W_x}$$
$$Z_y = \frac{e_1 \cdot b^2}{2} + (h - 2e_1)\,\frac{e^2}{4}$$
$$f_y = \frac{Z_y}{W_y}$$

HEM	Peso P kg/m	Sección A cm²	A_{alma} cm²	A_{alas} cm²	Z_x cm³	f_x	Z_y cm³	f_y
100	41,80	53,20	9,60	42,40	236,00	1,24	115,24	1,53
120	52,10	66,40	12,25	52,92	350,00	1,22	170,53	1,52
140	63,20	80,60	15,08	64,24	494,00	1,20	239,38	1,52
160	76,20	97,10	18,76	76,36	674,00	1,19	323,46	1,53
180	88,90	113,00	22,04	89,28	884,00	1,18	423,14	1,53
200	103,00	131,00	25,50	103,00	1 136,00	1,17	540,01	1,53
220	117,00	149,00	29,14	117,52	1 420,00	1,16	675,28	1,52
240	157,00	200,00	37,08	158,72	2 120,00	1,18	1 000,75	1,52
260	172,00	220,00	40,50	174,20	2 520,00	1,17	1 185,36	1,52
280	189,00	240,00	45,14	190,08	2 960,00	1,16	1 389,45	1,52
300	238,00	303,00	55,02	241,80	4 080,00	1,17	1 902,83	1,52
320	245,00	312,00	58,59	247,20	4 440,00	1,17	1 940,38	1,52
340	248,00	316,00	62,37	247,20	4 720,00	1,17	1 942,36	1,52
360	250,00	319,00	66,15	246,40	4 980,00	1,16	1 932,01	1,52
400	256,00	326,00	73,92	245,60	5 580,00	1,16	1 923,79	1,53
450	263,00	335,00	83,58	245,60	6 340,00	1,15	1 928,86	1,53
500	270,00	344,00	93,24	244,80	7 100,00	1,15	1 921,67	1,54
550	278,00	354,00	103,32	244,80	7 940,00	1,15	1 926,96	1,54
600	285,00	364,00	113,40	244,00	8 780,00	1,15	1 920,03	1,55

1.10.5

1.11 magnitudes características de la torsión

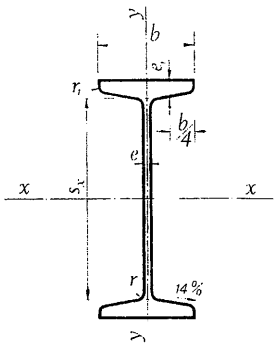
I 1.11.1 un perfil IPN

I 1.11.2 un perfil IPE

H 1.11.3 un perfil HEB

H 1.11.4 un perfil HEA

H 1.11.5 un perfil HEM



Magnitudes características de la torsión. Un perfil I PN

IPN	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_0 cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
80	0,71	87,5	3,20	0,91	3,32	7,61 9,98 4,99	10,62 12,43 6,21	13,78 15,22 7,61	17,00 18,18 9,09	20,25 21,25 10,62	23,52 24,39 12,19	26,80 27,56 13,78	30,08 30,77 15,38
100	1,31	268	4,01	1,07	4,15	7,99 11,39 5,69	10,77 13,49 6,74	13,76 15,98 7,99	16,84 18,69 9,34	19,97 21,55 10,77	23,12 24,51 12,25	26,30 27,53 13,76	29,49 30,59 15,29
120	2,23	685	4,81	1,23	4,96	8,50 12,95 6,47	11,08 14,78 7,39	13,91 17,00 8,50	16,87 19,50 9,75	19,89 22,17 11,08	22,96 24,95 12,48	26,05 27,83 13,91	29,17 30,76 15,38
140	3,56	1.540	5,61	1,40	5,78	9,12 14,64 7,32	11,51 16,24 8,12	14,19 18,24 9,12	17,03 20,53 10,26	19,96 23,02 11,51	22,95 25,65 12,82	25,97 28,39 14,19	29,02 31,20 15,60
160	5,40	3.138	6,40	1,55	6,59	9,79 16,37 8,18	12,00 17,77 8,89	14,53 19,58 9,79	17,26 21,68 10,84	20,09 24,00 12,00	23,00 26,47 13,23	25,95 29,07 14,53	28,93 31,76 15,88
180	7,89	5.924	7,20	1,71	7,40	10,52 18,14 9,07	12,57 19,40 9,70	14,97 21,04 10,52	17,59 22,97 11,48	20,33 25,14 12,57	23,16 27,47 13,74	26,04 29,95 14,97	28,97 32,52 16,26
200	11,2	10.520	8,00	1,87	8,22	11,28 19,92 9,96	13,18 21,06 10,53	15.46 22,56 11,28	17,97 24,35 12,17	20,63 26,37 13,18	23,39 28,58 14,29	26,21 30,93 15,46	29,08 33,40 16,70
220	15,3	17.760	8,80	2,02	9,03	12,10 21,80 10,90	13,87 22,83 11,41	16,03 24,20 12,10	18,43 25,86 12,93	21,00 27,74 13,87	23,68 29,82 14,91	26,43 32,06 16,03	29,24 34,41 17,20
240	20,6	28.730	9,59	2,20	9,84	11,41 23,58 11,79	14,55 24,53 12,26	16,59 25,79 12,89	18,90 27,33 13,66	21,38 29,10 14,55	23,98 31,07 15,53	26,67 33,19 16,59	29,43 35,44 17,72
260	27,5	44.070	10,4	2,32	10,6	13,79 25,48 12,74	15,38 26,37 13,19	17,37 27,58 13,79	19,64 29,06 14,53	22,09 30,77 15,38	24,68 32,68 16,34	27,36 34,75 17,37	30,11 36,96 18,48
280	36,4	64.580	11,1	2,45	11,4	14,71 27,36 13,68	16,28 28,23 14,11	18,26 29,42 14,71	20,52 30,87 15,43	22,98 32,56 16,28	25,59 34,45 17,22	28,30 36,51 18,26	31,09 38,72 19,36

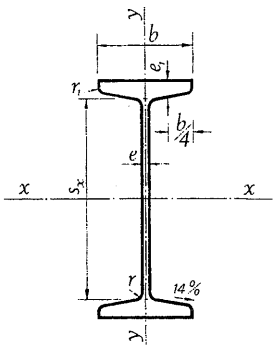
1.11.1



Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													IPN
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
33,38	36,68	39,98	43,28	46,59	49,90	53,21	56,52	59,83	63,14	66,45	73,07	79,70	
34,00	37,24	40,50	43,76	47,04	50,31	53,60	56,88	60,17	63,47	66,76	73,36	79,96	80
17,00	18,62	20,25	21,88	23,52	25,15	26,80	28,44	30,08	31,73	33,38	36,68	39,98	
32,69	35,89	39,10	42,32	45,54	48,76	51,98	55,20	58,43	61,65	64,88	71-33	77,79	
33,68	36,80	39,94	43,09	46,25	49,43	52,61	55,79	58,99	62,18	65,38	71,79	78,21	100
16,84	18,40	19,97	21,54	23,12	24,71	26,30	27,89	29,49	31,09	32,69	35,89	39,10	
32,29	35,43	38,57	41,72	44,87	48,03	51,19	54,35	57,51	60,68	63,85	70,18	76,53	
33,74	36,75	39,79	42,85	45,93	49,01	52,11	55,22	58,34	61,46	64,59	70,86	77,15	120
16,87	18,37	19,89	21,42	22,96	24,50	26,05	27,61	29,17	30,73	32,29	35,43	38,57	
32,09	35,17	38,25	41,35	44,45	47,56	50,67	53,79	56,90	60,02	63,15	69,40	75,65	
34,07	36,98	39,93	42,91	45,91	48,92	51,95	54,99	58,05	61,11	64,18	70,33	76,51	140
17,03	18,49	19,96	21,45	22,95	24,46	25,97	27,49	29,02	30,55	32,09	35,17	38,25	
31,93	34,95	37,99	41,03	44,09	47,14	50,21	53,28	56,35	59,43	62,51	68,67	74,84	
34,52	37,33	40,19	43,08	46,00	48,94	51,89	54,87	57,86	60,86	63,87	69,91	75,98	160
17,26	18,66	20,09	21,54	23,00	24,47	25,95	27,43	28,93	30,43	31,93	34,95	37,99	
31,92	34,89	37,88	40,89	43,90	46,92	49,95	52,98	56,02	59,06	62,11	68,21	74,31	
35,18	37,90	40,67	43,48	46,32	49,19	52,09	55,00	57,94	60,88	63,84	69,79	75,77	180
17,59	18,95	20,33	21,74	23,16	24,59	26,04	27,50	28,97	30,44	31,92	34,89	37,88	
31,98	34,91	37,86	40,83	43,80	46,79	49,79	52,79	55,80	58,81	61,83	67,87	73,93	
35,95	38,58	41,27	44,01	46,78	49,59	52,43	55,29	58,16	61,06	63,97	69,83	75,73	200
17,97	19,29	20,63	22,00	23,39	24,79	26,21	27,64	29,08	30,53	31,98	34,91	37,86	
32,10	34,98	37,89	40,81	43,75	46,70	48,66	52,63	55,61	58,59	61,58	67,57	73,57	
36,86	39,40	42,00	44,66	47,36	50,10	52,87	55,67	58,49	61,34	64,20	69,96	75,77	220
18,43	19,70	21,00	22,33	23,68	25,05	26,43	27,83	29,24	30,67	32,10	34,98	37,89	
32,23	35,06	37,93	40,81	43,71	46,63	49,56	52,50	55,44	58,40	61,36	67,29	73,24	
37,80	40,24	42,76	45,34	47,97	50,64	53,35	56,09	58,86	61,65	64,46	70,13	75,86	240
18,90	20,12	21,38	22,67	23,98	25,32	26,67	28,04	29,43	30,82	32,23	35,06	37,93	
32,92	35,77	38,64	41,55	44,47	47,41	50,36	53,32	56,29	59,27	62,26	68,25	74,26	
39,28	41,69	44,18	46,74	49,36	52,02	54,73	57,46	60,23	63,03	65,84	71,54	77,29	260
19,64	20,84	22,09	23,37	24,68	26,01	27,36	28,73	30,11	31,51	32,92	35,77	38,64	
33,94	36,84	39,76	42,72	45,69	48,69	51,70	54,72	57,76	60,80	63,85	69,97	76,11	
41,04	43,46	45,97	48,55	51,19	53,88	56,61	59,39	62,19	65,03	67,89	73,67	79,53	280
20,52	21,73	22,98	24,27	25,59	26,94	28,30	29,69	31,09	32,51	33,94	36,84	39,76	

1.11.1



Magnitudes características de la torsión. Un perfil I PN

IPN	I_T cm^4	I_A cm^6	i_z cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
300	46,7	91.850	11,9	2,56	12,2	15,66 29,24 14,62	17,16 30,09 15,04	19,11 31,24 15,62	21,35 32,66 16,33	23,81 34,32 17,16	26,42 36,18 18,09	29,15 38,22 19,11	31,96 40,40 20,20
320	59,7	128.800	12,7	2,67	13,0	16,55 31,14 15,57	18,06 31,97 15,99	19,99 33,10 16,55	22,23 34,50 17.25	24,69 36,13 18,06	27,31 37,97 18,98	30,05 39,99 19,99	32,88 42,16 21,08
340	74,3	176.300	13,5	2,80	13,8	17,45 33,00 16,50	18,92 33,80 16,90	20,82 34,90 17,45	23,02 36,26 18,13	25,46 37,85 18,92	28,07 39,66 19,83	30,81 41,64 20,82	33,64 43,78 21,89
360	94,2	240.100	14,2	2,90	14,5	18,39 34,91 17,45	19,86 35,70 17,85	21,75 36,79 18,39	23,96 38,14 19,07	26,41 39,72 19,86	29,04 41,52 20,76	31,81 43,50 21,75	34,68 45,64 22,82
380	115	318.700	15,0	3,02	15,3	19,31 36,79 18,39	20,74 37,56 18,78	22,60 38,62 19,31	24,78 39,93 19,96	27,21 41,49 20,74	29,83 43,25 21,62	32,60 45,20 22,60	35,47 47,31 23,65
400	140	419.600	15,7	3,13	16,0	20,21 38,65 19,32	21,62 39,40 19,70	23,45 40,43 20,21	25,61 41,72 20,86	28,02 43,24 21,62	30,63 44,98 22,49	33,38 46,90 23,45	36,26 48,99 24,49
450	220	791.100	17,7	3,43	18,0	22,51 43,34 21,67	23,85 44,05 22,02	25,60 45,02 22,51	27,69 46,25 23,12	30,06 47,70 23,85	32,63 49,36 24,68	35,36 51,21 25,60	38,23 53,23 26,61
500	329	1.403.000	19,6	3,72	19,9	24,84 48,11 24,05	26,11 48,77 24,38	27,79 49,69 24,84	29,81 50,85 25,42	32,11 52,23 26,11	34,63 53,82 26,91	37,33 55,59 27,79	40,16 57,53 28,76
550	472	2.389.000	21,6	4,02	22,0	27,15 52,82 26,41	28,34 53,44 26,72	29,92 54,30 27,15	31,84 55,38 27,69	34,04 56,68 38,34	36,47 58,17 29,08	39,09 59,85 29,92	41,86 61,69 30,84
600	667	3.821.000	23,4	4,30	23,8	29,56 57,69 28,84	30,71 58,29 29,14	32,26 59,12 29,56	34,15 60,17 30,08	36,32 61,43 40,71	38,73 62,89 31,44	41,34 64,52 32,26	44,11 66,33 33,16

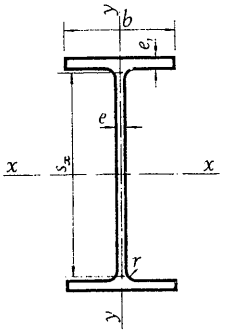
1.11.1



Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													IPN
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9, 0	9,5	10,0	11,0	12,0	
34,83	37,75	40,71	43,70	46,71	49,75	52,80	55,86	58,94	62,03	65,13	71,34	77,58	
42,71	45,12	47,62	50,20	52,85	55,55	58,30	61,09	63,91	66,77	69,66	75,50	81,42	300
21,35	22,56	23,81	25,10	26,42	27,77	29,15	30,54	31,96	33,38	34,83	37,75	40,71	
35,78	38,74	41,74	44,77	47,83	50,91	54,00	57,12	60,25	63,38	66,53	72,85	79,20	
44,46	46,87	49,38	51,96	54,62	57,34	60,11	62,92	65,77	68,66	71,57	77,48	83,48	320
22,23	23,43	24,69	25,98	27,31	28,67	30,05	31,46	32,88	34,33	35,78	38,74	41,74	
36,55	39,52	42,53	45,58	48,66	51,76	54,89	58,03	61,18	64,35	67,53	73,91	80,32	
46,05	48,44	50,93	53,50	56,15	58,86	61,62	64,44	67,29	70,18	73,11	79,04	85,07	340
23,02	24,22	25,46	26,75	28,07	29,43	30,81	32,22	33,64	35,09	36,55	39,52	42,53	
37,63	40,64	43,70	46,80	49,94	53,10	56,28	59,48	62,70	65,93	69,17	75,68	82,22	
47,92	50,32	52,82	55,42	58,09	60,83	63,62	66,47	69,36	72,30	75,26	81,29	87,41	360
23,96	25,16	26,41	27,71	29,04	30,41	31,81	33,23	34,68	36,15	37,63	40,64	43,70	
38,43	41,45	44,52	47,64	50,80	53,98	57,19	60,41	63,66	66,92	70,19	76,76	83,37	
49,57	51,95	54,43	57,01	59,67	62,41	65,20	68,05	70,94	73,88	76,86	82,90	89,05	380
24,78	25,97	27,21	28,50	29,83	31,20	32,60	34,02	35,47	36,94	38,43	41,45	44,52	
39,22	42,25	45,34	48,48	51,65	54,85	58,08	61,33	64,60	67,89	71,19	77,82	84,49	
51,22	53,57	56,04	58,61	61,26	63,98	66,77	69,62	72,52	75,46	78,44	84,51	90,69	400
25,61	26,79	28,02	29,30	30,63	31,99	33,38	34,81	36,26	37,73	39,22	42,25	45,34	
41,19	44,24	47,35	50,52	53,73	56,98	60,26	63,56	66,89	70,23	73,59	80,36	87,17	
55,39	57,70	60,12	62,64	65,26	67,96	70,73	73,56	80,92	79,40	82,39	88,48	94,71	450
27,69	28,85	30,06	31,32	32,63	33,98	35,36	36,78	38,23	39,70	41,19	44,24	47,35	
43,11	46,16	49,27	52,45	55,68	58,95	62,26	65,60	68,96	72,35	75,76	82,62	89,53	
59,63	61,87	64,23	66,70	69,26	71,92	74,66	77,46	80,33	83,26	86,24	92,32	98,55	500
29,81	30,93	32,11	33,35	34,63	35,96	37,33	38,73	40,16	41,63	43,11	46,16	49,27	
44,75	47,75	50,82	53,97	57,17	60,42	63,72	67,04	70,40	73,78	77,19	84,06	90,99	
63,69	65,83	68,09	70,47	72,95	75,53	78,19	80,92	83,72	86,59	89,51	95,50	101,65	550
31,84	32,91	34,04	35,23	36,47	37,76	39,09	40,46	41,86	43,29	44,75	47,75	50,82	
47,01	50,03	53,13	56,31	59,56	62,86	66,20	69,58	73,00	76,46	79,92	86,93	94,01	
68,30	70,41	72,65	75,00	77,47	80,03	82,69	85,42	88,23	91,10	94,03	100,06	106,27	600
34,15	35,20	36,32	37,50	38,73	40,01	41,34	42,71	44,11	45,55	47,01	50,03	53,13	

1.11.1



Magnitudes características de la torsión. Un perfil IPE

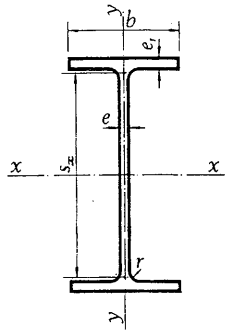
IPE	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
80	0,559	118	3,24	1,05	3,41	6,29 9,01 4,50	8,46 10,64 5,32	10,79 12,58 6,29	13,20 14,70 7,35	15,65 16,93 8,46	18,12 19,23 9,62	20,61 21,59 10,79	23,10 23,99 11,99
100	0,883	351	4,07	1,24	4,25	6,61 10,48 5,24	8,41 11,70 5,85	10,42 13,22 6,61	12,54 14,95 7,47	14,73 16,82 8.41	16,95 18,80 9,40	19,19 20,85 10,42	21,46 22,95 11,47
120	1,37	890	4,90	1,45	5,11	7,17 12,15 6,07	8,69 13,11 6,55	10,45 14,34 7,17	12,35 15,78 7,89	14,34 17,38 8,69	16,38 19,10 9,55	18,45 20,90 10,45	20,56 22,78 11,39
140	2,04	1.981	5,74	1,65	5,97	7,86 13,93 6,96	9,16 14,70 7,35	10,72 15,72 7,86	12,44 16,94 8,47	14,26 18,32 9,16	16,16 19,83 9,91	18,10 21,44 10,72	20,07 23,13 11,56
160	2,82	3.959	6,58	1,84	6,83	8,60 15,74 7,87	9,70 16,37 8,18	11,06 17,21 8,60	12,59 18,23 9,11	14,24 19,41 9,70	15,97 20,71 10,35	17,76 22,12 11,06	19,59 23,62 11,81
180	3,92	7.431	7,42	2,05	7,70	9,41 17,59 8,79	10,37 18,12 9,06	11,58 18,83 9,41	12,96 19,72 9,86	14,48 20,74 10,37	16,09 21,90 10,95	17,77 23,16 11,58	19,49 24,51 12,25
200	5,17	12.990	8,26	2,24	8,56	10,28 19,49 9,74	11,11 19,94 9,97	12,17 20,56 10,28	13,42 21,32 10,66	14,80 22,22 11,11	16,29 23,23 11,61	17,85 24,35 12,17	19,46 25,56 12,78
220	7,09	22.670	9,11	2,48	9,44	11,13 21,35 10,67	11,87 21,74 10,87	12,82 22,27 11,13	13,96 22,94 11,47	15,23 23,74 11,87	16,60 24,64 12,32	18,06 25,65 12,82	19,58 26,74 13,37
240	9,28	37.390	9,97	2,69	10,3	12,01 23,22 11,61	12,66 23,56 11,78	13,51 24,03 12,01	14,53 24,62 12,31	15,69 25,32 12,66	16,96 26,12 13,06	18,31 27,02 13,51	19,74 28,01 14,00
270	11,9	70.580	11,2	3,02	11,6	13,38 26,13 13,06	13,88 26,40 13,20	14,56 26,76 13,38	15,39 27,22 13,61	16,35 27,77 13,88	17,41 28,41 14,20	18,57 29,13 14,56	19,79 29,93 14,96

1.11.2

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													IPE
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
25,61	28,11	30,63	33,14	35,66	38,18	40,71	43,23	45,75	48,28	50,81	55,86	60,92	
26,41	28,85	31,30	33,77	36,24	38,73	41,21	43,71	46,21	48,71	51,22	56,23	61,26	80
13,20	14,42	15,65	16,88	18,12	19,36	20,61	21,85	23,10	24,35	25,61	28,11	30,63	
23,73	26,02	28,31	30,61	32,91	35,21	37,52	39,83	42,14	44,46	46,77	51,40	56,04	
25,09	27,26	29,46	31,67	33,90	36,14	38,39	40,65	42,92	45,19	47,47	52,04	56,63	100
12,54	13,63	14,73	15,83	16,95	18,07	19,19	20,32	21,46	22,60	23,73	26,02	28,31	
22,67	24,81	26,95	29,10	31,26	33,42	35,59	37,75	39,93	42,10	44,28	48,64	53,00	
24,71	26,68	28,88	30,71	32,76	34,83	36,91	39,01	41,12	43,23	45,35	49,62	53,90	120
12,35	13,34	14,34	15,35	16,38	17,41	18,45	19,50	20,56	21,61	22,67	24,81	26,95	
22,07	24,08	26,11	28,15	30,20	32,26	34,32	36,39	38,46	40,53	42,61	46,77	50,94	
24,88	26,69	28,53	30,41	32,32	34,25	36,20	38,16	40,14	42,13	44,14	48,17	52,23	140
12,44	13,34	14,26	15,20	16,16	17,12	18,10	19,08	20,07	21,06	22,07	24,08	26,11	
21,46	23,34	25,25	27,17	29,10	31,04	32,99	34,94	36,90	38,87	40,84	44,79	48,75	
25,18	26,81	28,48	30,20	31,95	33,72	35,53	37,35	39,19	41,05	42,92	46,69	50,50	160
12,59	13,40	14,24	15,10	15,97	16,86	17,76	18,67	19,59	20,52	21,46	23,34	25,25	
21,26	23,05	24,87	26,70	28,55	30,41	32,28	34,16	36,05	37,94	39,84	43,64	47,46	
25,93	27,42	28,96	30,55	32,18	33,84	35,53	37,25	38,99	40,74	42,52	46,10	49,73	180
12,96	13,71	14,48	15,27	16,09	16,92	17,77	18,62	19,49	20,37	21,26	23,05	24,87	
21,13	22,82	24,54	26,29	28,05	29,83	31,62	33,42	35,23	37,05	38,87	42,53	46,21	
26,85	28,20	29,61	31,07	32,58	34,12	35,70	37,30	38,93	40,58	42,25	45,65	49,09	200
13,42	14,10	14,80	15,53	16,29	17,06	17,85	18,65	19,46	20,29	21,13	22,82	24,54	
21,16	22,77	24,41	26,08	27,77	29,48	31,20	32,94	34,68	36,44	38,20	41,74	45,30	
27,92	29,16	30,46	31,81	33,21	34,65	36,13	37,64	39,17	40,73	42,32	45,54	48,83	220
13,96	14,58	15,23	15,90	16,60	17,32	18,06	18,82	19,58	20,36	21,16	22,77	24,41	
21,21	22,74	24,29	25,88	27,49	29,12	30,77	32,44	34,11	35,80	37,49	40,91	44,34	
29,07	30,20	31,39	32,63	33,92	35,26	36,63	38,04	39,48	40,94	42,43	45,48	48,59	240
14,53	15,10	15,69	16,31	16,96	17,63	18,31	19,02	19,74	20,47	21,21	22,74	24,29	
21,07	22,41	23,78	25,19	26,63	28,10	29,58	31,08	32,60	34,13	35,68	38,79	41,94	
30,79	31,72	32,71	33,75	34,83	35,96	37,14	38,34	39,58	40,85	42,15	44,82	47,57	270
15,39	15,86	16,35	16,87	17,41	17,89	18,57	19,17	19,79	20,42	21,07	22,41	23,78	

1.11.2



Magnitudes características de la torsión. Un perfil IPE

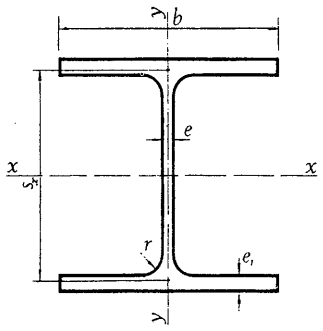
IPE	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
300	15,6	125.900	12,5	3,35	12,9	14,78 29,04 14,52	15,20 29,26 14,63	15,77 29,56 14,78	16,47 29,94 14,97	17,29 30,40 15,20	18,21 30,93 15,46	19,22 31,54 15,77	20,30 32,21 16,10
330	20,5	199.100	13,7	3,55	14,2	16,21 31,95 15,97	16,59 32,14 16,07	17,12 32,42 16,21	17,77 32,77 16,38	18,54 33,19 16,59	19,41 33,68 16,84	20,37 34,24 17,12	21,40 34,87 17,43
360	28,9	313.600	15,0	3,79	15,5	17,67 34,88 17,44	18,05 35,07 17,54	18,57 35,34 17,67	19,21 35,69 17,84	19,97 36,10 18,05	20,84 36,59 18,29	21,79 37,14 18,57	22,82 37,75 18,87
400	37,4	490.000	16,5	3,95	17,0	19,55 38,67 19,33	19,90 38,85 19,42	20,38 39,10 19,55	20,98 39,42 19,71	21,69 39,80 19,90	22,50 40,25 20,12	23,41 40,76 20,38	24,39 41,33 20,66
450	51,1	791.000	18,5	4,12	19,0	21,97 43,53 21,76	22,30 43,70 21,85	22,76 43,94 21,97	23,34 44,24 22,12	24,03 44,61 22,30	24,82 45,04 22,52	25,70 45,53 22,76	26,66 46,08 23,04
500	71,2	1.249.000	20,4	4,31	20,9	24,42 48,45 24,22	24,75 48,61 24,30	25,21 48,85 24,42	25,78 49,15 24,57	26,46 49,51 24,75	27,25 49,93 24,96	28,12 50,42 25,21	29,09 50,96 25,48
550	94,7	1.884.000	22,3	4,45	22,7	26,82 53,25 26,62	27,14 53,41 26,71	27,58 53,64 26,82	28,14 53,93 26,96	28,81 54,28 27,14	29,58 54,69 27,34	30,44 55,17 27,58	31,39 55,70 27,85
600	133	2.846.000	24,3	4,66	24,7	29,23 58,08 29,04	29,56 58,24 29,12	30,01 58,47 29,23	30,58 58,76 29,38	31,26 59,12 29,56	32,04 59,54 29,77	32,92 60,02 30,01	33,90 60,56 30,28

1.11.2

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													IPE
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
21,45	22,65	23,89	25,18	26,49	27,84	29,20	30,59	32,00	33,42	34,86	37,77	40,73	
32,94	33,74	34,58	35,48	36,43	37,42	38,45	39,51	40,61	41,74	42,90	45,30	47,79	300
16,47	16,87	17,29	17,74	18,21	18,71	19,22	19,75	20,30	20,87	21,45	22,65	23,89	
22,50	23,65	24,85	26,10	27,38	28,69	30,03	31,39	32,77	34,18	35,59	38,47	41,39	
35,55	36,29	37,09	37,93	38,83	39,76	40,74	41,75	42,80	43,89	45,00	47,31	49,71	330
17,77	18,14	18,54	18,96	19,41	19,88	20,37	20,87	21,40	21,94	22,50	23,65	24,85	
23,92	25,08	26,30	27,55	28,85	30,18	31,54	32,93	34,34	35,77	37,21	40,16	43,15	
38,43	39,16	39,95	40,79	41,68	42,61	43,58	44,60	45,65	46,73	47,85	50,17	52,60	360
19,21	19,58	19,97	20,39	20,84	21,30	21,79	22,30	22,82	23,36	23,92	25,08	26,30	
25,44	26,56	27,73	28,95	30,21	31,50	32,83	34,19	35,58	36,99	38,42	41,33	44,29	
41,96	42,65	43,38	44,17	45,01	45,89	46,81	47,78	48,78	49,82	50,89	53,12	55,46	400
20,98	21,32	21,69	22,08	22,50	22,94	23,41	23,89	24,39	24,91	25,44	26,56	27,73	
27,70	28,80	29,96	31,17	32,43	33,73	35,07	36,44	37,83	39,26	40,70	43,66	46,68	
46,68	47,35	48,06	48,83	49,64	50,50	51,40	52,34	53,33	54,35	55,40	57,60	59,92	450
23,34	23,67	24,03	24,41	24,82	25,25	25,70	26,17	26,66	27,17	27,70	28,80	29,96	
30,13	31,24	32,41	33,64	34,92	36,24	37,60	39,00	40,43	41,88	43,37	46,40	49,51	
51,56	52,22	52,93	53,69	54,50	55,35	56,25	57,20	58,18	59,20	60,26	62,48	64,83	500
25,78	26,11	26,46	26,84	27,25	27,67	28,12	28,60	29,09	29,60	30,13	31,24	32,41	
32,42	33,52	34,69	35,91	37,19	38,51	39,88	41,29	42,73	44,20	45,70	48,77	51,93	
56,28	56,92	57,62	58,36	59,16	60,00	60,89	61,82	62,79	63,80	64,85	67,05	69,38	550
28,14	28,46	28,81	29,18	29,58	30,00	30,44	30,91	31,39	31,90	32,42	33,52	34,69	
34,95	36,08	37,28	38,54	39,86	41,23	42,64	44,10	45,59	47,12	48,67	51,87	55,16	
61,16	61,81	62,52	63,28	64,09	64,95	65,85	66,81	67,80	68,84	69,91	72,17	74,57	600
30,58	30,90	31,26	31,64	32,04	32,47	32,92	33,40	33,90	34,42	34,95	36,08	37,28	

1.11.2



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEB

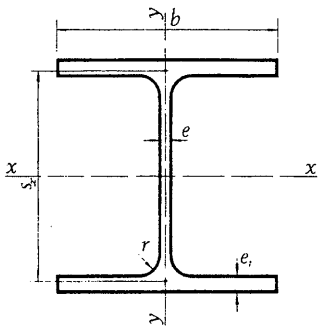
HEB	I_T cm⁴	I_A cm⁶	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
120	11,5	9.410	5,04	3,06	5,89	6,61 11,50 5,75	7,83 12,25 6,12	9,27 13,22 6,61	10,85 14,37 7,18	12,51 15,66 7,83	14,22 17,06 8,53	15,97 18,54 9,27	17,75 20,09 10,04
140	17,5	22.480	5,93	3,58	6,92	7,29 13,26 6,63	8,29 13,83 6,91	9,51 14,59 7,29	10,88 15,52 7,76	12,35 16,58 8,29	13,88 17,76 8,88	15,47 19,02 9,51	17,09 20,36 10,18
160	25,7	47.940	6,78	4,05	7,89	8,07 15,06 7,53	8,90 15,52 7,76	9,95 16,14 8,07	11,15 16,91 8,45	12,46 17,80 8,90	13,85 18,81 9,40	15,30 19,90 9,95	16,80 21,07 10,53
180	36,0	93.750	7,66	4,57	8,92	8,90 16,91 8,45	9,60 17,29 8,64	10,49 17,80 8,90	11,55 18,44 9,22	12,72 19,20 9,60	13,97 20,05 10,02	15,30 20,99 10,49	16,67 22,01 11,00
200	49,1	171.100	8,54	5,07	9,93	9,75 18,75 9,37	10,34 19,07 9,53	11,12 19,50 9,75	12,05 20,05 10,02	13,10 20,69 10,34	14,24 21,43 10,71	15,45 22,25 11,12	16,71 23,15 11,57
220	65,4	295.400	9,43	5,59	11,0	10,63 20,61 10,30	11,14 20,88 10,44	11,83 21,26 10,63	12,65 21,73 10,86	13,59 22,29 11,14	14,63 22,93 11,46	15,73 23,65 11,83	16,90 24,45 12,22
240	85,5	486.900	10,3	6,08	12,0	11,52 22,48 11,24	11,97 22,71 11,35	12,57 23,04 11,52	13,31 23,45 11,72	14,16 23,94 11,97	15,11 24,51 12,25	16,13 25,15 12,57	17,21 25,86 12,93
260	100	753.700	11,2	6,58	13,0	12,43 24,39 12,19	12,80 24,59 12,29	13,31 24,86 12,43	13,94 25,20 12,60	14,67 25,61 12,80	15,49 26,09 13,04	16,38 26,63 13,31	17,34 27,23 13,61
280	118	1.130.000	12,1	7,09	14,0	13,35 26,32 13,16	13,68 26,48 13,24	14,12 26,71 13,35	14,66 27,01 13,50	15,30 27,36 13,68	16,03 27,77 13,88	16,82 28,24 14,12	17,68 28,76 14,38

1.11.3

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEB
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
19,55	21,36	23,18	25,01	26,84	28,68	30,53	32,38	34,23	36,09	37,94	41,66	45,39	
21,70	23,34	25,02	26,72	28,45	30,19	31,95	33,72	35,50	37,29	39,09	42,71	46,36	120
10,85	11,67	12,51	13,36	14,22	15,09	15,97	16,86	17,75	18,65	19,55	21,36	23,18	
18,73	20,40	22,08	23,77	25,47	27,18	28,89	30,61	32,34	34,07	35,80	39,27	42,75	
21,76	23,21	24,70	26,22	27,77	29,35	30,94	32,55	34,18	35,82	37,57	40,80	44,16	140
10,88	11,60	12,35	13,11	13,88	14,67	15,47	16,27	17,09	17,91	18,73	20,40	22,08	
18,32	19,87	21,44	23,02	24,62	26,23	27,84	29,47	31,09	32,73	34,37	37,65	40,95	
22,30	23,59	24,93	26,30	27,71	29,15	30,61	32,09	33,60	35,11	26,64	39,74	42,88	160
11,15	11,79	12,46	13,15	13,85	14,57	15,30	16,04	16,80	17,55	18,32	19,87	21,44	
18,08	19,52	20,99	22,47	23,97	25,48	27,01	28,54	30,08	31,63	33,18	36,30	39,44	
23,10	24,24	25,44	26,68	27,95	29,26	30,60	31,96	33,34	34,74	36,16	39,05	41,98	180
11,55	12,12	12,72	13,34	13,97	14,63	15,30	15,98	16,67	17,37	18,08	19,52	20,99	
18,02	19,37	20,74	22,13	23,55	24,98	26,42	27,88	29,34	30,81	32,29	35,27	38,26	
24,11	25,13	26,20	27,32	28,48	29,67	30,90	32,15	33,43	34,73	36,05	38,73	41,48	200
12,05	12,56	13,10	13,66	14,24	14,83	15,45	16,07	16,71	17,36	18,02	19,37	20,74	
18,12	19,38	20,67	21,98	23,32	24,68	26,05	27,43	28,83	30,24	31,65	34,50	37,38	
25,31	26,22	27,19	28,20	29,26	30,35	31,47	32,63	33,81	35,02	36,25	38,76	41,34	220
12,65	13,11	13,59	14,10	14,63	15,17	15,73	16,31	16,90	17,51	18,12	19,38	20,67	
18,35	19,53	20,74	21,99	23,26	24,55	25,85	27,18	28,51	29,86	31,22	33,96	36,73	
26,63	27,46	28,33	29,26	30,22	31,23	32,26	33,33	34,43	35,56	36,70	39,06	41,49	240
13,31	13,73	14,16	14,63	15,11	15,61	16,13	16,66	17,21	17,78	18,35	19,53	20,74	
18,35	19,41	20,50	21,63	22,79	23,97	25,16	26,38	27,61	28,86	30,11	32,66	38,23	
27,88	28,59	29,34	30,14	30,98	31,86	32,77	33,71	34,69	35,69	36,71	38,82	41,01	260
13,94	14,29	14,67	15,07	15,49	15,93	16,38	16,85	17,34	17,84	18,35	19,41	20,50	
18,60	19,56	20,56	21,59	22,66	23,75	24,86	26,00	27,15	28,31	29,49	31,88	34,30	
29,33	29,95	30,61	31,32	32,06	32,84	33,65	34,50	35,37	36,27	37,20	39,12	41,12	280
14,66	14,97	15,30	15,66	16,03	16,42	16,82	17,25	17,68	18,13	18,60	19,56	20,56	

1.11.3



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEB

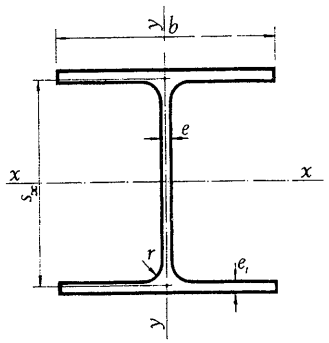
HEB	I_T cm⁴	I_A cm⁶	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
300	149	1.688.000	13,0	7,58	15,0	14,28 28,20 14,10	14,57 28,35 14,17	14,97 28,56 14,28	15,48 28,83 14,41	16,07 29,15 14,57	16,74 29,52 14,76	17,48 29,95 14,97	18,29 30,43 15,21
320	186	2.069.000	13,8	7,57	15,7	15,22 30,05 15,02	15,54 30,22 15,11	15,97 30,44 15,22	16,52 30,73 15,36	17,16 31,08 15,54	17,89 31,49 15,74	18,69 31,95 15,97	19,56 32,47 16,23
340	216	2.454.000	14,6	7,53	16,4	16,18 31,96 15,98	16,51 32,13 16,06	16,97 32,66 16,18	17,53 32,67 16,33	18,20 33,03 16,51	18,96 33,45 16,72	19,80 33,94 16,97	20,71 34,48 17,24
360	248	2.883.000	15,5	7,49	17,2	17,14 33,86 16,93	17,48 34,04 17,02	17,95 34,28 17,14	18,54 34,59 17,29	19,24 34,97 17,48	20,02 35,41 17,70	20,90 35,91 17,95	21,85 36,47 18,23
400	305	3.817.000	17,1	7,40	18,6	19,07 37,11 18,85	19,43 37,89 18,94	19,91 38,14 19,07	20,53 38,46 19,23	21,25 38,85 19,43	22,07 39,31 19,65	22,99 39,83 19,91	23,98 40,41 20,21
450	388	5.258.000	19,1	7,33	20,5	21,48 42,51 21,25	21,85 42,70 21,35	22,36 42,96 21,48	23,00 43,30 21,65	23,76 43,71 21,85	24,63 44,18 22,09	25,59 44,73 22,36	26,64 45,34 22,67
500	484	7.018.000	21,2	7,27	22,4	23,89 47,32 23,66	24,28 47,51 23,76	24,81 47,79 23,89	25,48 48,14 24,07	26,28 48,57 24,28	27,19 49,06 24,53	28,20 49,63 24,81	29,30 50,27 25,13
550	543	8.856.000	23,2	7,17	24,3	26,33 52,19 26,09	26,71 52,39 26,19	27,23 52,65 26,33	27,89 53,00 26,50	28,68 53,42 26,71	29,58 53,91 26,95	30,59 54,47 27,23	31,70 55,10 27,55
600	607	10.965.000	25,2	7,08	26,2	28,77 57,08 28,54	29,15 57,28 28,64	29,67 57,54 28,77	30,32 57,88 28,94	31,11 58,50 29,15	32,01 58,78 29,39	33,02 59,34 29,67	34,12 59,96 29,98

1.11.3

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEB
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
19,15	20,06	21,01	22,00	23,01	24,06	25,13	26,22	27,33	28,45	29,59	31,91	34,27	
30,96	31,53	32,14	32,79	33,48	34,21	34,97	35,76	36,58	37,43	38,31	40,12	42,02	300
15,48	15,76	16,07	16,39	16,74	17,10	17,48	17,88	18,29	18,71	19,15	20,06	21,01	
20,49	21,48	22,50	23,57	24,67	25,79	26,95	28,12	29,32	30,53	31,76	34,26	36,80	
33,04	33,66	34,32	35,03	35,78	36,56	37,39	38,24	39,13	40,05	40,99	42,96	46,01	320
16,52	16,83	17,16	17,51	17,89	18,28	18,69	19,12	19,56	20,02	20,49	21,48	22,50	
21,69	22,72	23,79	24,91	26,06	27,24	28,45	29,68	30,94	32,21	33,50	36,12	38,79	
35,07	35,72	36,41	37,15	37,93	38,75	39,61	40,51	41,43	42,39	43,38	45,44	47,59	340
17,53	17,86	18,20	18,57	18,96	19,37	19,80	20,25	20,71	21,19	21,69	22,72	23,79	
22,86	23,93	25,05	26,21	27,41	28,65	29,91	31,20	32,51	33,84	35,18	37,92	40,71	
37,09	37,76	38,47	39,24	40,05	40,91	41,80	42,73	43,70	44,70	45,72	47,86	50,10	360
18,54	18,88	19,24	19,62	20,02	20,45	20,90	21,36	21,85	22,35	22,86	23,93	25,05	
25,05	26,17	27,35	28,58	29,85	31,16	32,50	33,86	35,26	36,67	38,10	41,02	43,99	
41,06	41,75	42,50	43,30	44,15	45,05	45,98	46,96	47,97	49,02	50,10	52,35	54,71	400
20,53	20,87	21,25	21,65	22,07	22,52	22,99	23,48	23,98	24,51	25,05	26,17	27,35	
27,77	28,96	30,22	31,53	32,88	34,27	35,70	37,16	38,65	40,17	41,71	44,84	48,04	
46,01	46,74	47,53	48,37	49,26	50,20	51,19	52,22	53,29	54,40	55,54	57,93	60,44	450
22,67	23,00	23,76	24,18	24,63	25,10	25,59	26,11	26,64	27,20	27,77	28,96	30,22	
30,49	31,75	33,08	34,46	35,90	37,38	38,90	40,45	42,04	43,65	45,29	48,64	52,05	
50,97	51,73	52,56	53,44	54,38	55,36	56,40	57,49	58,61	59,78	60,99	63,51	66,16	500
25,48	25,86	26,28	26,72	27,19	27,68	28,20	28,74	29,30	29,89	30,49	31,75	33,08	
32,89	34,15	35,49	36,89	38,34	39,84	41,39	42,97	44,59	46,24	47,91	51,34	54,85	
55,79	56,55	57,36	58,24	59,17	60,15	61,19	62,27	63,40	64,57	65,78	68,31	70,99	550
27,89	28,27	28,68	29,12	29,58	30,07	30,59	31,13	31,70	32,28	32,89	34,15	35,49	
35,32	36,60	37,95	39,36	40,83	42,36	43,93	45,54	47,19	48,88	50,59	54,10	57,70	
60,65	61,40	62,22	63,09	64,02	65,00	66,04	67,12	68,25	69,43	70,64	73,20	75,90	600
30,32	30,70	31,11	31,54	32,01	32,50	33,02	33,56	34,12	34,71	35,32	36,60	37,95	

1.11.3



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEA

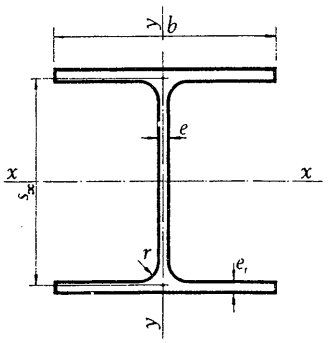
HEA	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
120	4,50	6.472	4,89	3,02	5,74	5,96 10,93 5,47	6,71 11,36 5,68	7,64 11,93 5,96	8,68 12,63 6,31	9,81 13,43 6,71	11,00 14,32 7,16	12,23 15,28 7,64	13,48 16,30 8,15
140	6,38	15.060	5,73	3,52	6,72	6,71 12,69 6,34	7,28 13,01 6,50	8,01 13,43 6,71	8,87 13,95 6,97	9,81 14,57 7,28	10,82 15,27 7,63	11,87 16,03 8,01	12,97 16,86 8,43
160	8,74	31.410	6,57	3,98	7,68	7,51 14,47 7,23	7,96 14,71 7,35	8,55 15,03 7,51	9,25 15,44 7,72	10,03 15,93 7,96	10,89 16,48 8,24	11,81 17,10 8,55	12,76 17,77 8,88
180	11,4	60.210	7,45	4,52	8,71	8,36 16,28 8,14	8,71 16,46 8,23	9,18 16,72 8,36	9,75 17,04 8,52	10,40 17,42 8,71	11,13 17,86 8,93	11,91 18,36 9,18	12,74 18,91 9,45
200	14,9	108.000	8,28	4,98	9,66	9,21 18,07 9,03	9,50 18,22 9,11	9,89 18,43 9,21	10,37 18,69 9,34	10,93 19,01 9,50	11,56 19,37 9,68	12,24 19,79 9,89	12,97 20,25 10,12
220	21,7	193.300	9,17	5,51	10,7	10,17 20,02 10,01	10,43 20,15 10,07	10,79 23,34 10,17	11,23 20,58 10,29	11,75 20,87 10,43	12,34 21,20 10,60	12,98 21,58 10,79	13,67 22,00 11,00
240	30,5	328.500	10,11	6,00	11,8	11,08 21,87 10,93	11,32 22,00 11,00	11,65 22,17 11,08	12,05 22,38 11,19	12,54 22,65 11,32	13,08 22,95 11,47	13,68 23,30 11,65	14,33 23,69 11,84
260	37,0	516.400	11,0	6,50	12,8	12,02 23,80 11,90	12,22 23,91 11,95	12,50 24,05 12,02	12,85 24,23 12,11	13,27 24,45 12,22	13,74 24,71 12,35	14,26 25,01 12,50	14,84 25,34 12,67
280	45,2	785.400	11,9	7,00	13,8	12,98 25,76 12,88	13,16 25,85 12,92	13,40 25,97 12,98	13,71 26,13 13,06	14,08 26,33 13,16	14,50 26,55 13,27	14,97 26,81 13,40	15,49 27,11 13,55

1.11.4

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEA
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
14,76	16,05	17,36	18,68	20,00	21,33	22,67	24,01	25,36	26,71	28,06	30,77	33,49	
17,37	18,49	19,63	20,81	22,00	23,22	24,46	25,71	26,97	28,24	29,52	32,11	34,72	120
8,68	9,24	9,81	10,40	11,00	11,61	12,23	12,85	13,48	14,12	14,76	16,05	17,36	
14,09	15,23	16,40	17,57	18,76	19,96	21,16	22,38	23,59	24,81	26,04	28,50	30,98	
17,74	18,66	19,62	20,61	21,64	22,68	23,75	24,83	25,94	27,05	28,18	30,47	32,80	140
8,87	9,33	9,81	10,30	10,82	11,34	11,87	12,42	12,97	13,52	14,09	15,23	16,40	
13,76	14,77	15,81	16,87	17,94	19,03	20,12	21,23	22,34	23,46	24,58	26,84	29,11	
18,50	19,27	20,07	20,92	21,79	22,69	23,62	24,57	25,53	26,52	27,51	29,55	31,63	160
9,25	9,63	10,03	10,46	10,89	11,34	11,81	12,28	12,76	13,26	13,76	14,77	15,81	
13,61	14,50	15,43	16,37	17,33	18,31	19,30	20,30	21,31	22,33	23,36	25,43	27,51	
19,50	20,14	20,81	21,52	22,26	23,03	23,83	24,65	25,48	26,34	27,22	29,01	30,86	180
9,75	10,07	10,40	10,76	11,13	11,51	11,91	12,32	12,74	13,17	13,61	14,50	15,43	
13,74	14,55	15,38	16,24	17,12	18,01	18,92	19,84	20,78	21,72	22,67	24,60	26,55	
20,75	21,29	21,87	22,48	23,12	23,79	24,49	25,21	25,95	26,71	27,49	29,10	30,77	200
10,37	10,64	10,93	11,24	11,56	11,89	12,24	12,60	12,97	13,35	13,74	14,55	15,38	
14,40	15,17	15,98	16,80	17,65	18,52	19,41	20,31	21,22	22,15	23,09	24,98	26,90	
22,47	22,97	23,51	24,08	24,68	25,31	25,96	26,64	27,35	28,07	28,81	30,35	31,96	220
11,23	11,48	11,75	12,04	12,34	12,65	12,98	13,32	13,67	14,03	14,40	15,17	15,98	
15,03	15,76	16,52	17,32	18,13	18,97	19,83	20,70	21,59	22,49	23,41	25,26	27,14	
24,11	24,58	25,07	25,60	26,16	26,75	27,37	28,01	28,67	29,35	30,06	31,52	33,05	240
12,05	12,29	12,54	12,80	13,08	13,37	13,68	14,00	14,33	14,67	15,03	15,76	16,52	
15,46	16,11	16,80	17,51	18,25	19,02	19,80	20,61	21,42	22,26	23,10	24,82	26,58	
25,71	26,11	26,54	26,99	27,48	28,00	28,53	29,10	29,68	30,29	30,92	32,22	33,60	260
12,85	13,05	13,27	13,50	13,74	14,00	14,26	14,55	14,84	15,14	15,46	16,11	16,80	
16,04	16,64	17,27	17,92	18,61	19,32	20,05	20,79	21,56	22,34	23,13	24,76	26,42	
27,43	27,78	28,16	28,57	29,00	29,46	29,95	30,45	30,98	31,53	32,09	33,28	34,54	280
13,71	13,89	14,08	14,28	14,50	14,73	14,97	15,22	15,49	15,76	16,04	16,64	17,27	

1.11.4



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEA

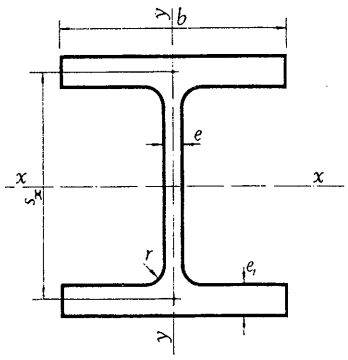
HEA	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
300	60,2	1.200.000	12,7	7,47	14,7	13,92 27,64 13,82	14,09 27,73 13,86	14,32 27,84 13,92	14,60 27,99 14,00	14,95 28,18 14,09	15,35 28,39 14,19	15,80 28,64 14,32	16,29 28,91 14,45
320	81,3	1.512.000	13,6	7,51	15,5	14,86 29,49 14,74	15,05 29,58 14,79	15,31 29,72 14,86	15,64 29,89 14,94	16,03 30,10 15,05	16,48 30,34 15,17	16,99 30,62 15.31	17,55 30,93 15,46
340	98,3	1.824.000	14,4	7,46	16,2	15,82 31,39 15,69	16,02 31,50 15,75	16,30 31,64 15,82	16,65 31,82 15,91	17,07 32,04 16,02	17,55 32,30 16,15	18,10 32,60 16,30	18,69 32,93 16,47
360	118	2.177.000	15,2	7,43	16,9	16,78 33,30 16,65	17,00 33,41 16,70	17,29 33,57 16,78	17,67 33,76 16,88	18,12 34,00 17,00	18,63 34,28 17,14	19,21 34,59 17,29	19,85 34,95 17,47
400	153	2.942.000	16,8	7,34	18,3	18,72 37,17 18,58	18,95 37,28 18,64	19,27 37,45 18,72	19,67 37,66 18,83	20,16 37,91 18,95	20,71 38,21 19,10	21,33 38,55 19,27	22,01 38,93 19,46
450	205	4.148.000	18,9	7,29	20,3	21,13 41,95 20,97	21,37 42,08 21,04	21,72 42,25 21,13	22,15 42,48 21,24	22,67 42,75 21,37	23,26 43,07 21,53	23,93 43,44 21,72	24,67 43,85 21,92
500	269	5.643.000	21,0	7,24	22,2	23,54 46,76 23,38	23,81 46,89 23,44	24,17 47,08 23,54	24,64 47,32 23,66	25,20 47,62 23,81	25,84 47,96 23,98	26,57 48,35 24,17	27,36 48,80 24,40
550	309	7.189.000	23,0	7,15	24,1	25,99 55,66 25,83	26,25 51,79 25,89	26,62 51,98 25,99	27,09 52,22 26,11	27,65 52,51 26,25	28,29 52,85 26,43	29,02 53,25 26.62	29,83 53,69 26,84
600	352	8.978.000	25,0	7,05	26,0	28,44 56,55 28,27	28,70 56,69 28,34	29,07 56,87 28,44	29,54 57,12 28,56	30,10 57,41 28,70	30,75 57,75 28,87	31,48 58,15 29,07	32,30 58,59 29,29

1.11.4

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEA
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
16,82	17,39	18,00	18,63	19,30	19,98	20,69	21,42	22,17	22,93	23,71	25,30	26,94	
29,21	29,55	29,91	30,29	30,70	31,14	31,60	32,08	32,59	33,11	33,65	34,79	36,00	300
14,60	14,77	14,95	15,14	15,35	15,57	15,80	16,04	16,29	16,55	16,82	17,39	18,00	
18,15	18,80	19,48	20,19	20,94	21,71	22,50	23,32	24,16	25,01	25,88	27,66	29,48	
31,28	31,66	32,07	32,51	32,97	33,47	33,99	34,53	35,10	35,70	36,31	37,60	38,96	320
15,64	15,83	16,03	16,25	16,48	16,73	16,99	17,27	17,55	17,85	18,15	18,80	19,48	
19,33	20,02	20,75	21,51	22,30	23,13	23,97	24,84	25,74	26,65	27,57	29,47	31,41	
33,30	33,71	34,14	34,61	35,11	35,64	36,20	36,78	37,39	38,02	28,67	40,05	41,50	340
16,65	16,85	17,07	17,30	17,55	17,82	18,10	18,39	18,69	19,01	19,33	20,02	20,75	
20,53	21,26	22,04	22,85	23,70	24,57	25,48	26,40	27,35	28,32	29,31	31,33	33,40	
35,34	35,77	36,24	36,74	37,27	37,83	38,43	39,05	39,70	40,37	41,07	42,53	44,08	360
17,67	17,88	18,12	18,37	18,63	18,91	19,21	19,52	19,85	20,18	20,53	21,26	22,04	
22,75	23,54	24,38	25,26	26,17	27,12	28,10	29,10	30,13	31,19	32,26	34,45	36,70	
39,35	39,82	40,32	40,85	41,42	42,03	42,67	43,34	44,03	44,76	45,51	47,09	48,77	400
19,67	19,91	20,16	20,42	20,71	21,01	21,33	21,67	22,01	22,38	22,75	23,54	24,38	
25,47	26,33	27,23	28,19	29,18	30,21	31,27	32,37	33,49	34,64	35,80	38,20	40,66	
44,30	44,80	45,34	45,92	46,53	47,19	47,87	48,60	49,35	50,14	50,95	52,66	54,47	450
22,15	22,40	22,67	22,96	23,26	23,59	23,93	24,30	24,67	25,07	25,47	26,33	27,23	
28,23	29,15	30,13	31,17	32,24	33,36	34,52	35,70	36,92	38,17	39,44	42,05	44,73	
49,29	49,82	50,40	51,03	51,69	52,40	53,14	53,92	54,73	55,58	56,46	58,31	60,27	500
24,64	24,91	25,20	25,51	25,84	26,20	26,57	26,96	27,36	27,79	28,23	29,15	30,13	
30,70	31,64	32,64	33,69	34,78	35,92	37,11	38,32	39,58	40,86	42,16	44,85	47,62	
54,18	54,72	55,30	55,93	56,59	57,30	58,05	58,84	59,66	60,52	61,41	63,28	65,28	550
27,09	27,36	27,65	27,96	28,29	28,65	29,02	29,42	29,83	30,26	30,70	31,64	32,64	
33,18	34,13	35,14	36,21	37,33	38,49	39,70	40,94	42,22	43,54	44,88	47,65	50,50	
59,08	59,62	60,20	60,83	61,50	62,22	62,97	63,77	64,60	65,46	66,36	68,26	70,28	600
29,54	29,81	30,10	30,41	30,75	31,11	31,48	31,88	32,30	32,73	33,18	34,13	35,14	

1.11.4



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEM

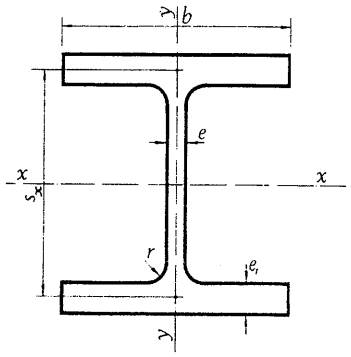
HEM	I_T cm^4	I_A cm^6	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
120	84,2	24.790	5,51	3,25	6,39	9,05 13,70 6,85	11,84 15,68 7,84	14,90 18,10 9,05	18,08 20,80 10,40	21,34 23,69 11,84	24,64 26,70 13,35	27,97 29,80 14,90	31,32 32,96 16,48
140	112	54.330	6,39	3,77	7,41	9,27 15,13 7,56	11,57 16,63 8,31	14,17 18,54 9,27	16,94 20,73 10,36	19,81 23,14 11,57	22,73 25,69 12,84	25,70 28,34 14,17	28,69 31,08 15,54
160	147	108.100	7,25	4,26	8,41	9,69 16,68 8,34	11,60 17,86 8,93	13,84 19,39 9,69	16,27 21,19 10,59	18,83 23,21 11,60	21,45 25,39 12,69	24,13 27,69 13,84	26,85 30,08 15,04
180	187	199.300	8,13	4,77	9,43	10,27 18,36 9,18	11,86 19,30 9,65	13,79 20,54 10,27	15,93 22,03 11,01	18,21 23,73 11,86	20,58 25,59 12,79	23,01 27,59 13,79	25,48 29,68 14,84
200	234	346.300	9,00	5,27	10,4	10,94 20,11 10,05	12,29 20,87 10,43	13,96 21,89 10,94	15,84 23,14 11,57	17,88 24,58 12,29	20,02 26,18 13,09	22,24 27,92 13,96	24,51 29,76 14,88
220	288	572.700	9,89	5,79	11,5	11,69 21,90 10,95	12,83 22,53 11,26	14,28 23,38 11,69	15,95 24,44 12,22	17,77 25,67 12,83	19,72 27,05 13,52	21,74 28,56 14,28	23,83 30,18 15,09
240	582	1.152.000	11,0	6,39	12,7	13,00 24,35 12,17	14,28 25,06 12,53	15,89 26,01 13,00	17,76 27,19 13,59	19,79 28,56 14,28	21,96 30,10 15,05	24,22 31,79 15,89	26,55 33,60 16,80
260	657	1.728.000	11,9	6,90	13,8	13,78 26,19 13,09	14,85 26,76 13,38	16,23 27,55 13,78	17,85 28,54 14,27	19,64 29,70 14,85	21,58 31,01 15,50	23,61 32,46 16,23	25,72 34,02 17,01
280	741	2.520.000	12,8	7,40	14,8	14,61 28,07 14,03	15,52 28,55 14,27	16,71 29,22 14,61	18,13 30,05 15,02	19,72 31,04 15,52	21,45 32,17 16,08	23,29 33,42 16,71	25,22 34,79 17,39

1.11.5

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEM
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
34,68	38,05	41,43	44,82	48,20	51,60	54,99	58,39	61,79	65,19	68,60	75,41	82,22	
36,17	39,42	42,69	45,98	49,29	52,61	55,95	59,29	62,64	66,00	69,37	76,11	82,87	120
18,08	19,71	21,34	22,99	24,64	26,30	27,97	29,64	31,32	33,00	34,68	38,05	41,43	
31,71	34,73	37,77	40,82	43,87	46,93	49,99	53,06	56,13	59,20	62,28	68,43	74,60	
33,89	36,73	39,62	42,53	45,47	48,43	51,40	54,39	57,39	60,40	63,42	69,47	75,55	140
16,94	18,36	19,81	21,26	22,73	24,21	25,70	27,19	28,69	30,20	31,71	34,73	37,77	
29,59	32,35	25,12	37,91	40,71	43,51	46,32	49,14	51,96	54,78	57,60	63,26	68,93	
32,55	35,08	37,66	40,27	42,91	45,58	48,27	50,98	53,70	56,44	59,18	64,70	70,25	160
16,27	17,54	18,83	20,13	21,45	22,79	24,13	25,49	26,85	28,22	29,59	32,35	35,12	
27,99	30,53	33,08	35,65	38,24	40,83	43,43	46,03	48,65	51,26	53,88	59,14	64,40	
31,87	34,11	36,42	38,77	41,15	43,57	46,02	48,49	50,97	53,48	55,99	61,06	66,17	180
15,93	17,05	18,21	19,38	20,58	21,78	23,01	24,24	25,48	26,74	27,99	30,53	33,08	
26,83	29,17	31,54	33,93	36,33	38,74	41,17	43,60	46,04	48,49	50,94	55,85	60,78	
31,69	33,70	35,77	37,89	40,05	42,26	44,49	46,75	49,03	51,34	53,66	58,35	63,08	200
15,84	16,85	17,88	18,94	20,02	21,13	22,24	23,37	24,51	25,67	26,83	29,17	31,54	
25,97	28,15	30,35	32,58	34,82	37,08	39,35	41,64	43,93	46,23	48,54	53,17	57,81	
31,90	33,69	35,55	37,47	39,44	41,45	43,49	45,57	47,67	49,80	51,95	56,30	60,70	220
15,95	16,84	17,77	18,73	19,72	20,72	21,74	22,78	23,83	24,90	25,97	28,15	30,35	
28,94	31,36	33,82	36,30	38,80	41,32	43,86	46,40	48,96	51,52	54,09	59,25	64,43	
35,52	37,52	39,59	41,73	43,93	46,17	48,45	50,77	53,11	55,48	57,88	62,73	67,64	240
17,76	18,76	19,79	20,86	21,96	23,08	24,22	25,38	26,55	27,74	28,94	31,36	32,82	
27,89	30,11	32,37	34,66	36,97	39,30	41,64	44,01	46,38	48,76	51,16	55,96	60,79	
35,69	37,45	39,29	41,19	43,16	45,17	47,23	49,32	51,45	53,61	55,79	60,23	64,74	260
17,85	18,72	19,64	20,60	21,58	22,58	23,61	24,66	25,72	26,80	27,89	30,11	32,37	
27,21	29,25	31,33	33,45	35,60	37,77	39,96	41,16	44,38	46,61	48,86	53,37	57,91	
36,26	37,81	39,45	41,15	42,91	44,73	46,59	48,50	50,44	52,42	54,42	58,50	62,67	280
18,13	18,90	19,72	20,57	21,45	22,36	23,29	24,25	25,22	26,21	27,31	29,25	31,33	

1.11.5



Magnitudes características de la torsión. Un perfil HEM

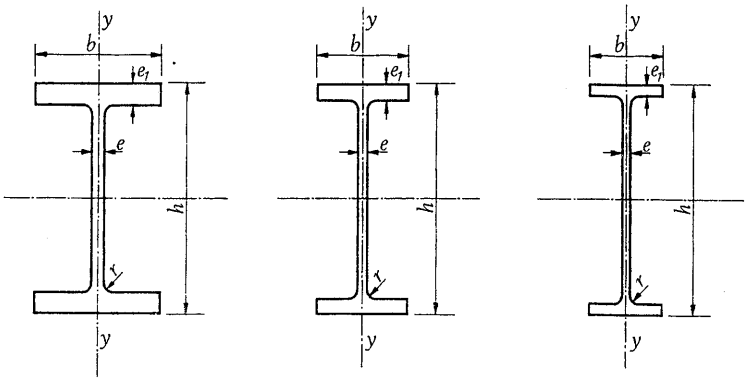
HEM	I_T cm⁴	I_A cm⁶	i_x cm	i_y cm	i_o cm	i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros							
						1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
300	1.307	4.386.000	14,0	8,00	16,1	15,88 30,50 15,25	16,88 31,03 15,52	18,19 31,77 15,88	19,75 32,68 16,34	21,50 33,77 16,88	23,40 35,01 17,50	25,42 36,39 18,19	27,53 37,90 18,95
320	1.405	5.004.000	14,8	7,95	16,8	16,78 32,30 16,15	17,78 32,83 16,41	19,10 33,56 16,78	20,67 34,48 17,24	22,45 35,57 17,78	24,38 36,82 18,41	26,43 38,21 19,10	28,58 39,73 19,86
340	1.410	5.585.000	15,6	7,90	17,5	17,64 34,07 17,03	18,60 34,58 17,29	19,87 35,28 17,64	21,39 36,16 18,08	23,11 37,20 18,60	25,00 38,40 19,20	27,01 39,74 19,87	29,12 41,21 20,60
360	1.411	6.137.000	16,3	7,83	18,1	18,50 35,85 17,92	19,43 36,34 17,18	20,66 37,01 18,50	22,14 37,86 18,93	23,83 38,87 19,43	25,68 40,03 20,01	27,66 41,33 20,66	29,75 42,76 21,38
400	1.419	7.410.000	17,9	7,70	19,5	20,29 39,51 19,75	21,15 39,96 19,98	22,30 40,58 20,29	23,70 41,36 20,68	25,31 42,31 21,15	27,08 43,39 21,69	29,00 44,61 22,30	31,02 45,95 22,97
450	1.433	9.252.000	19,8	7,59	21,2	22,52 44,07 22,03	23,31 44,48 22,24	24,37 45,04 22,52	25,67 45,76 22,88	27,17 46,62 23,31	28,85 47,61 23,80	30,67 48,74 24,37	32,61 49,98 24,99
500	1.443	11.187.000	21,7	7,46	21,9	24,77 48,64 24,32	25,50 49,01 24,50	26,49 49,54 24,77	27,71 50,20 25,10	29,13 51,00 25,50	30,72 51,93 25,96	32,47 52,98 26,49	34,34 54,14 27,07
550	1.457	13.516.000	23,6	7,35	24,7	27,11 53,39 26,69	27,78 53,74 26,87	28,70 54,22 27,11	29,84 54,83 27,41	31,18 55,57 27,78	32,69 56,43 28,21	34,35 57,41 28,70	36,13 58,50 29,25
600	1.468	15.908.000	25,6	7,22	26,6	29,46 58,16 29,08	30,10 58,48 29,24	30,96 58,93 29,46	32,04 59,50 29,75	33,31 60,20 30,10	34,75 61,00 30,50	36,34 61,92 30,96	38,06 62,95 31,47

1.11.5

Términos de sección correspondiente a la torsión $\begin{cases} \beta = 1 & \beta_o = 1 \\ \beta = 1 & \beta_o = 0{,}5 \\ \beta = 0{,}5 & \beta_o = 0{,}5 \end{cases}$

i_T, en centímetros, en función de l, expresada en metros													HEM
5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	
29,71	31,95	34,23	36,55	38,90	41,28	43,67	46,09	48,52	50,96	53,41	58,35	63,32	
39,51	41,22	43,01	44,88	46,81	48,80	50,85	52,94	55,06	57,23	59,42	63,90	68,46	300
19,75	30,61	21,50	33,44	23,40	24,40	25,42	26,47	27,53	28,61	29,71	31,95	34,23	
30,80	33,08	35,42	37,79	40,20	42,63	45,09	47,56	50,05	52,56	55,08	60,14	65,24	
41,35	43,08	44,90	46,79	48,76	50,78	52,86	54,99	57,16	59,36	61,60	66,17	70,84	320
20,67	21,54	22,45	23,39	24,38	25,39	26,43	27,49	28,58	29,68	30,80	33,08	35,42	
31,31	33,57	35,88	38,23	40,62	43,04	45,48	47,94	50,43	52,92	55,43	60,49	65,58	
42,78	44,46	46,23	48,08	50,00	51,98	54,02	56,11	58,25	60,42	62,63	67,15	71,77	340
21,39	22,23	23,11	24,04	25,00	25,99	27,01	28,05	29,12	30,21	31,31	33,57	35,88	
31,92	34,16	36,45	38,80	41,18	43,59	46,02	48,48	50,96	53,46	55,97	61,03	66,13	
44,29	45,93	47,67	49,48	51,37	53,32	55,33	57,39	59,50	61,65	63,84	68,32	72,91	360
22,14	22,96	23,83	24,74	25,68	26,66	27,66	28,69	29,75	30,82	31,92	34,16	36,45	
33,14	35,33	37,59	39,90	42,25	44,64	47,05	49,50	51,97	54,45	56,96	62,01	67,10	
47,41	48,97	50,62	52,36	54,17	56,05	57,99	60,00	62,05	64,14	66,28	70,67	75,18	400
23,70	24,48	25,31	26,18	27,08	28,02	29,00	30,00	31,02	32,07	33,14	35,33	37,59	
34,65	36,77	38,97	41,22	43,52	45,86	48,24	50,65	53,09	55,55	58,03	63,04	68,11	
51,34	52,79	54,34	55,98	57,70	59,49	61,34	63,25	65,22	67,24	69,30	73,55	77,94	450
25,67	26,39	27,17	27,99	28,85	29,74	30,67	31,62	32,61	33,62	34,65	36,77	38,97	
36,31	38,38	40,52	42,72	44,99	47,29	49,64	52,03	54,44	56,88	59,35	64,34	69,39	
55,42	66,79	58,26	59,81	61,45	63,16	64,94	66,78	68,68	70,63	72,63	76,76	81,04	500
27,71	28,39	29,13	29,91	30,72	31,58	32,47	33,39	34,34	35,31	36,31	38,38	40,52	
38,03	40,03	42,10	44,25	46,46	48,72	51,02	53,36	55,74	58,15	60,59	65,52	70,54	
59,69	60,98	62,36	63,83	65,38	67,00	68,70	70,45	72,27	74,15	76,07	80,06	84,21	550
29,84	30,49	31,18	31,91	32,69	33,50	34,35	35,22	36,13	37,07	38,03	40,03	42,10	
39,90	41,84	43,86	45,96	48,12	50,34	52,61	54,93	57,28	59,67	62,08	66,99	71,98	
64,08	65,30	66,62	68,08	69,50	71,05	72,68	74,37	76,13	77,94	79,80	83,68	87,72	600
32,04	32,65	33,31	34,01	34,75	35,52	36,34	37,18	38,06	38,97	39,90	41,84	43,86	

1.11.5



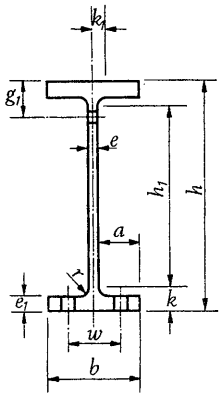
W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1			I_x	W_x	i	I_y	W_y	i_y			
					cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm³
18 × 119	482	286	16,6	26,9	226	177	91 155	3 785	20,1	10 531	735	6,83	441,21	4 277	1 132
18 × 106	476	284	15,0	23,9	201	158	79 500	3 342	19,9	9 157	646	6,75	311,34	3 769	991
18 × 97	472	283	13,6	22,1	184	144	72 840	3 080	19,9	8 366	592	6,73	243,91	3 457	906
18 × 86	467	282	12,1	19,6	163	128	63 683	2 720	19,7	7 284	518	6,68	170,65	3 047	793
18 × 76	463	280	10,8	17,3	144	113	55 359	2 393	19,6	6 327	452	6,63	117,79	2 671	691
18 × 71	469	194	12,6	20,6	134	106	48 699	2 081	19,1	2 510	259	4,32	144,85	2 376	404
18 × 65	466	193	11,4	19,1	123	97	44 537	1 917	19,0	2 281	236	4,29	113,63	2 179	368
18 × 60	463	192	10,5	17,6	114	89	40 957	1 770	19,0	2 085	218	4,29	90,32	2 015	337
18 × 55	460	191	9,9	16,0	104	82	37 045	1 611	18,8	1 869	195	4,24	69,09	1 835	303
18 × 50	457	190	9,0	14,5	94,8	74	33 382	1 457	18,7	1 669	175	4,19	51,61	1 655	272
18 × 46	459	154	9,1	15,4	87,1	68	29 636	1 291	18,4	937	122	3,28	50,78	1 486	191
18 × 40	455	153	8,0	13,3	76,1	60	25 473	1 120	18,3	795	104	3,22	33,71	1 284	163
18 × 35	450	152	7,6	10,8	66,5	52	21 228	944	17,9	637	83,9	3,11	21,23	1 089	132

1.12.1

W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1			I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y			
					cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm³
16 × 100	431	265	14,9	25,0	190	149	62 018	2 868	18,0	7 742	585	6,38	321,75	3 244	899
16 × 89	425	263	13,3	22,2	169	132	54 140	2 540	17,9	6 785	515	6,32	226,85	2 867	788
16 × 77	420	261	11,6	19,3	146	115	46 202	2 196	17,8	5 744	441	6,27	148,59	2 458	673
16 × 67	415	260	10,0	16,9	127	100	39 708	1 917	17,7	4 953	380	6,25	99,48	2 130	581
16 × 57	417	181	10,9	18,2	108	85	31 550	1 511	17,1	1 794	198	4,06	92,40	1 720	309
16 × 50	413	180	9,7	16,0	94,8	74	27 430	1 327	17,0	1 548	172	4,04	63,27	1 507	267
16 × 45	410	179	8,8	14,4	85,8	67	24 391	1 183	16,9	1 365	153	3,99	46,20	1 348	237
16 × 40	407	178	7,7	12,8	76,1	60	21 560	1 060	16,8	1 203	135	3,99	32,88	1 194	208
16 × 36	403	177	7,5	10,9	68,4	54	18 647	925	16,5	1 020	115	3,86	22,48	1 048	176
16 × 31	403	140	7,0	11,2	58,8	46	15 609	773	16,3	516	73,6	2,97	19,15	884	115
16 × 26	399	140	6,4	8,8	49,5	39	12 529	629	15,9	397	57,2	2,85	10,82	724	89

1.12.2

valores estáticos
perfiles según Norma ASTM A6-79

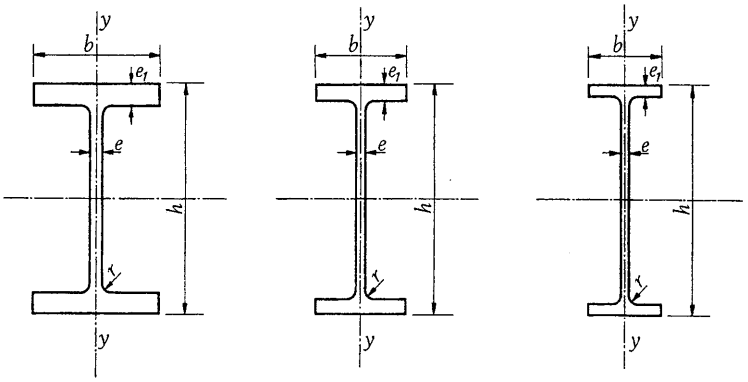


Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
482,60	285,75	15,875	26,988	10,922	393,7	139,7	44,450	23,813	133,35	76,200	18 × 119
476,25	285,75	14,288	23,813	10,922	393,7	139,7	41,275	23,813	133,35	76,200	18 × 106
473,08	282,58	14,288	22,225	10,922	393,7	139,7	46,038	22,225	133,35	69,850	18 × 97
466,73	282,58	12,700	19,050	10,922	393,7	139,7	56,513	22,225	133,35	69,850	18 × 86
463,55	279,40	11,113	17,463	10,922	393,7	139,7	34,925	20,638	133,35	69,850	18 × 76
469,90	193,68	12,700	20,638	10,922	393,7	88,9	38,100	22,225	92,075	69,850	18 × 71
466,73	193,68	11,113	19,050	10,922	393,7	88,9	36,513	22,225	92,075	69,850	18 × 65
463,55	190,50	11,113	17,463	10,922	393,7	88,9	34,925	20,638	92,075	69,850	18 × 60
460,38	190,50	9,525	15,875	10,922	393,7	88,9	33,338	20,638	92,075	69,850	18 × 55
457,20	190,50	9,525	14,288	10,922	393,7	88,9	31,750	20,638	92,075	63,500	18 × 50
457,20	152,40	9,525	15,875	10,922	393,7	88,9	31,750	20,638	73,025	63,500	18 × 46
454,03	152,40	7,938	12,700	10,922	393,7	88,9	30,163	20,638	73,025	63,500	18 × 40
450,85	152,40	7,938	11,113	10,922	393,7	88,9	28,575	19,050	73,025	63,500	18 × 35

1.12.1

Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
431,80	263,53	14,288	25,400	10,922	346,08	139,7	42,863	23,813	123,83	76,200	16 × 100
425,45	263,53	12,700	22,225	10,922	346,08	139,7	39,688	22,225	123,83	69,850	16 × 89
419,10	260,35	11,113	19,050	10,922	346,08	139,7	36,513	22,225	123,83	69,850	16 × 77
415,93	260,35	9,525	17,463	10,922	346,08	139,7	34,925	20,638	123,83	69,850	16 × 67
415,93	180,98	11,113	17,463	10,922	346,08	88,9	34,925	22,225	85,725	69,850	16 × 57
412,75	180,98	9,525	15,875	10,922	346,08	88,9	33,338	20,638	85,725	69,850	16 × 50
409,58	177,80	9,525	14,288	10,922	346,08	88,9	31,750	20,638	85,725	63,500	16 × 45
406,40	177,80	7,938	12,700	10,922	346,08	88,9	30,163	20,638	85,725	63,500	16 × 40
403,23	177,80	7,938	11,113	10,922	346,08	88,9	28,575	19,050	85,725	63,500	16 × 36
403,23	139,70	6,350	11,113	10,922	346,08	69,85	28,575	19,050	66,675	63,500	16 × 31
400,05	400,05	6,350	9,525	10,922	346,08	69,85	26,988	19,050	66,675	57,150	16 × 26

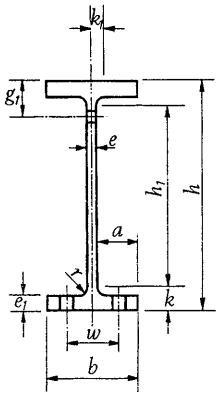
1.12.2



W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	cm⁴	cm³	cm³
14 × 132	372	374	16,4	26,1	250	196	63 683	3 425	16,0	22 809	1 221	9,55	511,96	3 834	1 851
14 × 120	368	373	15,0	23,9	228	179	57 440	3 114	15,8	20 603	1 106	9,50	390,01	3 474	1 671
14 × 109	364	371	13,3	21,8	206	162	51 613	2 835	15,8	18 606	1 003	9,47	296,36	3 146	1 519
14 × 99	360	370	12,3	19,8	188	147	46 202	2 573	15,7	16 733	905	9,42	223,52	2 834	1 369
14 × 90	356	369	11,2	18,0	171	134	41 582	2 343	15,6	15 068	818	9,40	168,99	2 572	1 238
14 × 82	363	257	13,0	21,7	155	122	36 712	2 016	15,4	6 160	480	6,30	211,45	2 277	734
14 × 74	360	256	11,4	19,9	141	110	33 132	1 835	15,3	5 578	436	6,30	161,50	2 064	665
14 × 68	357	255	10,5	18,3	129	101	30 094	1 688	15,3	5 036	397	6,25	125,70	1 884	604
14 × 61	353	254	9,5	16,4	115	91	26 639	1 511	15,2	4 454	352	6,22	91,57	1 671	537
14 × 53	354	205	9,4	16,8	101	79	22 518	1 275	15,0	2 402	234	4,88	80,75	1 427	360
14 × 48	350	204	8,6	15,1	91,0	71	20 187	1 152	14,9	2 139	210	4,85	60,77	1 284	321
14 × 43	347	203	7,7	13,5	81,3	64	17 815	1 027	14,8	1 881	185	4,80	43,70	1 140	283
14 × 38	358	172	7,9	13,1	72,2	57	16 025	894,7	14,9	1 111	129	3,94	33,30	1 007	198
14 × 34	355	171	7,2	11,6	64,5	51	14 152	796,4	14,8	970	113	3,86	23,73	894	173
14 × 30	352	171	6,9	9,8	57,1	45	12 112	688,3	14,6	812	95,0	3,78	15,82	775	147
14 × 26	353	128	6,5	10,7	49,6	39	10 198	578,5	14,4	371	58,0	2,74	14,98	658	90
14 × 22	349	127	5,8	8,5	41,9	33	8 283	475,2	14,1	291	45,9	2,64	8,74	544	71

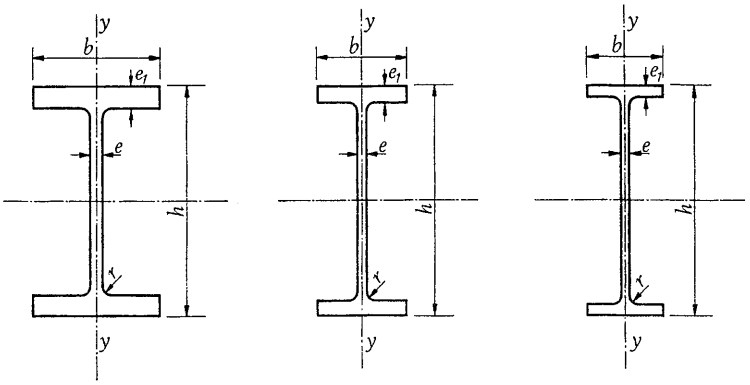
1.12.3

valores estáticos
perfiles según Norma ASTM A6-79



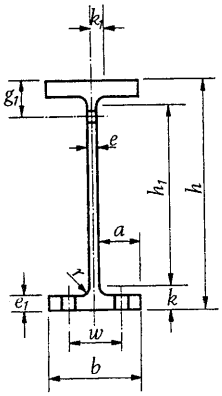
Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
371,48	374,65	15,875	25,400	15,24	285,75	139,7	42,863	23,813	177,80	76,200	14 × 132
368,30	371,48	14,288	23,813	15,24	285,75	139,7	41,275	23,813	177,80	69,850	14 × 120
365,13	371,48	12,700	22,225	15,24	285,75	139,7	39,688	22,225	177,80	69,850	14 × 109
358,78	371,48	12,700	19,050	15,24	285,75	139,7	36,513	22,225	177,80	69,850	14 × 99
355,60	368,30	11,113	17,463	15,24	285,75	139,7	34,925	22,225	177,80	69,850	14 × 90
361,95	257,18	12,700	22,225	15,24	285,75	139,7	41,275	25,400	120,65	69,850	14 × 82
358,78	257,18	11,113	20,638	15,24	285,75	139,7	39,688	23,813	120,65	69,850	14 × 74
355,60	254,00	11,113	19,050	15,24	285,75	139,7	38,100	23,813	120,65	69,850	14 × 68
352,43	254,00	9,525	15,875	15,24	285,75	139,7	36,513	23,813	120,65	69,850	14 × 61
352,43	203,20	9,525	17,463	15,24	285,75	139,7	36,513	23,813	98,425	69,850	14 × 53
349,25	203,20	7,938	15,875	15,24	285,75	139,7	34,925	22,225	98,425	63,500	14 × 48
346,08	203,20	7,938	12,700	15,24	285,75	139,7	33,338	22,225	98,425	63,500	14 × 43
358,78	171,45	7,938	12,700	10,922	304,8	88,9	26,988	15,875	82,550	63,500	14 × 38
355,60	171,45	7,938	11,113	10,922	304,8	88,9	25,400	15,875	82,550	63,500	14 × 34
352,43	171,45	6,350	9,525	10,922	304,8	88,9	23,813	15,875	82,550	63,500	14 × 30
352,43	127,00	6,350	11,113	10,922	304,8	69,85	23,813	14,288	60,325	63,500	14 × 26
349,25	127,00	6,350	7,938	10,922	304,8	69,85	22,225	14,288	60,325	57,150	14 × 22

1.12.3



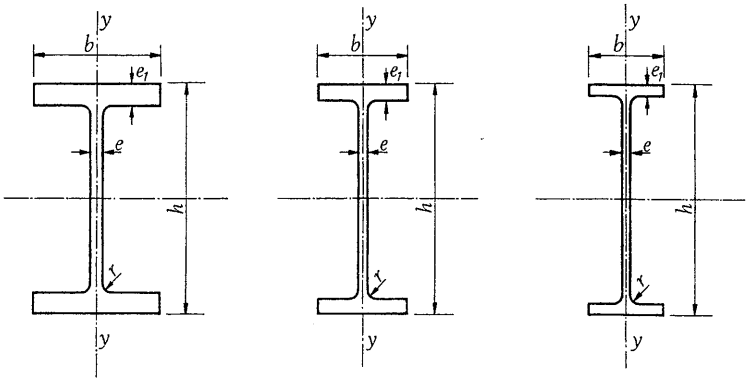
W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_x	Z_y
	h	b	e	e_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm	i_y cm	cm⁴	cm³	cm³
12 × 190	365	322	26,9	44,1	360	283	78 668	4 310	14,8	24 516	1 524	8,26	2 031,21	5 096	2 343
12 × 170	356	319	24,4	39,6	323	253	68 678	3 851	14,6	21 519	1 349	8,18	1 481,78	4 506	2 064
12 × 152	348	317	22,1	35,6	288	226	59 120	3 425	14,4	18 897	1 193	8,10	1 073,88	3 982	1 818
12 × 136	341	315	20,1	31,8	257	202	51 613	3 048	14,2	16 566	1 052	8,03	770,03	3 506	1 605
12 × 120	333	313	18,0	28,1	228	179	44 537	2 671	14,0	14 360	917,7	7,95	536,94	3 047	1 399
12 × 106	327	310	15,5	25,1	201	158	38 835	2 376	13,9	12 529	807,9	7,90	380,02	2 687	1 230
12 × 96	323	308	14,0	22,9	182	143	34 672	2 147	13,8	11 238	727,6	7,85	285,53	2 408	1 106
12 × 87	318	308	13,1	20,6	165	130	30 801	1 934	13,7	10 031	650,6	7,80	212,28	2 163	989
12 × 79	314	307	11,3	18,7	150	118	27 555	1 754	13,6	8 991	586,7	7,75	159,83	1 950	889
12 × 72	311	306	10,9	17,0	137	107	24 849	1 596	13,5	8 117	530,9	7,72	121,96	1 769	806
12 × 65	309	305	9,9	15,4	123	97	22 185	1 440	13,4	7 242	476,9	7,67	90,74	1 586	722
12 × 58	310	254	9,1	16,3	110	86	19 770	1 278	13,4	4 454	350,7	6,38	87,41	1 415	532
12 × 53	306	254	8,8	14,6	101	79	17 690	1 157	13,3	3 987	314,6	6,30	65,76	1 276	476
12 × 50	310	205	9,4	16,3	94,8	74	16 400	1 060	13,2	2 343	227,8	5,0	74,09	1 186	350
12 × 45	306	204	8,5	14,6	85,2	67	14 568	952,1	13,1	2 081	203,2	4,9	54,53	1 060	311
12 × 40	303	203	7,5	13,1	76,1	60	12 903	850,5	13,0	1 836	180,3	4,9	39,54	942	275
12 × 35	318	167	7,6	13,2	66,5	52	11 863	747,3	13,3	1 020	122,4	3,9	30,80	839	188
12 × 30	313	166	6,6	11,2	56,7	45	9 906	632,5	13,2	845	102,3	3,9	19,15	706	156
12 × 26	310	165	5,8	9,7	49,4	39	8 491	547,3	13,1	720	87,5	3,8	12,49	609	133
12 × 22	313	102	6,6	10,8	41,8	33	6 493	416,2	12,5	194	37,9	2,2	12,07	480	59
12 × 19	309	102	6,0	8,9	35,9	28	5 411	349,0	12,2	157	30,8	2,1	7,49	404	48
12 × 16	305	101	5,6	6,73	30,4	24	4 287	280	11,86	117	23,11	1,96	4,16	329	37
12 × 14	303	101	5,1	5,72	26,84	21	3 688	244	11,73	98	19,50	1,91	2,91	285	31

1.12.4



Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
365,13	320,68	26,988	44,450	15,24	241,3	139,7	61,913	46,038	146,05	95,250	12 × 190
355,60	320,68	23,813	36,688	15,24	241,3	139,7	57,150	28,575	146,05	88,900	12 × 170
349,25	317,50	22,225	34,925	15,24	241,3	139,7	53,975	26,988	146,05	88,900	12 × 152
339,73	314,33	20,638	31,750	15,24	241,3	139,7	46,038	25,400	146,05	82,550	12 × 136
333,38	314,33	17,463	28,575	15,24	241,3	139,7	46,038	25,400	146,05	76,200	12 × 120
327,03	311,15	15,875	25,400	15,24	241,3	139,7	42,863	23,813	146,05	76,200	12 × 106
349,25	307,98	14,288	22,225	15,24	241,3	139,7	41,275	22,225	146,05	76,200	12 × 96
317,50	307,98	12,700	20,638	15,24	241,3	139,7	38,100	22,225	146,05	69,850	12 × 87
339,73	307,98	12,700	19,050	15,24	241,3	139,7	36,513	22,225	146,05	69,850	12 × 79
311,15	304,80	11,113	17,463	15,24	241,3	139,7	34,925	22,225	146,05	69,850	12 × 72
333,38	304,80	9,525	15,875	15,24	241,3	139,7	33,338	20,638	146,05	63,500	12 × 65
311,15	254,00	9,525	15,875	15,24	241,3	139,7	34,925	20,638	123,83	69,850	12 × 58
304,80	254,00	9,525	14,288	15,24	241,3	139,7	31,750	20,638	123,83	63,500	12 × 53
311,15	206,38	9,525	15,875	15,24	241,3	139,7	34,925	20,638	98,425	69,850	12 × 50
304,80	203,20	7,938	14,288	15,24	241,3	139,7	31,750	20,638	98,425	63,500	12 × 45
304,80	203,20	7,938	12,700	15,24	241,3	139,7	31,750	19,050	98,425	63,500	12 × 40
317,50	165,10	7,938	12,700	7,62	266,7	88,9	25,400	14,288	79,375	63,500	12 × 35
339,73	165,10	6,350	11,113	7,62	266,7	88,9	23,813	12,700	79,375	63,500	12 × 30
311,15	165,10	6,350	9,525	7,62	266,7	88,9	22,225	12,700	79,375	63,500	12 × 26
311,15	101,60	6,350	11,113	7,62	266,7	57,15	22,225	12,700	47,625	63,500	12 × 22
333,38	101,60	6,350	9,525	7,62	266,7	57,15	20,638	12,700	47,625	57,150	12 × 19
304,80	101,60	6,350	6,350	7,62	266,7	57,15	19,050	12,700	47,625	57,150	12 × 16
301,63	101,60	4,763	6,350	7,62	266,7	57,15	17,463	12,700	47,625	57,150	12 × 14

1.12.4



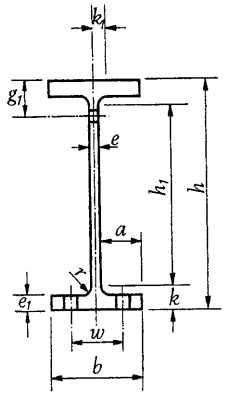
W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_x	Z_y
	h	b	e	e_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	cm⁴	cm³	cm³
10 × 112	289	265	19,2	31,8	212	167	29 802	2 065	11,8	9 823	742	6,80	628,51	2 408	1 133
10 × 100	282	263	17,3	28,4	190	149	25 931	1 835	11,7	8 616	655	6,73	453,69	2 130	999
10 × 88	275	261	15,4	25,1	167	131	22 227	1 614	11,5	7 451	570	6,68	313,42	1 851	870
10 × 77	269	259	13,5	22,1	146	115	18 939	1 408	11,4	6 410	493	6,60	212,69	1 599	752
10 × 68	264	257	11,9	19,6	129	101	16 400	1 241	11,3	5 578	433	6,58	148,18	1 397	657
10 × 60	260	256	10,7	17,3	114	89	14 318	1 093	11,2	4 828	377	6,53	103,23	1 222	573
10 × 54	256	255	9,4	15,6	102	80	12 612	983,2	11,1	4 287	338	6,50	75,75	1 091	512
10 × 49	253	254	8,6	14,2	93	73	11 363	894,7	11,0	3 888	306	6,45	57,86	989	463
10 × 45	257	204	8,9	15,7	85,8	67	10 323	804,6	11,0	2 223	218	5,08	62,85	899	332
10 × 39	252	203	8,0	13,5	74,2	58	8 699	689,9	10,8	1 873	185	5,03	40,79	766	281
10 × 33	247	202	7,4	11,0	62,6	49	7 076	573,5	10,6	1 523	151	4,93	24,14	635	229
10 × 30	270	148	7,6	13,0	57,0	45	7 076	530,9	11,1	695	94,2	3,48	25,81	599	144
10 × 26	262	147	6,6	11,2	49,1	39	5 994	457,2	11,0	587	80,1	3,45	16,65	512	122
10 × 22	258	146	6,1	9,1	41,9	33	4 912	380,18	10,8	475	65,1	3,38	9,99	426	99
10 × 19	260	102	6,4	10,0	36,3	28	4 008	308,08	10,5	178	35,1	2,22	9,57	353	54
10 × 17	257	102	6,1	8,04	32,2	25	3 409	265,47	10,3	148	29,2	2,14	6,66	306	45
10 × 15	254	102	5,84	6,86	28,45	22	2 868	226	10,03	120	23,76	2,06	4,16	262	37
10 × 12	251	101	4,8	5,3	22,8	17,9	2 239	178,5	9,9	90,7	18,0	1,99	2,50	206	28

1.12.5

W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_x	Z_y
	h	b	e	e_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	cm⁴	cm³	cm³
8 × 67	229	210	14,5	23,7	127	100	11 321	990	9,4	3 688	351	5,4	210,61	1 150	535
8 × 58	222	209	13,0	20,6	110	86	9 490	852	9,3	3 126	300	5,3	139,02	979	457
8 × 48	216	206	10,2	17,4	91	71	7 659	710	9,2	2 535	246	5,3	81,58	802	375
8 × 40	210	205	9,1	14,2	75	60	6 077	582	9,0	2 044	200	5,2	46,62	652	303
8 × 35	206	204	7,9	12,6	66	52	5 286	511	8,9	1 773	174	5,2	32,05	568	263
8 × 31	203	203	7,2	11,0	58,9	46	4 579	451	8,8	1 544	152	5,1	22,48	498	231
8 × 28	205	166	7,2	11,8	53,2	42	4 079	398	8,7	903	109	4,1	22,48	445	165
8 × 24	201	165	6,2	10,2	45,7	36	3 446	342	8,6	762	92	4,1	14,57	380	140
8 × 21	210	134	6,4	10,2	39,7	31	3 134	298	8,9	407	61	3,2	11,65	334	93
8 × 18	207	133	5,8	8,4	33,9	27	2 576	249	8,7	332	50	3,1	7,08	278	76
8 × 15	206	102	6,2	8,0	28,6	22	1 998	193	8,4	142	28	2,2	5,83	222	43

1.12.6

valores estáticos
perfiles según Norma ASTM A6-79

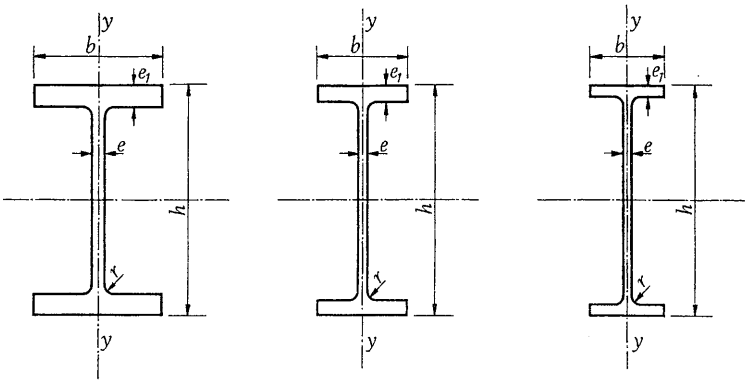


Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
288,93	263,53	19,050	31,750	12,70	193,68	139,7	47,625	23,813	123,83	76,200	10 × 112
282,58	263,53	17,463	28,575	12,70	193,68	139,7	44,450	22,225	123,83	76,200	10 × 100
276,23	260,35	15,875	25,400	12,70	193,68	139,7	41,275	20,638	123,83	69,850	10 × 88
269,88	260,35	12,700	22,225	12,70	193,68	139,7	38,100	20,638	123,83	69,850	10 × 77
263,53	257,18	12,700	19,050	12,70	193,68	139,7	34,925	19,050	123,83	69,850	10 × 68
260,35	257,18	11,113	17,463	12,70	193,68	139,7	33,338	19,050	123,83	63,500	10 × 60
282,58	254,00	9,525	15,875	12,70	193,68	139,7	31,750	17,463	123,83	63,500	10 × 54
254,00	254,00	7,938	14,288	12,70	193,68	139,7	30,163	17,463	123,83	63,500	10 × 49
282,58	203,20	9,525	15,875	12,70	193,68	139,7	31,750	17,463	98,425	63,500	10 × 45
250,83	203,20	7,938	12,700	12,70	193,68	139,7	28,575	17,463	98,425	63,500	10 × 39
247,65	203,20	7,938	11,113	12,70	193,68	139,7	26,988	17,463	98,425	57,150	10 × 33
266,70	146,05	7,938	12,700	7,62	219,08	69,85	23,813	12,700	69,850	63,500	10 × 30
263,53	146,05	6,350	11,113	7,62	219,08	69,85	22,225	12,700	69,850	57,150	10 × 26
257,18	146,05	6,350	9,525	7,62	219,08	69,85	19,050	12,700	69,850	57,150	10 × 22
260,35	101,60	6,350	9,525	7,62	219,08	57,15	20,638	12,700	47,625	57,150	10 × 19
257,18	101,60	6,350	7,938	7,62	219,08	57,15	19,050	12,700	47,625	57,150	10 × 17
254,00	101,60	6,350	6,350	7,62	219,08	57,15	17,463	11,113	47,625	57,150	10 × 15
250,83	101,60	4,763	4,763	7,62	219,08	57,15	15,875	11,113	47,625	57,150	10 × 12

1.12.5

Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
228,60	209,55	14,288	23,813	10,16	155,58	139,7	36,513	17,463	98,425	69,850	8 × 67
222,25	209,55	12,700	20,638	10,16	155,58	139,7	33,338	17,463	98,425	69,850	8 × 58
215,90	206,38	9,525	17,463	10,16	155,58	139,7	30,163	15,875	98,425	63,500	8 × 48
209,55	206,38	9,525	14,288	10,16	155,58	139,7	26,988	15,875	98,425	63,500	8 × 40
206,38	203,20	7,938	12,700	10,16	155,58	139,7	25,400	14,288	98,425	57,150	8 × 35
203,20	203,20	7,938	11,113	10,16	155,58	139,7	7,938	14,288	98,425	57,150	8 × 31
203,20	165,10	7,938	11,113	10,16	155,58	139,7	7,938	14,288	79,375	57,150	8 × 28
180,98	165,10	6,350	9,525	10,16	155,58	139,7	22,225	14,288	79,375	57,150	8 × 24
209,55	133,35	6,350	9,525	7,62	168,28	69,85	20,638	12,700	63,500	57,150	8 × 21
206,38	133,35	6,350	7,938	7,62	168,28	69,85	19,050	11,113	63,500	57,150	8 × 18
206,38	101,60	6,350	7,938	7,62	168,28	63,50	19,050	12,700	47,625	57,150	8 × 15

1.12.6

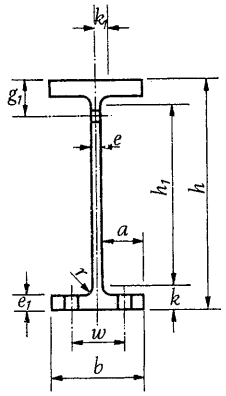


W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	cm^3	cm^3
6 × 25	162	154	8,13	11,56	47,36	37	2 223	274	6,86	712	91,93	3,86	19,15	309	140
6 × 20	157	153	6,60	9,27	37,87	30	1 723	220	6,76	554	72,27	3,81	9,99	244	110
6 × 15	152	152	5,84	6,60	28,58	22	1 211	159	6,50	388	50,96	3,68	4,16	176	77
6 × 16	160	102	6,60	10,29	30,58	24	1 336	167	6,60	184	36,05	2,45	9,16	191	55

1.12.7

W	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1	cm^2	kg/m	I_x cm^4	W_x cm^3	i_x cm	I_y cm^4	W_y cm^3	i_y cm	cm^4	cm^3	cm^3
5 × 19	131	128	6,9	10,9	35,9	28,1	1 090	167	5,51	380	59,4	3,25	12,90	190	90
5 × 16	127	127	6,10	9,14	30,32	24	887	140	5,41	313	49,16	3,20	7,91	157	74

1.12.8

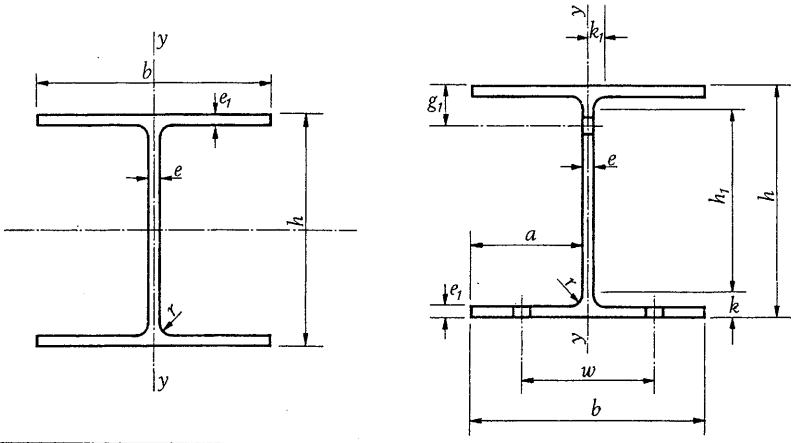


Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
161,93	155,58	7,938	11,113	6,35	120,65	88,9	20,638	11,113	73,025	57,150	6 × 25
158,75	152,40	6,350	9,525	6,35	120,65	88,9	19,050	11,113	73,025	57,150	6 × 20
152,40	152,40	6,350	6,350	6,35	120,65	88,9	15,875	9,525	73,025	57,150	6 × 15
158,75	101,60	6,350	9,525	6,35	120,65	57,15	19,050	11,113	47,625	57,150	6 × 16

1.12.7

Dimensiones mm											W
h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1	
130,18	127,00	6,350	11,113	—	88,900	69,850	20,638	11,113	60,325	57,150	5 × 19
127,00	127,00	6,350	9,525	—	88,900	69,850	19,050	11,113	60,325	57,150	5 × 16

1.12.8



HP	Dimensiones mm				Sección A	Peso P	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			I_T	Z_X	Z_Y
	h	b	e	e_1	cm²	kg/m	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	cm⁴	cm³	cm³
14 × 117	361	378	20,45	20,45	222	174	50 780	2 819	15,14	18 439	975	9,12	334	3 179	1 498
14 × 102	356	376	17,91	17,91	194	152	43 704	2 458	15,04	15 817	842	9,04	225	2 769	1 291
14 × 89	351	373	15,62	15,62	168	132	37 627	2 147	14,94	13 569	726	8,97	150	2 393	1 109
14 × 73	346	371	12,83	12,83	138	109	30 343	1 753	14,83	10 864	587	8,87	84	1 934	895
12 × 74	308	310	15,37	15,49	141	110	23 684	1 537	12,9	7 742	498	7,42	124	1 721	764
12 × 53	299	306	11,05	11,05	100	79	16 358	1 095	12,77	5 286	346	7,26	77	1 213	528
10 × 57	254	260	14,35	14,35	108	85	12 237	964	10,62	4 204	323	6,22	82	1 090	497
10 × 42	246	256	10,54	10,67	80	63	8 741	711	10,49	2 984	233	6,12	34	791	357
8 × 36	204	207	11,30	11,30	68,39	54	4 953	488	8,53	1 677	162	4,95	32	551	249

1.12.9

HP	Dimensiones mm										
	h	b	e	e_1	r	h_1	w	k	k_1	a	g_1
14 × 117	361,95	377,83	20,638	20,638	15,24	285,75	139,70	38,100	26,988	177,80	69,850
14 × 102	355,60	374,65	17,463	17,463	15,24	285,75	139,70	34,925	25,400	177,80	69,850
14 × 89	352,43	374,65	15,875	15,875	15,24	285,75	139,70	33,338	23,813	177,80	63,500
14 × 73	346,08	371,48	12,700	12,700	15,24	285,75	139,70	30,163	22,225	177,80	63,500
12 × 74	307,98	311,15	15,875	15,875	15,24	241,30	139,70	33,338	23,813	146,05	63,500
12 × 53	298,45	304,80	11,113	11,113	15,20	241,30	139,70	28,575	22,225	146,05	63,500
10 × 57	254,00	260,35	14,288	14,288	12,70	196,85	139,70	28,575	20,638	123,85	63,500
10 × 42	247,65	257,18	11,113	11,113	12,70	196,85	139,70	25,400	19,050	123,85	57,150
8 × 36	203,20	206,38	11,113	11,113	10,16	155,58	139,70	23,813	15,875	98,425	57,150

1.12.9

1.13 perfiles europeos y americanos ordenados en sentido decreciente de sus valores estáticos

1.13.1 tabla de momentos de inercia

1.13.2 tabla de módulos resistentes

Momentos de inercia I_x (cm⁴)

Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m
HEM 600	237 400	285	W 14 × 120	57 440	179	HEB 320	30 820	127
HEM 550	198 000	278	W 18 × 76	55 359	113	W 12 × 87	30 801	130
HEB 600	171 000	212	W 16 × 89	54 140	132	W 14 × 68	30 094	101
HEM 500	161 900	270	W 14 × 109	51 613	162	W 10 × 112	29 802	167
HEA 600	141 200	178	W 12 × 136	51 613	202	W 18 × 46	29 636	68
HEB 550	136 700	199	W 18 × 71	48 699	106	HEA 340	27 690	105
HEM 450	131 500	263	IPE 500	48 200	90,7	W 12 × 79	27 555	118
HEA 550	111 900	166	W 16 × 77	46 202	115	W 16 × 50	27 430	74
HEB 500	107 200	187	W 14 × 99	46 202	147	W 14 × 61	26 639	91
HEM 400	104 100	256	HEA 400	45 070	125	W 10 × 100	25 931	149
IPE 600	92 080	122	W 18 × 65	44 537	97	W 18 × 40	25 473	60
W 18 × 119	91 155	177	W 12× 120	44 537	179	HEB 300	25 170	117
HEA 500	86 970	155	HEB 360	43 190	142	W 12 × 72	24 849	107
HEM 360	84 870	250	W 14 × 90	41 582	134	W 16 × 45	24 391	67
HEB 450	79 890	171	W 18 × 60	40 957	89	HEM 240	24 290	157
W 18 × 106	79 500	158	W 16 × 67	39 708	100	IPE 400	23 130	66,3
W 12 × 190	78 668	283	HEM 280	39 550	189	HEA 320	22 930	97,6
HEM 340	76 370	248	W 12 × 106	38 835	158	W 14 × 53	22 518	79
W 18 × 97	72 840	144	HP 14 × 89	37 627	132	W 10 × 88	22 227	131
W 12 × 170	68 678	253	W 18 × 55	37 045	82	W 12 × 65	22 185	97
HEM 320	68 130	245	W 14 × 82	36 712	122	W 16 × 40	21 560	60
IPE 550	67 120	106	HEB 340	36 660	134	W 18 × 35	21 228	52
HEA 450	63 720	140	W 12 × 96	34 672	77,6	W 14 × 48	20 187	71
W 18 × 86	63 683	128	IPE 450	33 740	143	W 12 × 58	19 770	86
W 14 × 132	63 683	196	W 18 × 50	33 382	74	HEB 280	19 270	103
W 16 × 100	62 018	149	W 14 × 74	33 132	110	W 10 × 77	18 939	115
HEM 300	59 200	238	HEA 360	33 090	112	W 16 × 36	18 647	54
W 12× 152	59 120	226	W 16 × 57	31 550	85	HEA 300	18 260	88,3
HEB 400	57 680	155	HEM 260	31 310	172	W 14 × 43	17 815	64

1.13.1

Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m
W 12 × 53	17 690	79	IPE 300	8 360	42,2	W 10 × 15	2 868	22
W 12 × 50	16 400	74	W 14 × 22	8 283	33	IPE 220	2 770	26,2
W 10 × 68	16 400	101	HEB 220	8 090	71,5	W 8 × 18	2 576	27
IPE 360	16 270	57,1	HEA 240	7 760	60,3	HEA 180	2 510	35,5
W 14 × 38	16 025	57	W 8 × 48	7 659	71	HEB 160	2 490	42,6
W 16 × 31	15 609	46	HEM 180	7 480	88,9	W 6 × 25	2 223	37
HEB 260	14 920	93	W 10 × 30	7 076	45	W 10 × 11,5	2 164	17
HEM 220	14 600	117	W 12 × 22	6 493	33	HEM 120	2 020	52,1
W 12 × 45	14 568	67	W 8 × 40	6 077	60	W 8 × 15	1 998	22
W 10 × 60	14 318	89	W 10 × 26	5 994	39	IPE 200	1 940	22,4
W 14 × 34	14 152	51	IPE 270	5 790	36,1	W 6 × 20	1 723	30
HEA 280	13 670	76,4	HEB 200	5 700	61,3	HEA 160	1 670	30,4
W 12 × 40	12 903	60	W 12 × 19	5 411	28	HEB 140	1 510	33,7
W 10 × 54	12 612	80	HEA 220	5 410	50,5	W 6 × 16	1 336	24
W 16 × 26	12 529	39	W 8 × 35	5 286	52	IPE 180	1 320	18,8
W 14 × 30	12 112	45	HEM 160	5 100	76,2	W 6 × 15	1 211	22
W 12 × 35	11 863	52	W 10 × 22	4 912	33	HEM 100	1 140	41,8
IPE 330	11 770	49,1	W 8 × 31	4 579	46	W 5 × 18,5	1 057	28
W 10 × 49	11 363	73	W 12 × 16	4 287	24	HEA 140	1 030	24,7
W 8 × 67	11 321	100	W 8 × 28	4 079	42	W 5 × 16	887	24
HEB 240	11 260	83,2	W 10 × 19	4 008	28	IPE 160	869	15,8
HEM 200	10 640	103	IPE 240	3 890	30,7	HEB 120	864	26,7
HEA 260	10 450	68,2	HEB 180	3 830	51,2	HEA 120	606	25,3
W 10 × 45	10 323	67	HEA 200	3 690	42,3	IPE 140	541	12,9
W 14 × 26	10 198	39	W 12 × 14	3 688	21	HEB 100	450	20,4
W 12 × 30	9 906	45	W 8 × 24	3 446	36	IPE 120	318	10,4
W 8 × 58	9 490	86	W 10 × 17	3 409	25	HEA 100	349	16,7
W 10 × 39	8 699	58	HEM 140	3 290	63,2	IPE 100	171	8,10
W 12 × 26	8 491	39	W 8 × 21	3 134	31	IPE 80	80,1	6

1.13.1

Módulos resistentes W_x (cm^3)

Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m	Perfil	Valor	Peso P kg/m
HEM 600	7 660	285	W 14 × 109	2 835	162	W 12 × 79	1 754	118
HEM 550	6 920	278	W 18 × 86	2 720	128	W 14 × 68	1 688	129
HEM 500	6 180	270	W 12 × 120	2 671	179	HEB 300	1 680	117
HEB 600	5 700	212	W 14 × 99	2 573	147	HEA 340	1 680	117
HEM 450	5 500	263	HEM 280	2 550	189	W 10 × 88	1 614	131
HEB 550	4 970	199	W 16 × 89	2 540	132	W 18 × 55	1 611	82
HEM 400	4 820	256	IPE 550	2 440	106	W 12 × 72	1 596	107
HEA 600	4 790	178	HEB 360	2 400	142	W 14 × 61	1 511	91
W 12 × 190	4 310	283	W 18 × 76	2 393	113	W 16 × 57	1 511	85
HEM 360	4 300	250	W 12 × 106	2 376	158	IPE 450	1 500	77,6
HEB 500	4 290	187	W 14 × 90	2 343	134	HEA 320	1 480	97,6
HEA 550	4 150	166	HEA 400	2 310	125	W 18 × 50	1 457	74
HEM 340	4 050	248	W 16 × 77	2 196	115	W 12 × 65	1 440	97
W 12 × 170	3 851	253	HEB 340	2 160	134	W 10 × 77	1 408	115
HEM 320	3 800	245	HEM 260	2 160	172	HEB 280	1 380	103
W 18 × 119	3 785	177	W 12 × 96	2 147	143	W 16 × 50	1 327	74
HEB 450	3 550	171	W 18 × 71	2 081	106	W 18 × 46	1 291	68
HEA 500	3 550	155	W 10 × 112	2 065	167	W 12 × 58	1 278	86
HEM 300	3 480	238	W 14 × 82	2 016	122	W 14 × 53	1 275	79
W 14 × 132	3 425	196	W 12 × 87	1 934	165	HEA 300	1 260	88,3
W 12 × 152	3 425	226	IPE 500	1 930	90,7	W 10 × 68	1 241	101
W 18 × 106	3 342	158	HEB 320	1 930	127	HEM 220	1 220	117
W 14 × 120	3 114	179	W 16 × 67	1 917	100	W 16 × 45	1 183	67
W 18 × 97	3 080	144	W 18 × 65	1 917	97	IPE 400	1 160	66,3
IPE 600	3 070	122	HEA 360	1 890	112	W 12 × 53	1 157	79
W 12 × 136	3 048	202	W 14 × 74	1 835	110	W 14 × 48	1 152	71
HEA 450	2 900	140	W 10 × 100	1 835	149	HEB 260	1 150	93
HEB 400	2 880	155	HEM 240	1 800	157	W 18 × 40	1 120	60
W 16 × 100	2 868	149	W 18 × 60	1 770	89	W 10 × 60	1 093	89

1.13.2

Perfil	Valor	Peso P kg/m
W 12 × 50	1 060	74
W 16 × 40	1 060	60
W 14 × 43	1 027	64
HEA 280	1 010	76,4
W 8 × 67	990	100
W 10 × 54	983,2	80
HEM 200	967	103
W 12 × 45	952,1	67
W 18 × 35	944	52
HEB 240	938	83,2
W 16 × 36	925	54
IPE 360	904	57,1
W 10 × 49	894,7	73
W 14 × 38	894,7	57
W 8 × 58	852	86
W 12 × 40	850,5	60
HEA 260	836	68,2
W 10 × 45	804,6	67
W 14 × 34	796,4	51
W 16 × 31	773	46
HEM 180	748	88,9
W 12 × 35	747,3	52
HEB 220	736	71,5
IPE 330	713	49,1
W 8 × 48	710	71
W 10 × 39	689,9	58
W 14 × 30	688,3	45
HEA 240	675	60,3
W 12 × 30	632,5	45

Perfil	Valor	Peso P kg/m
W 16 × 26	629	39
W 8 × 40	582	60
W 14 × 26	578,5	39
W 10 × 33	573,5	49
HEB 200	570	61,3
HEM 160	566	76,2
IPE 300	557	42,2
W 12 × 26	547,3	39
W 10 × 30	530,9	45
HEA 220	515	50,5
W 8 × 35	511	52
W 14 × 22	475,2	33
W 10 × 26	457,2	39
W 8 × 31	451	46
IPE 270	429	36,1
HEB 180	426	51,2
W 12 × 22	416,2	33
HEM 140	411	63,2
W 8 × 28	398	42
HEA 200	389	42,3
W 10 × 22	380,18	33
W 12 × 19	349	28
W 8 × 24	342	36
IPE 240	324	30,7
HEB 160	311	42,6
W 10 × 19	308,08	28
W 8 × 21	298	31
HEA 180	294	35,5
HEM 120	288	52,1

Perfil	Valor	Peso P kg/m
W 12 × 16	280	24
W 6 × 25	274	37
W 10 × 17	265,47	25
IPE 220	252	26,2
W 8 × 18	249	27
W 12 × 14	244	21
W 10 × 15	226	22
W 6 × 20	220	30
HEA 160	220	30,4
HEB 140	216	33,7
IPE 200	194	22,4
W 8 × 15	193	22
HEM 100	190	41,8
W 10 × 11,5	172	17
W 6 × 16	167	24
W 5 × 18,5	163	28
W 6 × 15	159	22
HEA 140	155	24,7
IPE 180	146	18,8
HEB 120	144	26,7
W 5 × 16	140	24
IPE 160	109	15,8
HEA 120	106	19,9
HEB 100	89,8	20,4
IPE 140	77,3	12,9
HEA 100	72,8	16,7
IPE 120	53	10,4
IPE 100	34,2	8,10
IPE 80	20	6

1.13.2

NOTAS

2. RESISTENCIA DE MATERIALES ESTRUCTURAS ELEMENTALES

2.1 vigas
2.2 pórticos simples

2.1 vigas

2.1.1 simples

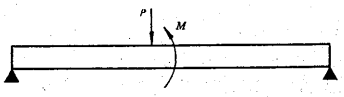
2.1.2 continuas

2.1.3 de inercia variable

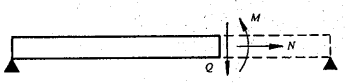
2.1.4 líneas de influencia del momento flector

Se considerarán como sentidos positivos de las acciones exteriores, esfuerzos, reacciones, giros y corrimientos, los indicados en las respectivas figuras.

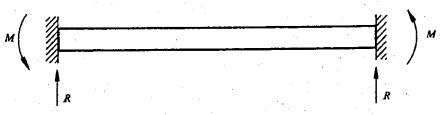
ACCIONES EXTERIORES



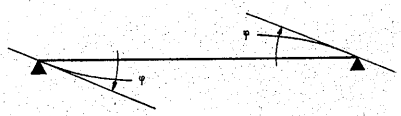
ESFUERZOS EN UNA SECCION DE LA VIGA



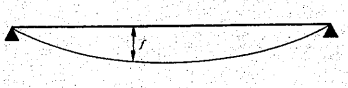
REACCIONES



GIROS

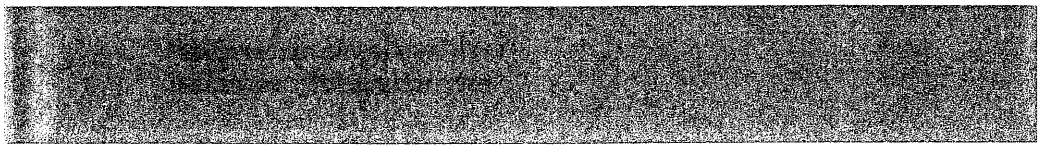


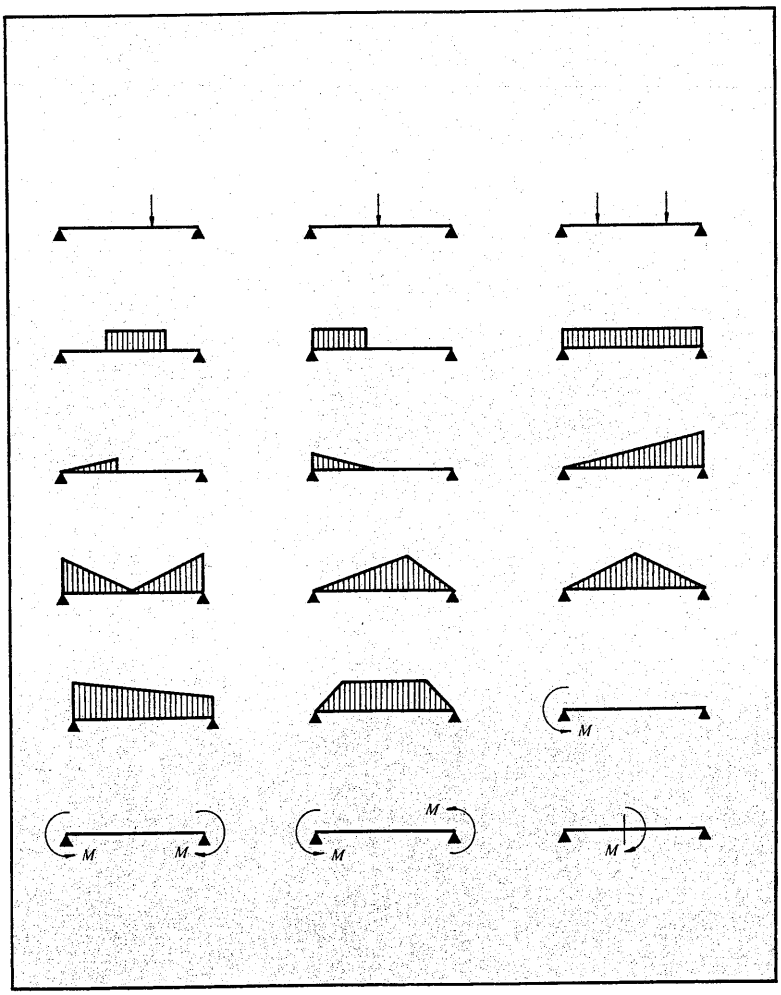
FLECHAS

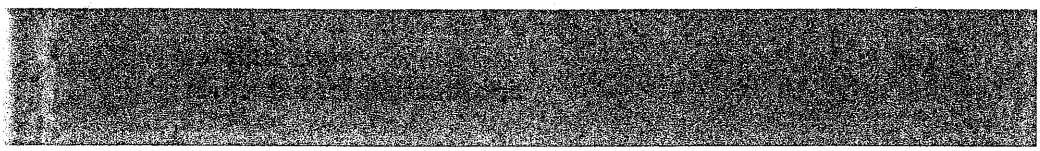


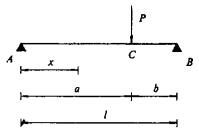
vigas simples

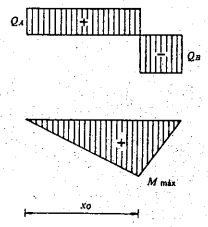
apoyadas en los extremos
empotradas en los extremos
apoyadas en un extremo y empotradas en el otro
en voladizo
flecha máxima para vigas IPN, IPE, HEB, HEA y HEM




M
M
M
M
M
M





Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{Pb}{l}$ $R_B = \frac{Pa}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{Pb}{l} = \text{const.}$ $Q_{CB} = -\frac{Pa}{l} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{Pb}{l}x$ $M_{CB} = \frac{Pa}{l}(l-x)$ $M_{máx} = M_C = \frac{Pab}{l}$ para $x_0 = a$

Deformaciones

Angulos de giro:

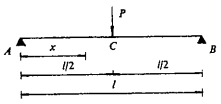
$$\varphi_A = \frac{Pab}{6EIl}(l+b) \qquad \varphi_B = -\frac{Pab}{6EIl}(l+a) \qquad \varphi_C = \frac{Pab}{3EIl}(b-a)$$

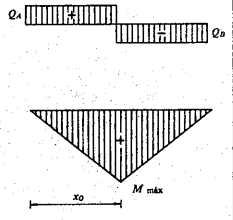
Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{Plbx}{6EI}\left(1 - \frac{b^2}{l^2} - \frac{x^2}{l^2}\right) \qquad y_{CB} = \frac{Pla\,(l-x)}{6EI}\left[1 - \frac{a^2}{l^2} - \left(\frac{l-x}{l}\right)^2\right]$$

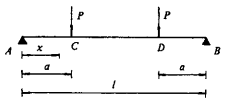
Flecha máxima ($a > b$):

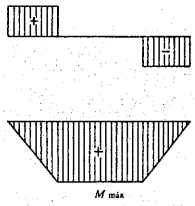
$$f_{máx} = \frac{Pb}{9EIl\sqrt{3}}(l^2-b^2)^{3/2} \qquad \text{para } x = \sqrt{\frac{l^2-b^2}{3}}$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{P}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = -Q_{BC} = \frac{P}{2} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{P}{2}x \qquad M_{CB} = \frac{P}{2}(l-x)$ $M_{máx} = M_C = \frac{Pl}{4} \qquad \text{para } x_0 = \frac{l}{2}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\varphi_B = \frac{Pl^2}{16EI} \qquad \varphi_C = 0$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Pl^2x}{16EI}\left(1 - \frac{4}{3}\frac{x^2}{l^2}\right)$ Flecha máxima: $f_C = \frac{Pl^3}{48EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = P$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = -Q_{DB} = P = \text{const.}$ $Q_{DC} = 0$ Momentos flectores: $M_{AC} = Px$ $M_{DB} = P(l-x)$ $M_{máx} = M_{CD} = Pa = \text{const.}$

Deformaciones

Angulos de giro:

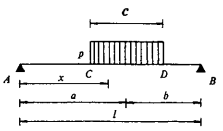
$$\varphi_A = -\varphi_B = \frac{Pa(l-a)}{2EI} \qquad \varphi_C = -\varphi_D = \frac{Pa(l-2a)}{2EI}$$

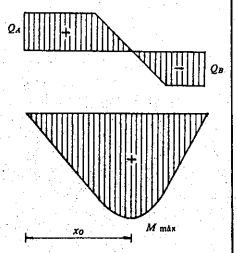
Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{Px}{6EI}(3al - 3a^2 - x^2) \qquad y_{CD} = \frac{Pa}{6EI}(3lx - 3x^2 - a^2)$$

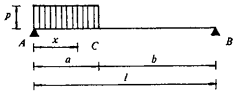
Flecha máxima:

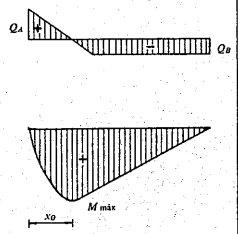
$$f_{máx} = \frac{Pa}{24EI}(3l^2 - 4a^2) \qquad \text{para } x = \frac{l}{2}$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pbc}{l}$ $R_B = \frac{pac}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{pbc}{l}$ $Q_{CD} = \frac{pbc}{l} - p\left(\frac{c}{2} - a + x\right)$ $Q_{DB} = -\frac{pac}{l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pbc}{l}x$ $M_{CD} = \frac{pbc}{l}x - \frac{p}{2}\left[x - \left(a - \frac{c}{2}\right)\right]^2$ $M_{DB} = \frac{pac}{l}(l - x)$ $M_{máx} = \frac{pbc}{2l}\left(2a - c + \frac{bc}{l}\right)$ para $x_0 = a - \frac{c}{2} + \frac{bc}{l}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pabc}{6EIl}\left(l + b - \frac{c^2}{4a}\right)$ $\varphi_B = -\frac{pabc}{6EIl}\left(l + a - \frac{c^2}{4b}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{pbc}{6l}\frac{x}{EI}\left[-x^2 + a\left(l + b - \frac{c^2}{4a}\right)\right]$ $y_{CD} = \frac{p}{24EIl}\left(l\left[x - \left(a - \frac{c}{2}\right)\right]^4 - 4bcx^3 + 4abc\left(l + b - \frac{c^2}{4a}\right)x\right)$ $y_{DB} = \frac{pac}{6l}\frac{l - x}{EI}\left[-(l - x)^2 + b\left(l + a - \frac{c^2}{4b}\right)\right]$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $R_B = \frac{pa^2}{2l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $Q_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right) - px$ $Q_{CB} = -\frac{pa^2}{2l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)x - \frac{px^2}{2}$ $M_{CB} = \frac{pa^2}{2l}(l - x)$ $M\text{máx} = \frac{pa^2}{2}\left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2$ para $x_0 = a\left(1 - \frac{a}{2l}\right)$

Deformaciones

Angulos de giro:

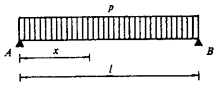
$$\varphi_A = \frac{pa^2}{24EIl}(l + b)^2 \qquad \varphi_B = -\frac{pa^2}{12EI}\left(1 - \frac{a^2}{2l^2}\right)l$$

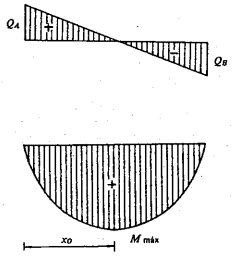
Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{px}{24EIl}\left[lx^3 - 4a\left(b + \frac{a}{2}\right)x^2 + a^2(l + b)^2\right] \qquad y_{BC} = -\frac{p(l - x)a^2}{12EIl}\left[(l - x)^2 - l^2\left(1 - \frac{a^2}{2l^2}\right)\right]$$

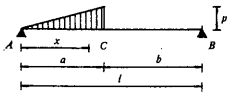
Flecha máxima:

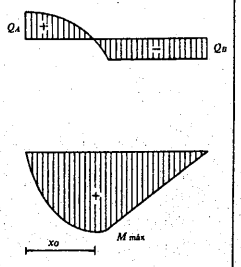
$$f\text{máx} = \frac{pa^2}{216EIl}(2l^2 - a^2)\sqrt{6(2l^2 - a^2)} \qquad \text{para } a < 0{,}4531l \qquad x = l - \sqrt{\frac{l^2}{3} - \frac{a^2}{6}}$$



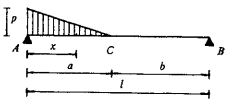
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{pl}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = p\left(\frac{l}{2} - x\right)$ $Q_A = -Q_B = \frac{pl}{2}$ Momentos flectores: $M_x = \frac{px}{2}(l - x)$ $M_{máx} = \frac{pl^2}{8}$ para $x_0 = \frac{l}{2}$

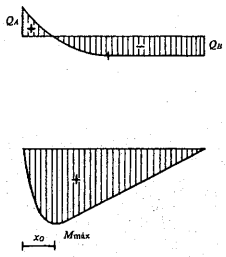
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\varphi_B = \frac{pl^3}{24EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{px}{24EI}(x^3 - 2lx^2 + l^3)$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{5pl^4}{384EI}$ para $x = \frac{l}{2}$



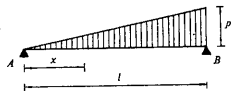
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l - 2a)$ $\quad R_B = \frac{pa^2}{3l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{pa}{6l}(3l - 2a) - \frac{px^2}{2a}$ $\quad Q_{CB} = -\frac{pa^2}{3l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = p\frac{x}{6}\left[\left(3 - \frac{2a}{l}\right)a - \frac{x^2}{a}\right]$ $\quad M_{CB} = p\frac{a^2}{3}\left(1 - \frac{x}{l}\right)$ $M_{máx} = p\frac{a^2}{3}\left(1 - \frac{2a}{3l}\right)\sqrt{1 - \frac{2a}{3l}}$ $\quad$ para $x_0 = a\sqrt{1 - \frac{2a}{3l}}$

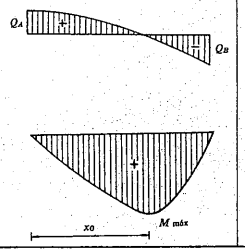
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pa^2}{360EIl}(40l^2 - 45al + 12a^2)$ $\quad \varphi_B = -\frac{pa^2l}{18EI}\left(1 - \frac{3a^2}{5l^2}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{px}{360aEIl}[3lx^4 - 10(3l - 2a)a^2x^2 + a^3(40l^2 - 45al + 12a^2)]$ $y_{CB} = -\frac{pa^2}{18EIl}(l - x)\left[(l - x)^2 - l^2\left(1 - \frac{3a^2}{5l^2}\right)\right]$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{pa^2}{9EIl}\left(\frac{l^2}{3} - \frac{a^2}{5}\right)\sqrt{\frac{l^2}{3} - \frac{a^2}{5}}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l-a)$ $\quad R_B = \frac{pa^2}{6l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{pa}{6l}(3l-a) - px\left(1-\frac{x}{2a}\right)$ $\quad Q_{CB} = -\frac{pa^2}{6l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{px}{6}\left[\left(3a-\frac{a^2}{l}\right)-\frac{x}{a}(3a-x)\right]$ $\quad M_{CB} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{x}{l}\right)$ $M_{máx} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{a}{3l}\right) - \frac{pa^3}{9l}\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$ para $x_0 = a\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pa^2}{360EIl}(20l^2-15al+3a^2)$ $\quad \varphi_B = -\frac{pa^2l}{36EI}\left(1-\frac{3a^2}{10l^2}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{px}{360aEIl}[3lx^4-15alx^3+10a^2(3l-a)x^2-a^3(20l^2-15al+3a^2)]$ $y_{CB} = -\frac{pa^2(l-x)}{360EIl}[10(l-x)^2-(10l^2-3a^2)]$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{pa^2}{18EIl}\left(\frac{l^2}{3}-\frac{a^2}{10}\right)\sqrt{\frac{l^2}{3}-\frac{a^2}{10}}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pl}{6}$ $R_B = \frac{pl}{3}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = \frac{pl}{6}\left(1 - 3\frac{x^2}{l^2}\right)$ $Q_A = \frac{pl}{6}$ $Q_B = -\frac{pl}{3}$ Momentos flectores: $M_x = \frac{pl}{6}x\left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$ $M_{máx} = \frac{pl^2}{9\sqrt{3}}$ para $x_0 = \frac{l}{\sqrt{3}}$

Deformaciones

Angulos de giro:

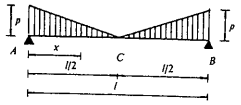
$$\varphi_A = \frac{7}{360}\frac{pl^3}{EI} \qquad \varphi_B = -\frac{1}{45}\frac{pl^3}{EI}$$

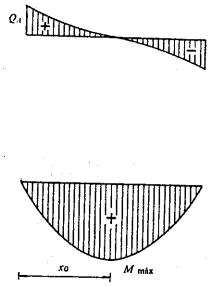
Ecuación de la elástica:

$$y_x = \frac{pl^3 x}{360EI}\left[7 - 10\frac{x^2}{l^2} + 3\frac{x^4}{l^4}\right]$$

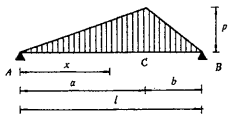
Flecha máxima:

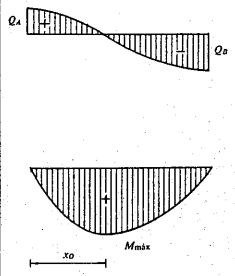
$$f_{máx} = 0{,}00652\frac{pl^4}{EI} \qquad \text{para } x = 0{,}5193l$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pl}{4}$ $R_B = \frac{pl}{4}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pl}{4}$ $Q_{AC} = \frac{pl}{4} - p\left(1 - \frac{x}{l}\right)x$ $Q_B = -\frac{pl}{4}$ $Q_{CB} = -\frac{pl}{4} + p\left(1 - \frac{x}{l}\right)x$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pl}{4}x - px^2\left(\frac{1}{2} - \frac{x}{3l}\right)$ $M_{CB} = \frac{pl}{12}(l - 3x) + px^2\left(\frac{1}{2} - \frac{x}{3l}\right)$ $M_{máx} = \frac{1}{24}pl^2$ para $x_0 = \frac{l}{2}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pl^3}{64EI}$ $\varphi_B = -\frac{pl^3}{64EI}$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = -\frac{px}{192EIl}\left(\frac{16}{5}x^4 - 8lx^3 + 8l^2x^2 - 3l^4\right)$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{3pl^4}{640EI}$ para $x = \frac{l}{2}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{p}{6}(l+b)$ $\quad R_B = \frac{p}{6}(l+a)$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{p}{6}(l+b)$ $\quad Q_{AC} = \frac{p}{6}(l+b) - \frac{px^2}{2a}$ $Q_{CB} = -\frac{p}{6}(l+a) + \frac{p(l-x)^2}{2b}$ $\quad Q_B = -\frac{p}{6}(l+a)$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{p}{6}(2l-a)x - \frac{px^3}{6a}$ $\quad M_{CB} = \frac{p}{6}(l+a)(l-x) - \frac{p}{6}\frac{(l-x)^3}{l-a}$ $M_{máx} = \frac{p}{9}\sqrt{\frac{a}{3}(2l-a)^3}$ $\quad$ para $a > b$ $\quad x_0 = \sqrt{\frac{a}{3}(2l-a)}$

Deformaciones

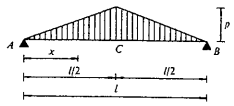
Angulos de giro:

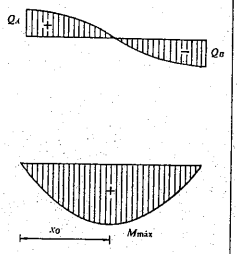
$$\varphi_A = \frac{p(l+b)}{360EI}(7l^2 - 3b^2) \qquad \varphi_B = -\frac{p(l+a)}{360EI}(7l^2 - 3a^2)$$

Ecuación de la elástica:

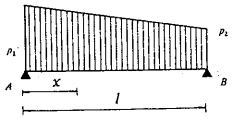
$$y_{AC} = \frac{px}{360EI}\left[\frac{3}{a}x^4 - 10(l+b)x^2 + (l+b)(7l^2 - 3b^2)\right]$$

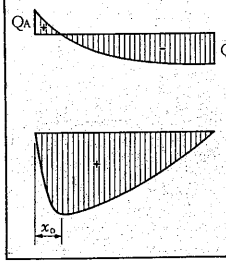
$$y_{CB} = \frac{p(l-x)}{360EI}\left[\frac{3}{b}(l-x)^4 - 10(l+a)(l-x)^2 + (l+a)(7l^2 - 3a^2)\right]$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pl}{4}$ $R_B = \frac{pl}{4}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pl}{4}$ $Q_{AC} = \frac{pl}{4} - \frac{px^2}{l}$ $Q_{CB} = \frac{pl}{4} + p\frac{(l-x)^2}{l}$ $Q_B = -\frac{pl}{4}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pl}{4}\left(x - \frac{4}{3}\frac{x^3}{l^2}\right)$ $M_{CB} = \frac{pl}{4}\left(-\frac{l}{3} + 3x - \frac{4x^2}{l} + \frac{4}{3}\frac{x^3}{l^2}\right)$ $M_{máx} = \frac{pl^2}{12}$ para $x_0 = \frac{l}{2}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\varphi_B = \frac{5pl^3}{192EI}$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{pl^3x}{960EI}\left(25 - 40\frac{x^2}{l^2} + 16\frac{x^4}{l^4}\right)$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{pl^4}{120EI}$ para $x = \frac{l}{2}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	**Reacciones:** $R_A = \frac{l}{6}(2p_1 + p_2)$ $\quad R_B = \frac{l}{6}(p_1 + 2p_2)$ **Esfuerzos cortantes:** $Q_C = R_A$ $\quad Q_x = R_A - \frac{p_1(2l-x) + p_2 x}{2l}\,x$ $\quad Q_B = -R_B$ **Momentos flectores:** $M_x = R_A \cdot x - \frac{p_1(3l-x) + p_2 x}{6l}\,x^2$ $M_{máx}$ está comprendido entre $0{,}125\,\frac{l^2}{2}(p_1 + p_2)$ y $0{,}128\,\frac{l^2}{2}(p_1 + p_2)$ para $x_0 = \frac{l}{p_2 - p_1}\left[-p_1 + \sqrt{\frac{1}{3}(p_1^2 + p_2^2 + p_1 p_2)}\right]$

Deformaciones

Angulos de giro:

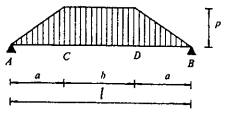
$$\varphi_A = \frac{l^3}{360EI}(8p_1 + 7p_2) \qquad \varphi_B = -\frac{l^3}{360EI}(7p_1 + 8p_2)$$

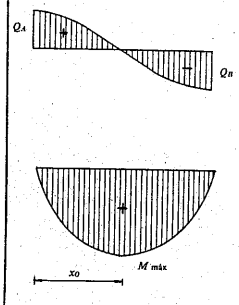
Ecuación de la elástica:

$$y_x = \frac{x(l-x)}{360EIl}\left[3(p_1 - p_2)x^3 - 3(4p_1 + p_2)lx^2 + (8p_1 + 7p_2)l^2x + (8p_1 + 7p_2)l^3\right]$$

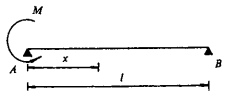
Flecha máxima:

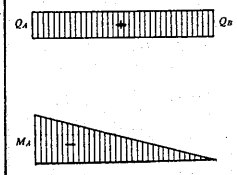
está comprendida entre $0{,}01302\,\frac{(p_1 + p_2)l^4}{2EI}$ y $0{,}01304\,\frac{(p_1 + p_2)l^4}{2EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{p}{2}(l-a)$ $\quad R_B = \frac{p}{2}(l-a)$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{p}{2}(l-a)$ $\quad Q_{AC} = \frac{p}{2}(l-a) - p\frac{x^2}{2a}$ $\quad Q_{CD} = \frac{p}{2}(l-2x)$ $Q_{DB} = -\frac{p}{2}(l-a) + \frac{p}{2}\frac{(l-x)^2}{a}$ $\quad Q_B = -\frac{p}{2}(l-a)$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{p}{2}(l-a)\,x - \frac{p}{6}\frac{x^3}{a}$ $\quad M_{CD} = \frac{p}{6}(3lx - a^2 - 3x^2)$ $M_{máx} = \frac{p}{24}(3l^2 - 4a^2)$ $\quad$ para $x_0 = \frac{l}{2}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\varphi_B = \frac{pl^2}{192EI}(l+b)\left(5 - \frac{b^2}{l^2}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{px}{EI}\left[\frac{x^4}{120a} - \frac{l-a}{12}x^2 + \frac{l^2(l+b)}{192}\left(5 - \frac{b^2}{l^2}\right)\right]$ $y_{CD} = \frac{p}{EI}\left(\frac{x^4}{24} - \frac{lx^3}{12} + \frac{a^2x^2}{12} + \frac{l}{24}(l^2 - 2a^2)x + \frac{a^4}{120}\right)$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{p}{1920EI}(5l^2 - 4a^2)^2$ $\quad$ para $x = \frac{l}{2}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = -R_B = \frac{M}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = \frac{M}{l} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_x = -M\left(1-\frac{x}{l}\right)$ $M_A = -M$ $M_B = 0$

Deformaciones

Angulos de giro:

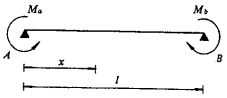
$$\varphi_A = -\frac{Ml}{3EI} \qquad \varphi_B = \frac{Ml}{6EI}$$

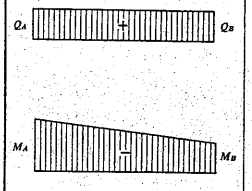
Ecuación de la elástica:

$$y_x = -\frac{Ml}{6EI}(l-x)\left[1-\left(\frac{l-x}{l}\right)^2\right]$$

Flecha máxima:

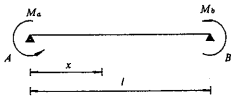
$$f_{máx} = -\frac{Ml^2}{9\sqrt{3}EI} \qquad \text{para } x = l\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

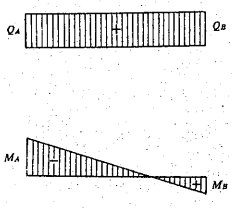


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = -R_B = \frac{M_a - M_b}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = \frac{M_a - M_b}{l} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{M_a}{l}(l-x) - \frac{M_b}{l}x$ $M_A = -M_a$ $M_B = -M_b$

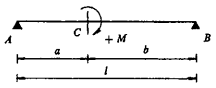
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{l}{6EI}(2M_a + M_b)$ $\varphi_B = \frac{l}{6EI}(M_a + 2M_b)$ Ecuación de la elástica: $y_x = -\frac{M_a \cdot x}{6EI}(l-x)\left[1 + \frac{l-x}{l} + \frac{M_b}{M_a}\left(1 + \frac{x}{l}\right)\right]$

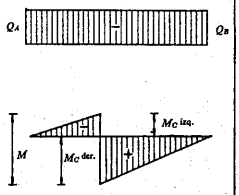
Vigas simples apoyadas en los extremos



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{M_a + M_b}{l}$ $\quad R_B = -\frac{M_a + M_b}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = \frac{M_a + M_b}{l} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{M_a}{l}(l - x) + \frac{M_b\ x}{l}$ $\quad M_A = -M_a$ $\quad M_B = M_b$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{l}{6EI}(2M_a - M_b)$ $\quad \varphi_B = -\frac{l}{6EI}(2M_b - M_a)$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{x(l-x)}{6EIl}[(M_a + M_b)x - (2M_a - M_b)l]$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = -R_B = -\frac{M}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -\frac{M}{l} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = -\frac{M}{l}x \qquad M_{CB} = \frac{M}{l}(l-x)$ $M_C^{izq} = -\frac{M}{l}a \qquad M_C^{der} = \frac{M}{l}b \qquad \lvert M\rvert = \lvert M_C^{izq}\rvert + \lvert M_C^{der}\rvert$

Deformaciones

Angulos de giro:

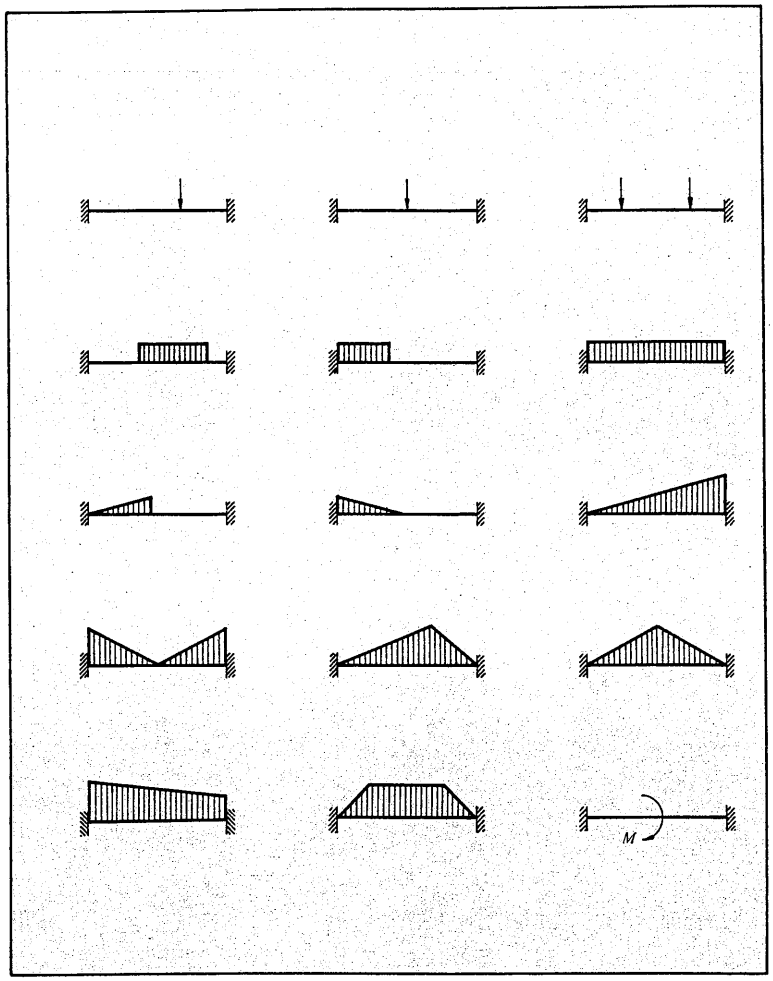
$$\varphi_A = \frac{Ml}{6EI}\left(3\frac{b^2}{l^2} - 1\right) \qquad \varphi_B = \frac{Ml}{6EI}\left(3\frac{a^2}{l^2} - 1\right) \qquad \varphi_C = \frac{M}{3EIl^2}(a^3 + b^3)$$

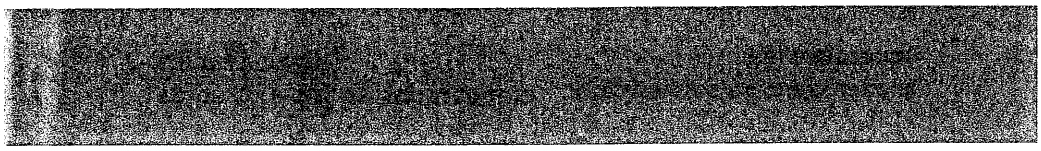
Ecuación de la elástica:

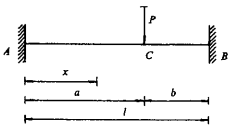
$$y_{AC} = -\frac{Mlx}{6EI}\left(1 - 3\frac{b^2}{l^2} - \frac{x^2}{l^2}\right) \qquad y_{BC} = \frac{Ml(l-x)}{6EI}\left[1 - 3\frac{a^2}{l^2} - \left(\frac{l-x}{l}\right)^2\right]$$

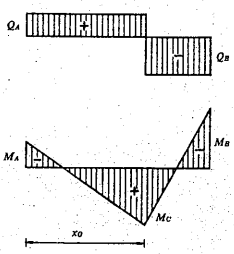
Flecha:

$$f_C = \frac{Mab}{3EIl}(b-a)$$

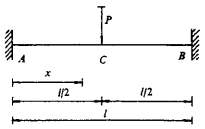

M

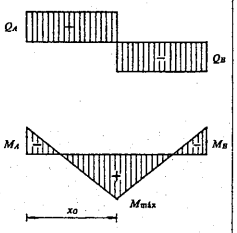




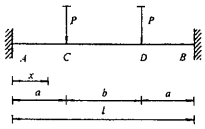
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{Pb^2}{l^3}(l+2a)$ $\quad R_B = \frac{Pa^2}{l^3}(l+2b)$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{Pb^2}{l^3}(l+2a) = \text{const.}$ $\quad Q_{CB} = -\frac{Pa^2}{l^3}(l+2b) = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{Pab^2}{l^2}$ $\quad M_B = -\frac{Pa^2b}{l^2}$ $M_{AC} = \frac{Pb^2}{l^3}(lx+2ax-al)$ $\quad M_{CB} = \frac{Pa^2}{l^3}(lb+l^2-lx-2bx)$ $M_C = \frac{2Pa^2b^2}{l^3}$ $\quad$ para $x_0 = a$

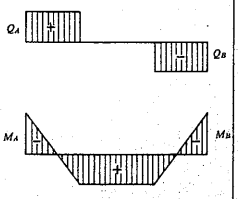
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Pb^2}{6EI}\left(3a-x-\frac{2ax}{l}\right)\frac{x^2}{l^2}$ $\quad y_{BC} = \frac{Pa^2}{6EI}\left[3b-(l-x)-2b\,\frac{l-x}{l}\right]\frac{(l-x)^2}{l^2}$ Flechas: $f_C = \frac{Pa^3b^3}{3EIl^3}$ $\quad f_{\text{máx}} = \frac{2Pb^2a^3}{3EI(l+2a)^2}$ $\quad$ para $x = \frac{2al}{l+2a}$



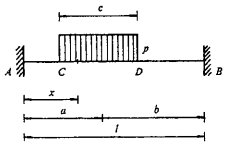
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{P}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{P}{2} = \text{const.}$ $Q_{CB} = -\frac{P}{2} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$ $M_{AC} = \frac{Pl}{8}\left(4\frac{x}{l} - 1\right)$ $M_{máx} = M_C = \frac{Pl}{8}$ para $x_0 = \frac{l}{2}$

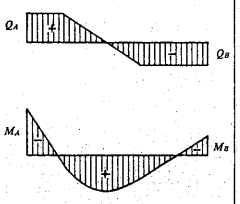
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Plx^2}{48EI}\left(3 - 4\frac{x}{l}\right)$ Flecha máxima: $f_C = \frac{Pl^3}{192EI}$



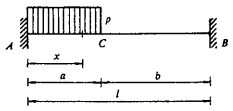
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = P$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = P$ $Q_{CD} = 0$ $Q_{DB} = -P$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{Pa}{l}(l-a)$ $M_{AC} = \frac{P}{l}(lx - la + a^2)$ $M_{CD} = \frac{Pa^2}{l} = \text{const.}$

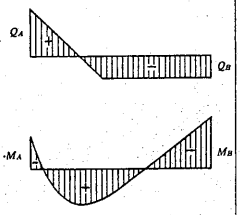
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Px^2}{6EIl}(3al - 3a^2 - lx)$ $y_{CD} = \frac{Pa^2}{6EIl}(-al + 3lx - 3x^2)$ Flecha máxima: $f_{\text{máx}} = \frac{Pa^2}{24EI}(3l - 4a)$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pbc}{l} - \frac{M_A - M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{pac}{l} + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $\quad Q_{BD} = -R_B = \text{const.}$ $Q_{CD} = R_A - p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A$ $\quad M_{CD} = R_A \cdot x + M_A - \frac{p}{2}\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^2$ $M_{BD} = R_B(l - x) + M_B$ $\quad M_A = -\frac{pc^3}{12l^2}\left(l - 3b + \frac{12ab^2}{c^2}\right)$ $M_B = -\frac{pc^3}{12l^2}\left(l - 3a + \frac{12a^2b}{c^2}\right)$

Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x^2}{6EI}(-3M_A - R_A \cdot x)$ $\quad y_{CD} = \frac{1}{24EI}\left[p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^4 - 4R_A \cdot x^3 - 12M_A \cdot x^2\right]$ $y_{DB} = \frac{1}{6EI}\left[R_B \cdot x^3 - 3(M_B + lR_B)x^2 + 3(2M_A + lR_B)lx - (3M_B + lR_B)l^2\right]$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{2l}(l+b) - \frac{M_A - M_B}{l}$ $R_B = \frac{pa^2}{2l} + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $Q_{AC} = R_A - px$ $Q_{CB} = R_A - pa$ $Q_B = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{pa^2}{12l^2}(6l^2 - 8la + 3a^2)$ $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - \frac{px^2}{2}$ $M_{CB} = R_B(l-x) + M_B$ $M_B = -\frac{pa^3}{3l}\left(1 - \frac{3a}{4l}\right)$

Deformaciones

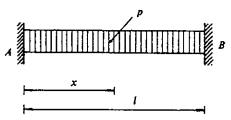
Ecuación de la elástica:

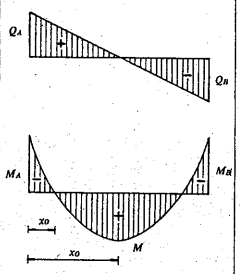
$$y_{AC} = \frac{x^2}{24EI}(px^2 - 4R_A \cdot x - 12M_A)$$

$$y_{CB} = \frac{1}{6EI}[R_B \cdot x^3 - 3(M_B + lR_B)x^2 + 3(2M_B + lR_B)lx - (3M_B + lR_B)l^2]$$

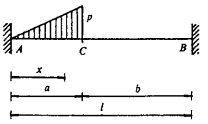
Flecha máxima:

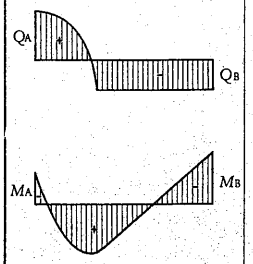
$$f_{máx} = -\frac{2M_B^2}{3R_B^2 EI} \qquad \text{para } x = \frac{2M_B + lR_B}{R_B}$$



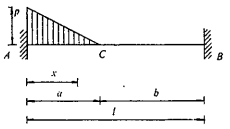
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{pl}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A \qquad Q_x = \frac{p}{2}(l-2x) \qquad Q_B = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = M_B = -\frac{pl^2}{12} \qquad M_x = -\frac{p}{12}(l^2 - 6lx + 6x^2)$ $M_{(centro)} = \frac{pl^2}{24}$ para $x = \frac{l}{2} \qquad M_x = 0$ para $x_0 = 0{,}2113l$

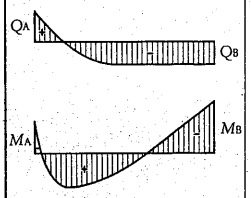
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{pl^4}{24EI}\left(\frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2}\right)^2$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{pl^4}{384EI}$ para $x = \frac{l}{2}$



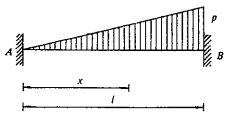
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{2l}\left(b + \frac{a}{3}\right) - \frac{M_A - M_B}{l}$ $R_B = \frac{pa^2}{3l} + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $Q_{AC} = R_A - \frac{px^2}{2a}$ $Q_{CB} = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{pa^2}{30l^2}(10l^2 - 15al + 6a^2)$ $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - \frac{px^3}{6a}$ $M_{CB} = R_B(l - x) + M_B$ $M_B = -\frac{pa^3}{4l}\left(1 - \frac{4a}{5l}\right)$

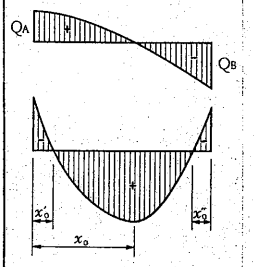
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x^2}{120EI}\left(p\frac{x^3}{a} - 20R_A \cdot x - 60M_A\right)$ $y_{CB} = \frac{1}{6EI}\left[R_B \cdot x^3 - 3(M_B + lR_B)x^2 + 3(2M_B + lR_B)lx - (3M_B + lR_B)l^2\right]$ Flecha máxima: $f_{máx} = -\frac{2M_B^3}{3R_B^2EI}$ para $x = \frac{2M_B + lR_B}{R_B}$



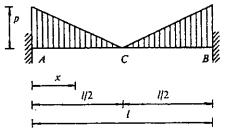
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l-a) - \frac{M_A - M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{pa^2}{6l} + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $\quad Q_{AC} = R_A - px\left(1 - \frac{x}{2a}\right)$ $\quad Q_B = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{pa^2}{60l^2}(10l^2 - 10al + 3a^2)$ $\quad M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - p\frac{x^3}{6a}(3a-x)$ $M_{CB} = R_B(l-x) + M_B$ $\quad M_B = -\frac{pa^3}{12l}\left(1 - \frac{3a}{5l}\right)$

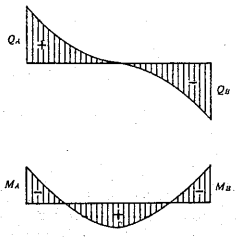
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = -\frac{x^2}{120EI}\left(\frac{px^3}{a} - 5px^2 + 20R_A \cdot x + 60M_A\right)$ $y_{CB} = \frac{1}{6EI}\left[R_B \cdot x^3 - 3(M_B + lR_B)x^2 + 3(2M_B + lR_B)lx - (3M_B + lR_B)l^2\right]$ Flecha máxima: $f_{máx} = -\frac{2M_B^3}{3R_B^2EI}$ $\quad$ para $x = \frac{2M_B + lR_B}{R_B}$



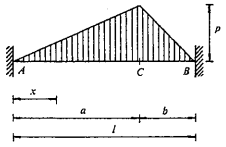
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{3}{20} pl$ $\quad R_B = \frac{7}{20} pl$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $\quad Q_x = \frac{p}{20l}(3l^2 - 10x^2)$ $\quad Q_A = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{pl^2}{30}$ $\quad M_x = R_A \cdot x + M_A - \frac{px^3}{6l}$ $\quad M_B = -\frac{pl^2}{20}$ $M_{máx} = \frac{pl^2}{30}\left(-1 + 3\sqrt{0,3}\right)$ para $x_0 = l\sqrt{0,3}$ $M_x = 0$ para $\begin{cases} x'_0 = 0,237l \\ x''_0 = 0,809l \end{cases}$

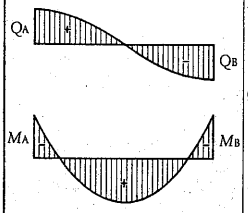
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{px^3(l-x)^2}{120EIl}(2l + x)$ Flecha máxima: $f_{máx} = -\frac{pl^4}{764\ EI}$ para $x = \frac{21}{40} l$



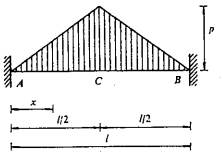
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	**Reacciones:** $R_A = \frac{pl}{4}$ $R_B = \frac{pl}{4}$ **Esfuerzos cortantes:** $Q_A = R_A$ $Q_{AC} = \frac{pl}{4} - px\left(1 - \frac{x}{l}\right)$ $Q_{CB} = -Q_{AC}$ $Q_B = -R_B$ **Momentos flectores:** $M_A = M_B = -\frac{1}{32}pl^2$ $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - p\frac{x^2}{3l}\left(\frac{3l}{2} - x\right)$ $M_{CB} = R_B(l-x) + M_B - p\frac{(l-x)^2}{3l}\left(\frac{l}{2} + x\right)$ $M_{(centro)} = \frac{1}{96}pl^2$ para $x = \frac{l}{2}$

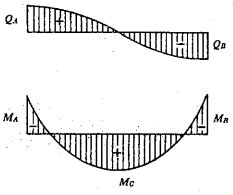
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = -\frac{x^2}{120EI}\left(\frac{2px^3}{l} - 5px^2 + 20R_A \cdot x + 60M_A\right)$ $y_{CB} = -\frac{(l-x)^2}{120EI}\left(\frac{2p(l-x)^3}{l} - 5p(l-x)^2 + 20R_B(l-x) + 60M_B\right)$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{pl^4}{1280EI}$



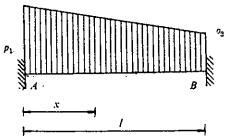
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{p}{6}(l+b) - \frac{M_A - M_B}{l}$ $\qquad R_B = \frac{p}{6}(l+a) + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $\qquad Q_{AC} = R_A - \frac{px^2}{2a}$ $\qquad Q_{CB} = -R_B + \frac{p(l-x)^2}{2b}$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{p}{20l}\left(l^3 + al^2 - \frac{7}{3}a^2l + a^3\right)$ $M_B = -\frac{p}{30l}\left(l^3 + al^2 + a^2l - \frac{3}{2}a^3\right)$ $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - \frac{px^3}{6a}$ $\qquad M_{BC} = R_B(l-x) + M_B - \frac{p(l-x)^3}{6b}$

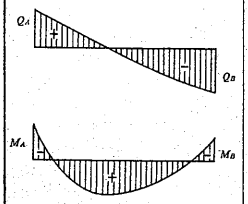
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x^2}{120EI}\left(\frac{px^3}{a} - 20R_A \cdot x - 60M_A\right)$ $\qquad y_{CB} = \frac{(l-x)^2}{120EI}\left(p\frac{(l-x)^3}{b} - 20R_B(l-x) - 60M_A\right)$



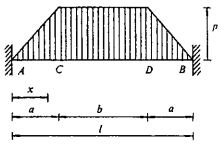
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{pl}{4}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A \qquad Q_{CB} = pl\left(\frac{1}{4} - \frac{x^2}{l^2}\right) \qquad Q_B = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = M_B = -\frac{5}{96}pl^2 \qquad M_{AC} = R_A\ x + M_A - \frac{px^3}{3l}$ $M_{(centro)} = \frac{1}{32}pl^2 \qquad M_{BC} = R_B(l-x) + M_B - \frac{p(l-x)^3}{3l}$

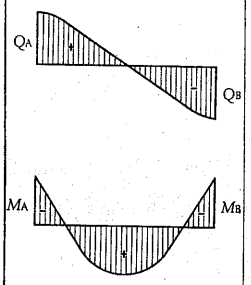
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{px^2}{960EIl}(16x^3 - 40l^2x + 25l^3) \qquad y_{CB} = \frac{p(l-x)^2}{960EIl}\left[16(l-x)^3 - 40l^2(l-x) + 25l^3\right]$ Flecha máxima: $f_{máx} = \frac{7pl^4}{3840EI}$ para $x = \frac{l}{2}$



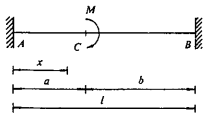
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{l}{6}(2p_1 + p_2) - \frac{M_A - M_B}{l}$ $R_B = \frac{l}{6}(p_1 + 2p_2) + \frac{M_A - M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $Q_x = R_A - \frac{p_1(2l - x) + p_2 x}{2l} x$ $Q_B = -R_B$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{l^2}{60}(3p_1 + 2p_2)$ $M_x = R_A \cdot x + M_A - \frac{p_1(3l - x) + p_2 x}{6l} x^2$ $M_B = -\frac{l^2}{60}(2p_1 + 3p_2)$

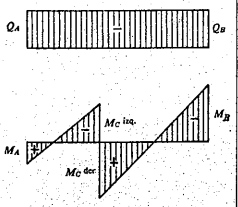
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{x^2}{24EIl}\left[\frac{(p_2 - p_1)}{5} x^3 + p_1 l x^2 - 4R_A \cdot l x - 12M_A \cdot l\right]$



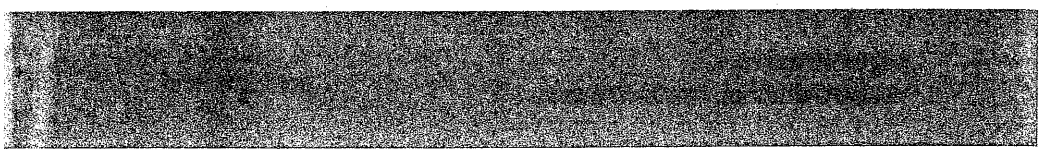
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{p}{2}(l-a)$ $R_B = \frac{p}{2}(l-a)$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{p}{2}(l-a)$ $Q_{AC} = \frac{p}{2}(l-a) - p\frac{x^2}{2a}$ $Q_{CD} = \frac{p}{2}(l-2x)$ $Q_{DB} = -\frac{p}{2}(l-a) + \frac{p}{2}\frac{(l-x)^2}{a}$ $Q_B = -\frac{p}{2}(l-a)$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{pl}{96}(l+b)\left(5-\frac{b^2}{l^2}\right)$ $M_{AC} = R_A \cdot x + M_A - \frac{p}{6}\frac{x^3}{a}$ $M_{CD} = R_A \cdot x + M_A + \frac{p}{6}(-3x^2 + 3ax - a^2)$

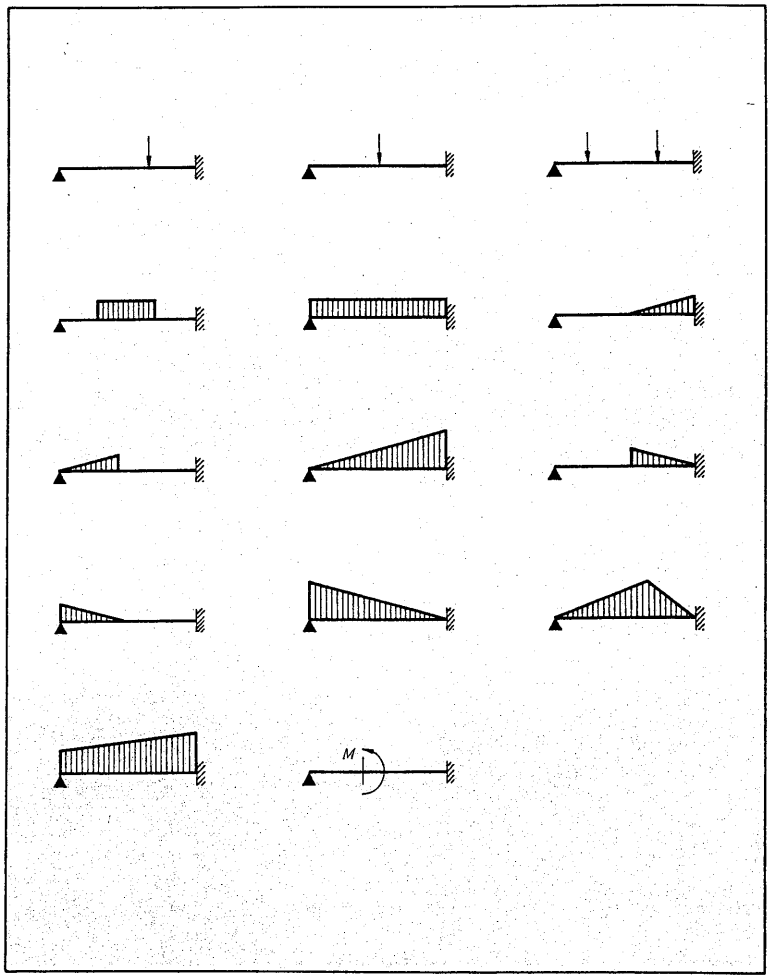
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x^2}{120EI}\left(\frac{px^3}{a} - 20R_A \cdot x - 60M_A\right)$ $y_{CD} = \frac{1}{120EI}[5px^4 - 10(pa + 2R_A)x^3 + 10(pa^2 - 6M_A)x^2 - 5pa^3x + pa^4]$ $y_{DB} = \frac{(l-x)^2}{120EI}\left[p\frac{(l-x)^3}{a} - 20R_B(l-x) - 60M_B\right]$

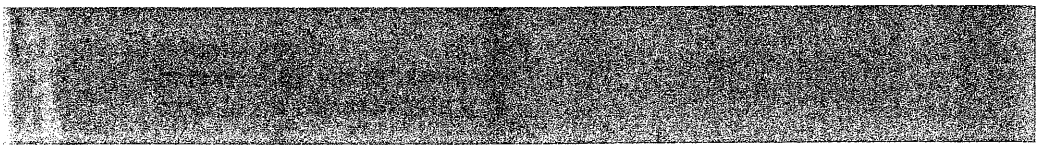


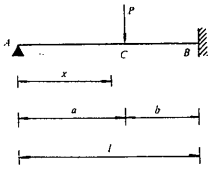
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = -\frac{6M}{l^3}ab \qquad R_B = \frac{6M}{l^3}ab$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -\frac{6M}{l^3}ab = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_A = \frac{Mb}{l}\left(2-3\frac{b}{l}\right) \qquad M_B = -\frac{Ma}{l}\left(2-3\frac{a}{l}\right)$ $M_{AC} = \frac{Ma}{l}\left[3\frac{a}{l}\left(1-2\frac{x}{l}\right)-1\right]$ $M_{CB} = -\frac{Mb}{l}\left[3\frac{b}{l}\left(1-2\frac{l-x}{l}\right)-1\right]$ $M_C^{izq} = M_A - \frac{6M}{l^3}a^2b \qquad M_C^{der} = M_A + \frac{M}{l^3}(l^3-6a^2b)$

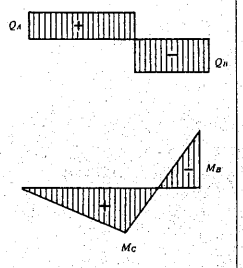
Deformaciones
Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Mbx^2}{2EIl}\left(2a\frac{l-x}{l^2}-\frac{b}{l}\right) \qquad y_{BC} = \frac{Ma(l-x)^2}{2EIl}\left(2\frac{bx}{l^2}-\frac{a}{l}\right)$ Flecha: $f_C = -\frac{Ma^2b^2}{2EIl^3}(a-b)$




M





Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	**Reacciones:** $R_A = \frac{Pb^2}{2l^3}(3l - b)$ $\quad R_B = \frac{Pa}{2l^3}(3l^2 - a^2)$ **Esfuerzos cortantes:** $Q_{AC} = \frac{Pb^2}{2l^3}(3l - b) = \text{const.}$ $\quad Q_{CB} = -\frac{Pa}{2l^3}(3l^2 - a^2) = \text{const.}$ **Momentos flectores:** $M_{AC} = \frac{Px}{2l^3} b^2(3a + 2b)$ $\quad M_{CB} = \frac{Pa}{2l^3}(2l^3 - 3l^2x + a^2x)$ $M_B = -\frac{Pa}{2l^3}(l^2 - a^2)$ $\quad M_C = \frac{Pa}{2l^3} b^2(3a + 2b)$

Deformaciones

Angulos de giro:

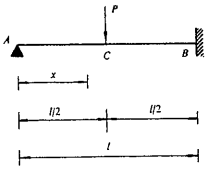
$$\varphi_A = \frac{Pa(l-a)^2}{4EIl} \qquad \varphi_C = \frac{Pa(l-a)^2}{4EIl^3}(l^2 - 2al - a^2)$$

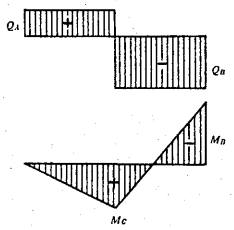
Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{Pb^2x}{12EIl^3}[3al^2 - x^2(2l + a)] \qquad y_{CB} = \frac{Pa(l-x)^2}{12EI}\left[3\left(1 - \frac{a^2}{l^2}\right) - \left(3 - \frac{a^2}{l^2}\right)\frac{l-x}{l}\right]$$

Flecha máxima:

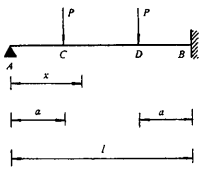
$$f_{máx} = \frac{Pb^2a}{6EI}\sqrt{\frac{a}{2l+a}} \qquad \text{para } x = l\sqrt{\frac{a}{2l+a}}$$

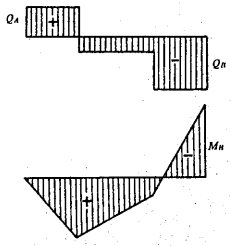


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{5}{16}P$ $R_B = \frac{11}{16}P$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{5}{16}P$ $Q_{CB} = -\frac{11}{16}P$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{5}{16}Px$ $M_{CB} = \frac{Pl}{16}\left(11\frac{l-x}{l} - 3\right)$ $M_B = -\frac{3}{16}Pl$ $M_C = \frac{5}{32}Pl$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{Pl^2}{32EI}$ $\varphi_C = -\frac{Pl^2}{128EI}$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Pl^2}{96EI}x\left(3 - 5\frac{x^2}{l^2}\right)$ $y_{CB} = \frac{Pl}{96EI}(l-x)^2\left(9 - 11\frac{l-x}{l}\right)$ Flechas: $f_C = \frac{7Pl^3}{768EI}$ $f_{máx} = \frac{Pl^3}{48\sqrt{5}EI}$ para $x = \frac{l}{\sqrt{5}}$

vigas simples apoyadas en un extremo y empotradas en el otro



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = P\dfrac{2l^2+3a^2-3al}{2l^2}$ $\quad R_B = P\dfrac{2l^2+3al-3a^2}{2l^2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = P\dfrac{2l^2+3a^2-3al}{2l^2}$ $\quad Q_{CD} = 3P\ a\ \dfrac{a-l}{2l^2}$ $Q_{DB} = P\dfrac{3a^2-3al-2l^2}{2l^2}$ Momentos flectores: $M_{AC} = P\dfrac{2l^2+3a^2-3al}{2l^2}\,x$ $M_{CD} = P\left[\dfrac{3a(a-l)x}{2l^2}+a\right]$ $\quad M_{DB} = P\left[\dfrac{3a^2-3al-2l^2}{2l^2}\,x+l\right]$ $M_B = -3Pa\dfrac{l-a}{2l}$

Deformaciones

Angulos de giro:

$$\varphi_A = P\frac{a(l-a)}{4EI}$$

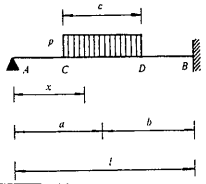
Ecuación de la elástica:

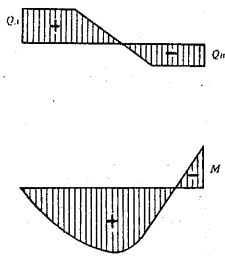
$$y_{AC} = \frac{Px}{12EIl^2}[(3al-3a^2-2l^2)x^2+3al^2-3a^2l^2] \qquad y_{CD} = \frac{Pa}{12EIl^2}[3(l-a)x^3-6l^2x^2+3l^2(l+a)x-2l^2a^2]$$

$$y_{DB} = \frac{P(l-x)^2}{12EIl^2}[(3a^2-3al-2l^2)x+2l(3a^2-3al+l^2)]$$

Flecha:

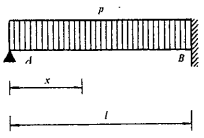
$f_{máx}$ para $x = \dfrac{2l-\sqrt{l^2+3a^2}}{3(l-a)l}$

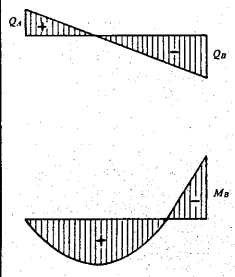


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pbc}{l} + \frac{M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{pac}{l} - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $\quad Q_{DB} = -R_B = \text{const.}$ $Q_{CD} = R_A - p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $\quad M_{CD} = R_A \cdot x - \frac{p}{2}\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^2$ $M_{DB} = R_B(l - x) + M_B$ $\quad M_B = -\frac{pabc}{2l^2}\left(l + a - \frac{c^2}{4b}\right)$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pc^3}{48EIl}\left(l - 3b + \frac{12ab^2}{c^2}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x}{48EIl}\left[-8R_A l x^2 + pc^3\left(l - 3b + \frac{12ab^2}{c^2}\right)\right]$ $y_{CD} = \frac{1}{48EIl}\left[-8R_A \cdot l x^3 + 2pl\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^4 + pc^3\left(l - 3b + \frac{12ab^2}{c^2}\right)x\right]$ $y_{DB} = -\frac{(l-x)^2}{6EI}\left[R_B(l - x) + 3M_B\right]$

vigas simples apoyadas en un extremo y empotradas en el otro



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{3}{8}pl$ $R_B = \frac{5}{8}pl$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = pl\left(\frac{3}{8} - \frac{x}{l}\right)$ $Q_A = \frac{3}{8}pl$ $Q_B = -\frac{5}{8}pl$ Momentos flectores: $M_x = \frac{px}{8}(3l - 4x)$ $M_B = -\frac{pl^2}{8}$ $M_{\text{máx rel}} = \frac{9}{128}pl^2$ para $x = \frac{3}{8}l$ $M = 0$ para $x = \frac{3}{4}l$

Deformaciones

Angulos de giro:

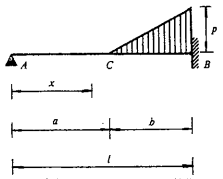
$$\varphi_A = \frac{pl^3}{48EI}$$

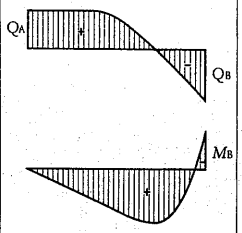
Ecuación de la elástica:

$$y_x = \frac{px}{48EI}(l + 2x)(l - x)^2$$

Flecha máxima:

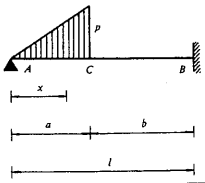
$$f_{\text{máx}} = \frac{pl^4}{185EI} \quad \text{para } x = \frac{1 + \sqrt{33}}{16}l$$

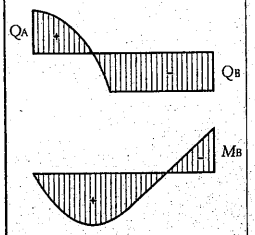


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pb^2}{6l} - \frac{pb^2}{120l^3}(20l^2 - 15bl + 3b^2)$ $R_B = \frac{pb}{6l}(3l - b) + \frac{pb^2}{120l^3}(20l^2 - 15bl + 3b^2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{CB} = R_A - \frac{p(x-a)^2}{2b}$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CB} = R_A \cdot x - \frac{p(x-a)^3}{6b}$ $M_B = -\frac{pb^2}{120l^2}(20l^2 - 15bl + 3b^2)$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pb^3}{48EI}\left(1 - \frac{3b}{5l}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x}{240Elb}[-40R_A \cdot lx^2 + pb^3(5l - 3b)]$ $y_{CB} = \frac{1}{240Elbl}[2pl(x-a)^6 - 40R_A \cdot blx^3 + pb^4(5l - 3b)x]$

vigas simples apoyadas en un extremo y empotradas en el otro



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l - 2a) + \frac{M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{pa^2}{3l} - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A - \frac{px^2}{2a}$ $\quad Q_{BC} = -R_B$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x - \frac{px^3}{6a}$ $\quad M_{CB} = R_B(l - x) + M_B$ $M_B = -\frac{pa^2}{6}\left(1 - \frac{3a^2}{5l^2}\right)$

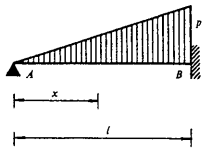
Deformaciones

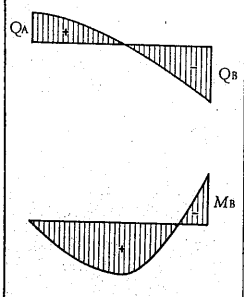
Angulos de giro:

$$\varphi_A = \frac{pa^2}{120EIl}(10l^2 - 15al + 6a^2)$$

Ecuación de la elástica:

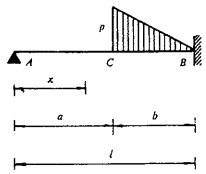
$$y_{AC} = \frac{x}{120EIal}[plx^4 - 20R_A \cdot alx^2 + pa^2(10l^2 - 15al + 6a^2)] \qquad y_{CB} = -\frac{(l-x)^3}{6EI}\left[R_B(l-x) + 3M_B\right]$$

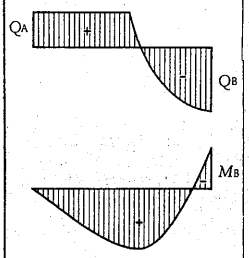


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pl}{10}$ $\quad R_B = \frac{4}{10}pl$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pl}{10}$ $\quad Q_x = \frac{pl}{10} - \frac{px^2}{2l}$ $\quad Q_B = -\frac{4}{10}pl$ Momentos flectores: $M_x = \frac{px}{30l}(3l^2 - 5x^2)$ $\quad M_B = -\frac{pl^2}{15}$ $M_{\text{máx rel}} = \frac{pl^2}{15\sqrt{5}}$ para $x = \frac{l}{\sqrt{5}}$

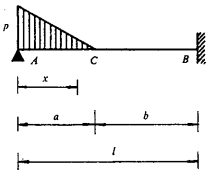
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pl^2}{120EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{px}{120EIl}(l^2 - x^2)^2$ Flecha: $f_{\text{máx}} = \frac{2pl^4}{375\sqrt{5}EI}$ para $x = \frac{l}{\sqrt{5}}$

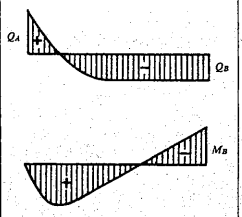
vigas simples apoyadas en un extremo y empotradas en el otro



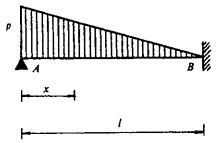
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pb^2}{3l} - \frac{pb^2}{120l^3}(40l^2 - 45bl + 12b^2)$ $R_B = \frac{pb}{6l}(3l - 2b) + \frac{pb^2}{120l^3}(40l^2 - 45bl + 12b^2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{CB} = R_A - p\frac{b + l - x}{2b}(x - a)$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CB} = R_A \cdot x - p\frac{2b + l - x}{6b}(x - a)^2$ $M_B = -\frac{pb^2}{120l^2}(40l^2 - 45bl + 12b^2)$

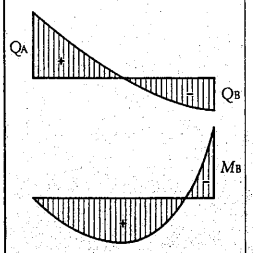
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pb^3}{16EI}\left(1 - \frac{4b}{5l}\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x}{240EIl}[-40R_A \cdot lx^2 + 3pb^3(5l - 4b)]$ $y_{CB} = \frac{1}{240EIbl}[-2pl(x - a)^5 + 10pbl(x - a)^4 - 40R_A \cdot blx^3 + 3pb^4(5l - 4b)x]$



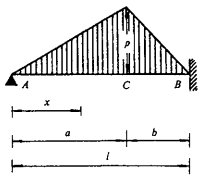
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l-a) + \frac{M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{pa^2}{6l} - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A - p\,\frac{2a-x}{2}\,x$ $\quad Q_{CB} = -R_B = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x - p\,\frac{x^2}{6a}(3a-x)$ $\quad M_{BC} = R_B(l-x) + M_B$ $M_B = -\frac{pa^2}{12}\left(1 - \frac{3a^2}{10l^2}\right)$

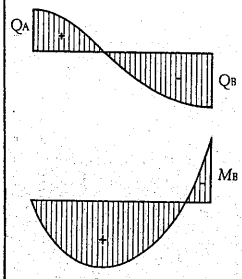
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pa^2}{240EIl}(10l^2 - 10al + 3a^2)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x}{240EIal}[-2plx^4 + 10palx^3 - 40R_A \cdot alx^2 + pa^3(10l^2 - 10al + 3a^2)]$ $y_{CB} = -\frac{(l-x)^2}{6EI}\left[R_B(l-x) + 3M_B\right]$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{11}{40} pl \qquad R_B = \frac{9}{40} pl$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{11}{40} pl \qquad Q_x = \frac{p}{40l}(20x^2 - 40xl + 11l^2) \qquad Q_B = -\frac{9}{40} pl$ Momentos flectores: $M_x = \frac{pl^2}{120}\left[27\frac{l-x}{l} - 20\left(\frac{l-x}{l}\right)^3 - 7\right] \qquad M_B = -\frac{7}{120} pl^2$ $M_{\text{máx rel}} = \frac{pl^2}{600}(27\sqrt{5} - 35) \quad \text{para } x = \left(1 - \frac{3}{2\sqrt{5}}\right) l$

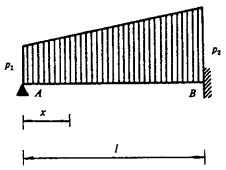
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{pl^3}{80EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{px(l-x)^2}{240EIl}[-2(l-x)^2 - 2l(l-x) + 7l^2]$ Flecha: $f_{\text{máx}} = 0{,}003\frac{pl^4}{EI} \quad \text{para } x = 0{,}598l$

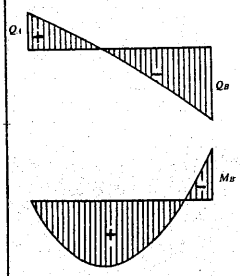


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{p}{6}(l+b) + \frac{M_B}{l}$ $R_B = \frac{p}{6}(l+a) - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = R_A$ $Q_{AC} = R_A - \frac{px^2}{2a}$ $Q_{CB} = -R_B + \frac{p(l-x)^2}{2b}$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x - \frac{px^3}{6a}$ $M_{CB} = R_B(l-x) + M_B - \frac{p(l-x)^3}{6b}$ $M_B = -\frac{p(l+a)}{120l}(7l^2 - 3a^2)$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{p}{80EI}\left(l^3 + al^2 - \frac{7}{3}a^2l + a^3\right)$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{x}{240EIa}[2px^4 - 40R_A\ ax^2 + pa(3l^3 + 3al^2 - 7a^2l + 3a^3)]$ $y_{CB} = \frac{(l-x)^2}{120EIb}(p(l-x)^3 - 20R_B \cdot b(l-x) - 60M_B \cdot b)$

vigas simples apoyadas en un extremo y empotradas en el otro



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	**Reacciones:** $R_A = \frac{l}{6}(2p_1 + p_2) + \frac{M_B}{l}$ $\quad R_B = \frac{l}{6}(p_1 + 2p_2) - \frac{M_B}{l}$ **Esfuerzos cortantes:** $Q_x = R_A - \frac{p_1(2l - x) + p_2 x}{2l} x$ $\quad Q_B = -R_B$ **Momentos flectores:** $M_x = R_A \cdot x - \frac{p_1(3l - x) + p_2 x}{6l} x^2$ $\quad M_B = -\frac{l^2}{120}(7p_1 + 8p_2)$

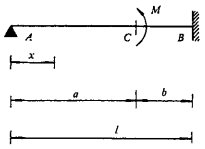
Deformaciones

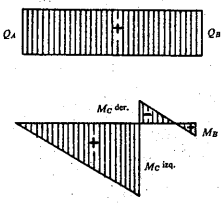
Angulos de giro:

$$\varphi_A = \frac{l^3}{240EI}(3p_1 + 2p_2)$$

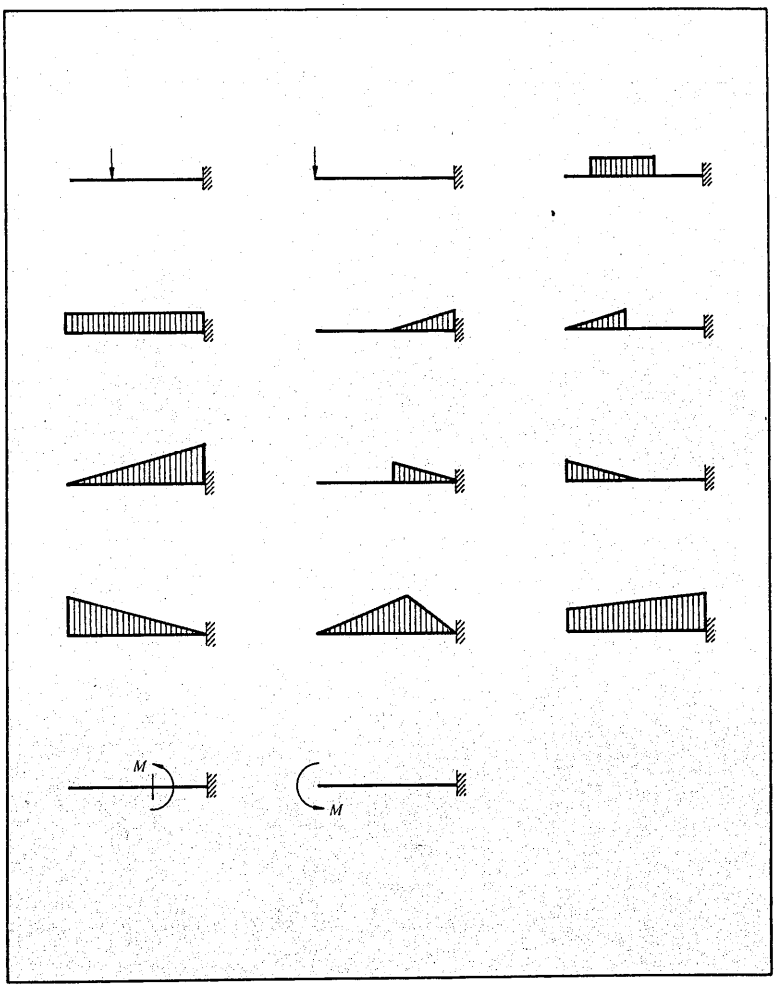
Ecuación de la elástica:

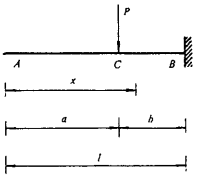
$$y_x = \frac{x}{120EIl}\left[(p_2 - p_1)x^4 + 5lp_1 \cdot x^3 - 20R_A \cdot lx^2 + 5l[12R_A \cdot l^2 - (3p_1 + p_2)l^3]\right]$$

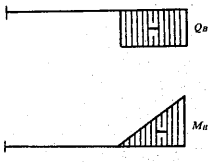


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = -R_B = \frac{3}{2}\frac{M}{l^3}(l^2 - a^2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = R_A = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_C^{dcha} = R_A \cdot a - M$ $M_C^{izq} = R_A \cdot a$ $M_B = \frac{M}{2l^2}(l^2 - 3a^2)$ $M_{AC} = \frac{3}{2}\frac{Mx}{l^3}(l^2 - a^2)$ $M_{BC} = \frac{M}{2}\left[3\frac{x}{l}\left(1 - \frac{a^2}{l^2}\right) - 2\right]$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \frac{M}{4EIl}(l-a)(3a-l)$ $\varphi_C = \frac{M}{4EI}b\left[3\frac{b}{l}\left(1+\frac{a}{l}\right)^2 - 4\right]$ Ecuación de la elástica: $y_{AC} = \frac{Mbx}{4EIl^3}[-4l^3 - (x^2 - 3l^2)(a+l)]$ $y_{BC} = \frac{M}{4EIl^3}(l-x)^3[2a^2l - x(l^2 - a^2)]$


M
M



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = P$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = 0 \qquad Q_{CB} = -P = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = 0 \qquad M_{CB} = -P(x-a) \qquad M_B = -Pb$

Deformaciones

Angulos de giro:

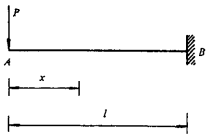
$$\varphi_C = \varphi_A = -\frac{P}{2EI} b^2$$

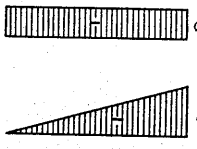
Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{Pb^2}{6EI}[3(l-x)-b] \qquad y_{CB} = \frac{P}{6EI}(l-x)^2(2b-a+x)$$

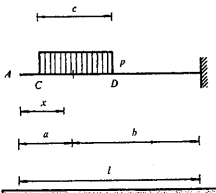
Flechas:

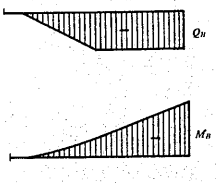
$$f_C = \frac{Pb^3}{3EI} \qquad f_A = \frac{Pb^2}{6EI}(2b+3a)$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = P$ Esfuerzos cortantes: $Q_B = Q_x = -P = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_x = -Px \qquad M_B = -Pl$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{Pl^2}{2EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{P}{6EI}(l-x)^2(2l+x)$ Flecha: $f_A = \frac{Pl^3}{3EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	**Reacciones:** $R_B = pc$ **Esfuerzos cortantes:** $Q_{AC} = 0 \qquad Q_{CD} = -p\left(x - a + \frac{c}{2}\right) \qquad Q_{DB} = -pc = \text{const.}$ **Momentos flectores:** $M_{AC} = 0 \qquad M_{CD} = -\frac{p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^2}{2} \qquad M_D = -\frac{pc^2}{2}$ o $M_{DB} = -pc(x - a) \qquad M_B = -pcb$

Deformaciones

Ángulos de giro:

$$\varphi_D = -\frac{pc}{2EI}\left(b^2 - \frac{c^2}{4}\right) \qquad \varphi_C = -\frac{pc}{2EI}\left(b^2 + \frac{c^2}{12}\right) \qquad \varphi_A = \varphi_C$$

Ecuación de la elástica:

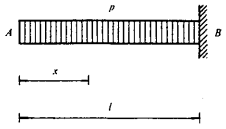
$$y_{DB} = \frac{pc}{6EI}(l - x)^2(2b - a + x) \qquad y_{DC} = \frac{p}{24EI}\left[\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^4 + 4c(a - x)\left(3b^2 + \frac{c^2}{4}\right) + 8b^3c\right]$$

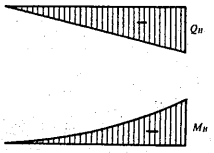
$$y_{AC} = \frac{pc}{6EI}\left[(a - x)\left(3b^2 + \frac{c^2}{4}\right) + 2b^3\right]$$

Flechas:

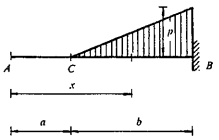
$$f_D = \frac{pc}{EI}\left(b - \frac{c}{2}\right)^2\left(\frac{b}{3} + \frac{c}{12}\right) \qquad f_C = \frac{pc}{12EI}\left[\left(b + \frac{c}{2}\right)^2(4b - c) + c^3\right]$$

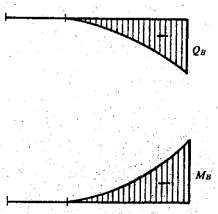
$$f_A = \frac{pc}{6EI}\left[a\left(3b^2 + \frac{c^2}{4}\right) + 2b^3\right]$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = pl$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -px$ $\quad Q_B = -pl$ Momentos flectores: $M_x = -p\frac{x^2}{2}$ $\quad M_B = -p\frac{l^2}{2}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{pl^3}{6EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{p}{24EI}(l-x)^3(3l^2+2lx+x^2)$ Flecha: $f_A = \frac{pl^4}{8EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pb}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = 0 \qquad Q_{CB} = -\frac{p(x-a)^2}{2b} \qquad Q_B = -\frac{pb}{2}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{p(x-a)^3}{6b} \qquad M_B = -\frac{pb^2}{6}$

Deformaciones

Angulos de giro:

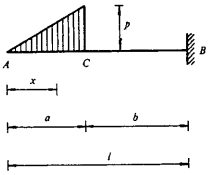
$$\varphi_C = \varphi_A = -\frac{pb^3}{24EI}$$

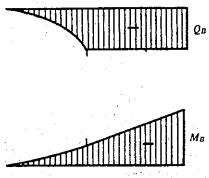
Ecuación de la elástica:

$$y_{CB} = \frac{p}{120EIb}\left[(x-a)^5 - 5b^4x + 5b^4l - b^5\right] \qquad y_{AC} = \frac{pb^3}{120EI}(-5x + 5l - b)$$

Flechas:

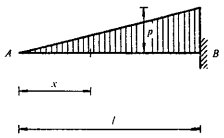
$$f_A = \frac{pb^3a}{24EI} + \frac{pb^4}{30EI} \qquad f_C = \frac{pb^4}{30EI}$$

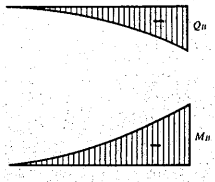


Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pa}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = -\frac{px^2}{2a}$ $Q_{CB} = -\frac{pa}{2}$ Momentos flectores: $M_{AC} = -\frac{px^3}{6a}$ $M_{CB} = -\frac{pa}{2}\left(x - \frac{2}{3}a\right)$ $M_B = -\frac{pa}{2}\left(l - \frac{2}{3}a\right)$

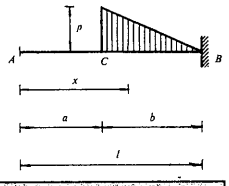
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_C = \frac{pa}{36EI}[a^2 - (3l - 2a)^2]$ $\varphi_A = -\frac{pa}{72EI}[a^2 + 2(3l - 2a)^2]$ Ecuación de la elástica: $y_{CB} = \frac{pa}{12EI}\left[\left(x - \frac{2}{3}a\right)^3 - 3\left(l - \frac{2}{3}a\right)^2 x + 2\left(l - \frac{2}{3}a\right)^2\left(l + \frac{a}{3}\right)\right]$ $y_{AC} = \frac{p}{EI}\left[\frac{x^5}{120a} - \frac{a^3}{72}x - \frac{a}{4}\left(l - \frac{2}{3}a\right)^2 x + \frac{7a^4}{810} + \frac{a}{6}\left(l - \frac{2}{3}a\right)^2\left(l + \frac{a}{3}\right)\right]$ Flechas: $f_A = \frac{pa}{30EI}\left(a^3 - 5al^2 + 5l^3\right)$ $f_C = \frac{pa}{12EI}\left(-a^3 + 4a^2 l - 5al^2 + 2l^3\right)$

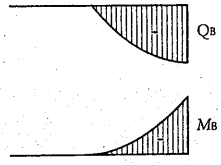
Vigas simples en voladizo



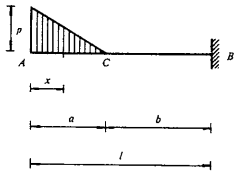
Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pl}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -\frac{px^2}{2l}$ $Q_B = -\frac{pl}{2}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{px^3}{6l}$ $M_B = -\frac{pl^2}{6}$

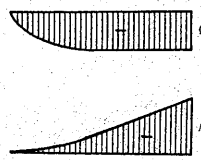
Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{pl^3}{24EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{p(l-x)^2}{24EI}\left[2lx + (l-x)^2 - \frac{(l-x)^3}{5l}\right]$ Flecha: $f_A = \frac{pl^4}{30EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pb}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = 0 \qquad Q_{CB} = -p\,\frac{b+l-x}{2b}(x-a) \qquad Q_B = -\frac{pb}{2}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{p(x-a)^2}{6b}(2b+l-x) \qquad M_B = -\frac{pb^2}{3}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = \varphi_C = -\frac{pb^3}{8EI}$ Ecuación de la elástica: $y_{CB} = \frac{p}{120Elb}\left[-(x-a)^5 + 5b(x-a)^4 - 15b^4x - 4b^5 + 15b^4l\right]$ $y_{AC} = \frac{pb^3}{120EI}(-15x - 4b + 15l)$ Flechas: $f_A = \frac{pb^3}{120EI}(-4b + 15l) \qquad f_C = \frac{11pb^4}{120EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pa}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = -\frac{px}{2a}(2a - x)$ $Q_{CB} = -\frac{pa}{2} = \text{const.}$ Momentos flectores: $M_{AC} = -\frac{px^2}{6a}(3a - x)$ $M_{CB} = -\frac{pa}{2}\left(x - \frac{1}{3}a\right)$ $M_B = -\frac{pa}{2}\left(l - \frac{1}{3}a\right)$

Deformaciones

Angulos de giro:

$$\varphi_C = -\frac{pa}{36EI}[4a^2 - (3l - a)^2] \qquad \varphi_A = -\frac{pal}{24EI}\left(5a^3 + 4a^2l - 6al^2\right)$$

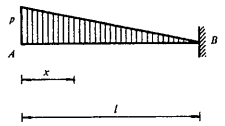
Ecuación de la elástica:

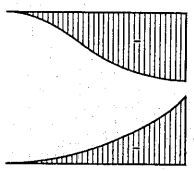
$$y_{CB} = \frac{pa}{324EI}\left[(3x - a)^3 - 9(3l - a)^2x + (3l - a)^3(6l + a)\right]$$

$$y_{AC} = \frac{p}{120EI}\left(-\frac{x^5}{a} + 5x^4 - 5(5a^3 + 4a^2l - 6a^2l)x + 21a^4 + 40a^3l - 70a^2l^2 + 20al^3\right)$$

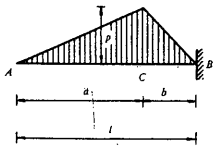
Flechas:

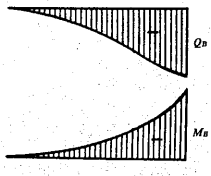
$$f_A = \frac{pa}{120EI}(21a^3 + 40a^2l - 70al^2 + 20l^3) \qquad f_C = \frac{pal}{6EI}(l - a)^2$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pl}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -\frac{px}{2l}(2l - x)$ $\quad Q_B = -\frac{pl}{2}$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{px^2}{6l}(3l - x)$ $\quad M_B = -\frac{pl^2}{3}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{pl^3}{8EI}$ Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{pl^4}{120EI}\left[11 - 15\frac{x}{l} + \frac{x^4}{l^4}\left(5 - \frac{x}{l}\right)\right]$ Flecha: $f_A = \frac{11pl^4}{120EI}$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{pl}{2}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = -\frac{px^2}{2a}$ $Q_C = -\frac{pa}{2}$ $Q_{CB} = -\frac{pa}{2} - \frac{p(x-a)}{2b}(b+l-x)$ $Q_B = -\frac{pl}{2}$ Momentos flectores: $M_{AC} = -\frac{px^3}{6a}$ $M_C = -\frac{pa^2}{6}$ $M_{CB} = -\frac{p}{6}\left[3ax - 2a^2 + \frac{(x-a)^2}{b}(2b+l-x)\right]$ $M_B = -\frac{pl(b+l)}{6}$

Deformaciones

Angulos de giro:

$$\varphi_C = -pb\,\frac{a^2+3l^2}{24EI} \qquad \varphi_A = -\frac{pl}{24EI}(a^2+3bl)$$

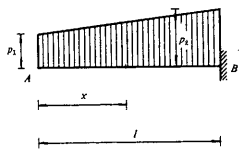
Ecuación de la elástica:

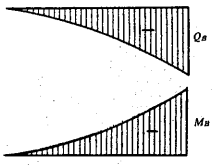
$$y_{AC} = \frac{p}{120EIa}\left[x^5 - 5al(a^2+3bl)x + ab^2(29a^2+13ab+11l^2) + 4a^5 + 20a^4b\right]$$

$$y_{CB} = \frac{p}{120EIb}\left[-x^5 + 5lx^4 - 10alx^3 + 10a^2lx^2 - 5l^2(a^2+3b^2)x + l^3(a^2+11b^2+2ab)\right]$$

Flechas:

$$f_A = \frac{p}{120EI}\left[b^2(29a^2+13ab+11l^2) + 4a^4 + 20a^3b\right] \qquad f_C = \frac{p}{120EI}(l-a)^2(a^2-2al+11l^2)$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = \frac{l}{2}(p_1 + p_2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = -\frac{p_2 - p_1}{2}\frac{x^2}{l} - p_1 x \qquad Q_B = -\frac{l}{2}(p_1 + p_2)$ Momentos flectores: $M_x = -\frac{x^2}{6l}\left[(p_2 - p_1)x + 3lp_1\right] \qquad M_B = -\frac{l^2}{6}(p_2 + 2p_1)$

Deformaciones

Angulos de giro:

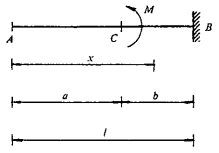
$$\varphi_A = -\frac{l^3(3p_1 + p_2)}{24EI}$$

Ecuación de la elástica:

$$y_x = \frac{(l-x)^2}{24EI}\left[-\frac{(l-x)^3}{5l}(p_2 - p_1) + (l-x)^2 p_2 - 2l(l-x)(p_2 + p_1) + 2l^2(p_2 + 2p_1)\right]$$

Flecha:

$$f_A = \frac{l^4(4p_2 + 11p_1)}{120EI}$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = 0$ Esfuerzos cortantes: $Q_x = 0$ Momentos flectores: $M_{AC} = 0 \qquad M_{CB} = -M = \text{const.} \qquad M_B = -M$

Deformaciones

Angulos de giro:

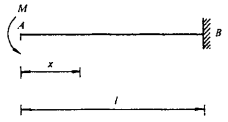
$$\varphi_C = \varphi_A = -\frac{Mb}{EI}$$

Ecuación de la elástica:

$$y_{AC} = \frac{M}{2EI}\, b(2l - 2x - b) \qquad y_{BC} = \frac{M}{2EI}\,(l - x)^2$$

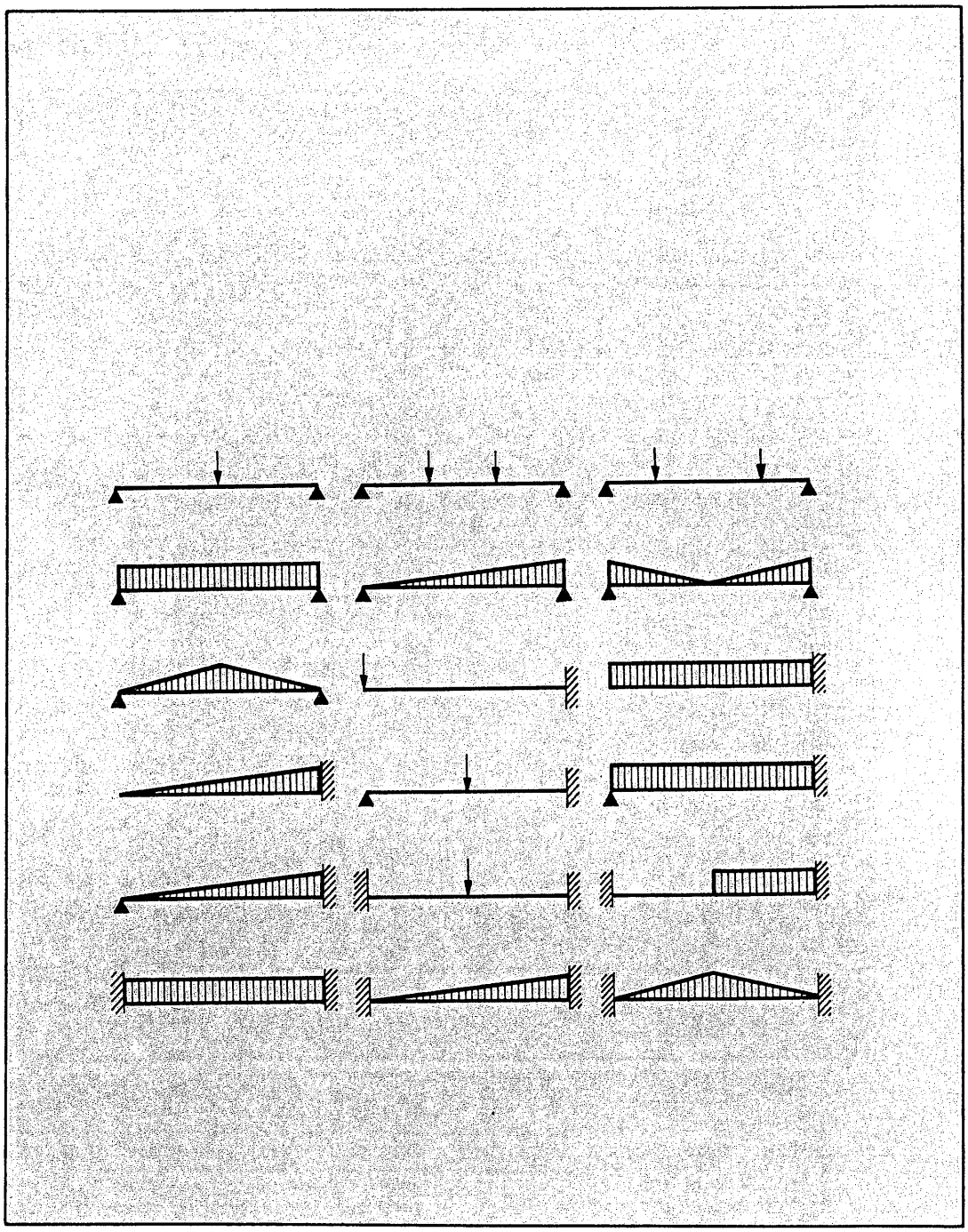
Flechas:

$$f_C = \frac{Mb^2}{2EI} \qquad f_A = \frac{M}{2EI}\, b(2l - b)$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_B = 0$
	Esfuerzos cortantes: $Q_x = 0$
	Momentos flectores: $M_x = M_B = -M = \text{const.}$

Deformaciones
Angulos de giro: $\varphi_A = -\frac{Ml}{EI}$
Ecuación de la elástica: $y_x = \frac{M}{2EI}(x^2 - 2lx + l^2)$
Flecha: $f_A = \frac{Ml^2}{2EI}$

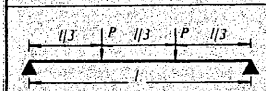
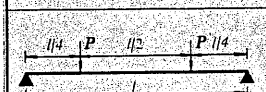
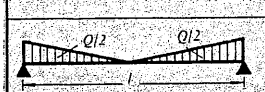
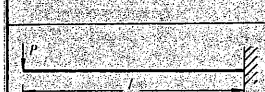


vigas simples
flecha máxima para vigas
IPN, IPE, HEB, HEA y HEM

Flecha máxima en cm

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot P \qquad P = \text{carga puntual en t}$$

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot Q \qquad Q = \text{carga uniforme total en t}$$

Distribución de cargas y tipos de sustentación	Valores de μ para *IPN* / IPE															
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	270	280	300	320	330	340	360
	*1 275* 1 239	*580* 580	*302* 312	*173* 183	*106* 114	*68,4* 75,2	*46,4* 51,1	*32,4* 35,8	*23,3* 25,5	*17,3* —	— 17,1	*13,1* —	*10,1* 11,9	*7,93* —	— 8,43	*6,32* —	*5,06* 6,10
	*2 172* 2 110	*988* 988	*515* 532	*295* 312	*181* 194	*117* 128	*79,0* 87,1	*55,2* 61,0	*39,8* 43,4	*29,4* —	— 29,2	*22,3* —	*17,2* 20,2	*13,5* —	— 14,4	*10,8* —	*8,62* 10,4
	*1 753* 1 703	*798* 798	*416* 429	*238* 252	*146* 157	*94,1* 103	*63,7* 70,3	*44,6* 49,2	*32,1* 35,1	*23,8* —	— 23,6	*18,0* —	*13,9* 16.3	*10,9* —	— 11,6	*8,69* —	*6,96* 8,38
	*797* 774	*363* 363	*189* 195	*108* 115	*66,3* 71,4	*42,8* 47,0	*29,0* 32,0	*20,3* 22,4	*14,6* 15,9	*10,8* —	— 10,7	*8,17* —	*6,33* 7,42	*4,96* —	— 5,27	*3,95* —	*3,16* 3,81
	*798* 775	*363* 363	*189* 195	*108* 115	*66,4* 71,5	*42,8* 47,0	*29,0* 32,0	*20,3* 22,4	*14,6* 16,0	*10,8* —	— 10,7	*8,18* —	*6,34* 7,43	*4,96* —	— 5,28	*3,96* —	*3,17* 3,82
	*574* 557	*261* 261	*136* 140	*77,9* 82,5	*47,7* 51,4	*30,8* 33,8	*20,9* 23,0	*14,6* 16,1	*10,5* 11,5	*7,78* —	— 7,71	*5,88* —	*4,56* 5,34	*3,57* —	— 3,79	*2,84* —	*2,28* 2,74
	*1 020* 991	*464* 464	*242* 250	*139* 147	*84,9* 91,3	*54,7* 60,1	*37,1* 40,9	*25,9* 28,7	*18,7* 20,4	*13,8* —	— 13,7	*10,5* —	*8,10* 9,49	*6,34* —	— 6,74	*5,06* —	*4,05* 4,88
	*20 402* 19 816	*9 282* 9 282	*4 839* 4 992	*2 770* 2 934	*1 698* 1 827	*1 095* 1 203	*742* 818	*519* 573	*373* 408	*277* —	— 274	*209* —	*162* 190	*127* —	— 135	*101* —	*80,9* 97,6
	*7 651* 7 431	*3 481* 3 481	*1 815* 1 872	*1 039* 1 100	*637* 685	*411* 451	*278* 307	*195* 215	*140* 153	*104* —	— 103	*78,4* —	*60,7* 71,2	*47,6* —	— 50,6	*37,9* —	*30,4* 36,6

Valores de ν para distintas luces	l m	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
	5	80,00	77,65	75,39	73,21	71,12	69,11	67,17	65,30
	6	46,30	45,16	44,06	42,99	41,96	40,96	39,99	39,06
	7	29,15	28,54	27,94	27,36	26,79	26,24	25,71	25,18
	8	19,53	19,17	18,82	18,47	18,14	17,81	17,49	17,18
	9	13,72	13,49	13,27	13,05	12,84	12,63	12,43	12,23

Flecha máxima en cm

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot P \qquad P = \text{carga puntual en t}$$

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot Q \qquad Q = \text{carga uniforme total en t}$$

Valores de μ para																			
IPN IPE						*HEB* HEA *HEM*													
380	400	450	500	550	600	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	400
4,13	*3,40*	*2,16*	*1,44*	*1,00*	*0,714*	*115*	*65,7*	*39,8*	*25,9*	*17,4*	*12,3*	*8,81*	*6,65*	*5,15*	*3,94*	*3,22*	*2,71*	*2,30*	*1,72*
—	4,29	2,94	2,06	1,48	1,08	164	96,3	59,4	39,5	26,9	18,3	12,8	9,49	7,26	5,43	4,33	3,55	3,00	2,20
						49,0	*30,2*	*19,4*	*13,3*	*9,32*	*6,79*	*4,08*	*3,17*	*2,51*	*1,68*	*1,46*	*1,30*	*1,17*	*0,953*
7,04	*5,79*	*3,69*	*2,46*	*1,70*	*1,22*	*196*	*112*	*67,9*	*44,1*	*29,7*	*20,9*	*15,0*	*11,3*	*8,77*	*6,72*	*5,48*	*4,61*	*3,91*	*2,93*
—	7,31	5,01	3,51	2,52	1,84	279	164	101	67,3	45,8	31,2	21,8	16,2	12,4	9,26	7,37	6,10	5,11	3,75
						83,7	*51,4*	*33,1*	*22,6*	*15,9*	*11,6*	*6,96*	*5,40*	*4,27*	*2,86*	*2,48*	*2,21*	*1,99*	*1,62*
5,68	*4,67*	*2,98*	*1,98*	*1,38*	*0,981*	*158*	*90,3*	*54,8*	*53,6*	*23,9*	*16,9*	*12,1*	*9,14*	*7,08*	*5,42*	*4,43*	*3,72*	*3,16*	*2,36*
—	5,90	4,04	2,83	2,03	1,48	225	132	81,7	54,3	37,0	25,2	17,6	13,1	9,98	7,47	5,95	4,93	4,12	3,03
						67,5	*41,5*	*26,7*	*18,2*	*12,8*	*9,34*	*5,62*	*4,36*	*3,45*	*2,30*	*2,00*	*1,79*	*1,61*	*1,31*
2,58	*2,12*	*1,35*	*0,902*	*0,625*	*0,446*	*71,8*	*41,1*	*24,9*	*16,2*	*10,9*	*7,66*	*5,51*	*4,16*	*3,22*	*2,46*	*2,01*	*1,69*	*1,44*	*1,07*
—	2,68	1,84	1,29	0,924	0,673	102	60,2	37,1	24,7	16,8	11,5	7,99	5,93	4,54	3,40	2,70	2,24	1,87	1,38
						30,7	*18,8*	*12,2*	*8,29*	*5,83*	*4,25*	*2,55*	*1,98*	*1,57*	*1,05*	*0,910*	*0,812*	*0,731*	*0,596*
2,59	*2,13*	*1,35*	*0,903*	*0,626*	*0,447*	*71,9*	*41,1*	*24,9*	*16,2*	*10,9*	*7,68*	*5,52*	*4,16*	*3,22*	*2,47*	*2,02*	*1,69*	*1,44*	*1,08*
—	2,68	1,84	1,29	0,925	0,674	103	60,3	37,2	24,7	16,8	11,5	8,00	5,94	4,54	3,40	2,71	2,22	1,88	1,38
						30,8	*18,9*	*12,2*	*8,30*	*5,84*	*4,25*	*2,56*	*1,98*	*1,57*	*1,05*	*0,912*	*0,813*	*0,732*	*0,597*
1,86	*1,53*	*0,974*	*0,649*	*0,450*	*0,321*	*51,7*	*29,6*	*17,9*	*11,7*	*7,83*	*5,52*	*3,96*	*2,99*	*2,32*	*1,77*	*1,45*	*1,22*	*1,03*	*0,774*
—	1,93	1,32	0,926	0,665	0,485	73,7	43,6	26,7	17,8	12,1	8,25	5,75	4,27	3,27	2,44	1,95	1,61	1,35	0,991
						22,1	*13,6*	*8,75*	*5,97*	*4,20*	*3,06*	*1,84*	*1,43*	*1,13*	*0,754*	*0,655*	*0,586*	*0,526*	*0,429*
3,31	*2,72*	*1,73*	*1,15*	*0,800*	*0,571*	*91,9*	*52,6*	*31,9*	*20,7*	*13,9*	*9,81*	*7,04*	*5,32*	*4,12*	*3,15*	*2,58*	*2,16*	*1,84*	*1,38*
—	3,43	2,35	1,65	1,18	0,862	131	77,1	47,5	31,6	21,5	14,7	10,2	7,59	5,81	4,35	3,46	2,67	2,40	1,76
						39,3	*24,1*	*15,6*	*10,6*	*7,46*	*5,44*	*3,27*	*2,53*	*2,01*	*1,34*	*1,16*	*1,04*	*0,935*	*0,762*
66,1	*54,3*	*34,6*	*23,1*	*16,0*	*11,4*	*1 840*	*1 050*	*637*	*414*	*278*	*196*	*141*	*106*	*82,4*	*63,1*	*51,5*	*43,3*	*36,8*	*27,5*
—	68,6	47,0	32,9	23,6	17,2	2 620	1 540	950	632	430	293	205	152	116	86,9	69,2	57,3	48,0	35,2
						786	*482*	*311*	*212*	*149*	*109*	*65,3*	*50,7*	*40,1*	*26,8*	*23,3*	*20,8*	*18,7*	*15,2*
24,8	*20,4*	*13,0*	*8,66*	*6,00*	*4,28*	*689*	*394*	*239*	*155*	*104*	*73,6*	*52,9*	*39,9*	*30,9*	*23,6*	*19,3*	*16,2*	*13,8*	*10,3*
—	25,7	17,6	12,3	8,87	6,46	982	578	356	237	161	110	76,7	57,0	43,5	32,6	26,0	21,5	18,0	13,2
						295	*181*	*117*	*79,6*	*55,9*	*40,8*	*24,5*	*19,0*	*15,1*	*10,1*	*8,74*	*7,79*	*7,01*	*5,72*

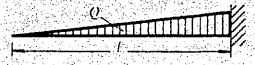
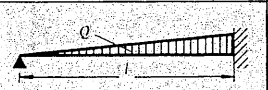
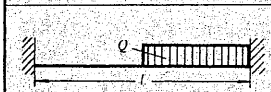
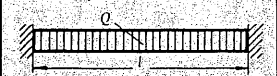
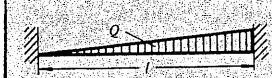
0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
63,51	61,77	60,11	58,50	56,94	55,44	54,00	52,60	51,25	49,95	48,69	47,47
38,15	37,27	36,41	35,58	34,78	34,00	33,25	32,52	31,80	31,11	30,44	29,79
24,68	24,18	23,70	23,24	22,78	22,34	21,90	21,48	21,07	20,67	20,28	19,90
16,87	16,57	16,28	16,00	15,72	15,45	15,19	14,93	14,67	14,43	14,19	13,95
12,04	11,85	11,66	11,48	11,30	11,13	10,96	10,79	10,62	10,47	10,31	10,15

vigas simples
flecha máxima para vigas
IPN, IPE, HEB, HEA y HEM

Flecha máxima en cm

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot P \qquad P = \text{carga puntual en t}$$

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot Q \qquad Q = \text{carga uniforme total en t}$$

Distribución de cargas y tipos de sustentación	Valores de μ para *IPN* / IPE															
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	270	280	300	320	330	340	360
	*4 080* 3 963	*1 856* 1 856	*968* 998	*554* 587	*340* 365	*219* 241	*148* 164	*104* 115	*74,7* 81,6	*55,3* —	— 54,8	*41,8* —	*32,4* 38,0	*25,4* —	— 27,0	*20,2* —	*16,2* 19,5
	*570* 554	*259* 259	*135* 140	*77,4* 82,0	*47,5* 51,1	*30,6* 33,6	*20,7* 22,9	*14,5* 16,0	*10,4* 11,4	*7,73* —	— 7,66	*5,85* —	*4,53* 5,31	*3,55* —	— 3,77	*2,83* —	*2,26* 2,73
	*331* 321	*151* 151	*78,5* 80,9	*44,9* 47,6	*27,5* 29,6	*17,8* 19,5	*12,0* 13,3	*8,41* 9,29	*6,06* 6,62	*4,48* —	— 4,45	*3,39* —	*2,63* 3,08	*2,06* —	— 2,19	*1,64* —	*1,31* 1,58
	*291* 283	*133* 133	*69,1* 71,3	*39,6* 41,9	*24,3* 26,1	*15,6* 17,2	*10,6* 11,7	*7,41* 8,19	*5,34* 5,83	*3,95* —	— 3,92	*2,99* —	*2,31* 2,71	*1,81* —	— 1,93	*1,44* —	*1,16* 1,39
	*319* 310	*145* 145	*75,6* 78,0	*43,3* 45,8	*26,5* 28,5	*17,1* 18,8	*11,6* 12,8	*8,11* 8,95	*5,84* 6,38	*4,32* —	— 4,28	*3,27* —	*2,53* 2,97	*1,98* —	— 2,11	*1,56* —	*1,26* 1,52
	*164* 159	*74,7* 74,7	*38,9* 40,1	*22,3* 23,6	*13,7* 14,7	*8,80* 9,67	*5,97* 6,58	*4,17* 4,61	*3,00* 3,28	*2,22* —	— 2,20	*1,68* —	*1,30* 1,53	*1,02* —	— 1,08	*0,813* —	*0,651* 0,785
	*159* 155	*72,5* 72,5	*37,8* 39,0	*21,6* 22,9	*13,3* 14,3	*8,55* 9,39	*5,79* 6,39	*4,05* 4,48	*2,92* 3,19	*2,16* —	— 2,14	*1,63* —	*1,27* 1,48	*0,991* —	— 1,05	*0,790* —	*0,632* 0,762
	*160* 156	*72,9* 72,9	*38,0* 39,2	*21,8* 23,0	*13,3* 14,3	*8,60* 9,44	*5,83* 6,43	*4,07* 4,50	*2,93* 3,20	*2,17* —	— 2,15	*1,64* —	*1,27* 1,49	*0,996* —	— 1,06	*0,794* —	*0,636* 0,766
	*223* 217	*102* 102	*52,9* 54,6	*30,3* 32,1	*18,6* 20,0	*12,0* 13,2	*8,11* 8,95	*5,67* 6,27	*4,09* 4,46	*3,02* —	— 3,00	*2,29* —	*1,77* 2,08	*1,39* —	— 1,48	*1,11* —	*0,885* 1,07

Valores de ν para distintas luces	$\frac{l}{m}$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
	5	80,00	77,65	75,39	73,21	71,12	69,11	67,17	65,30
	6	46,30	45,16	44,06	42,99	41,96	40,96	39,99	39,06
	7	29,15	28,54	27,94	27,36	26,79	26,24	25,71	25,18
	8	19,53	19,17	18,82	18,47	18,14	17,81	17,49	17,18
	9	13,72	13,49	13,27	13,05	12,84	12,63	12,43	12,23

Flecha máxima en cm

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot P \qquad P = \text{carga puntual en t}$$

$$f_{máx} = \frac{\mu}{\nu} \cdot Q \qquad Q = \text{carga uniforme total en t}$$

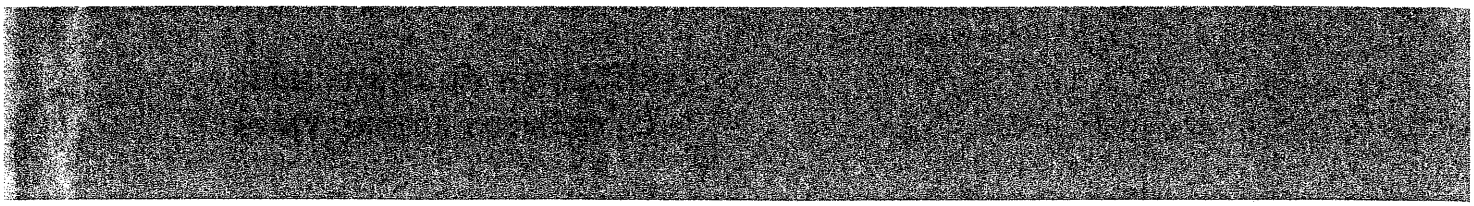
Valores de μ para

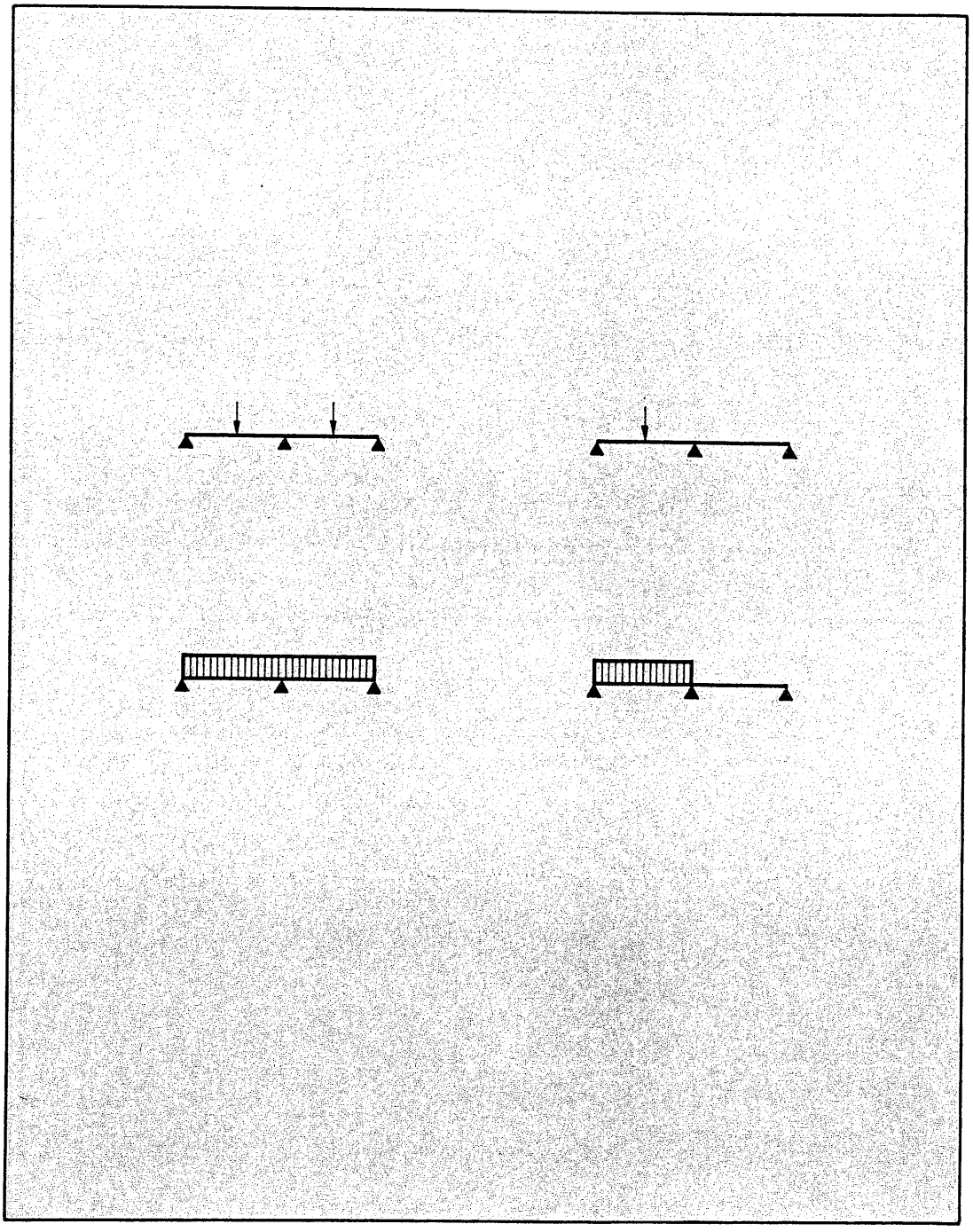
IPN IPE						*HEB* HEA *HEM*													
380	400	450	500	550	600	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	400
13,2	*10,9*	*6,92*	*4,62*	*3,20*	*2,28*	*367*	*210*	*127*	*82,9*	*55,7*	*39,2*	*28,2*	*21,3*	*16,5*	*12,6*	*10,3*	*8,66*	*7,35*	*5,50*
—	13,7	9,41	6,59	4,73	3,45	524	308	190	126	86,0	58,7	40,9	30,4	23,2	17,4	13,8	11,4	9,59	7,04
						157	*96,5*	*62,2*	*42,4*	*29,8*	*21,7*	*13,1*	*10,1*	*8,03*	*5,36*	*4,66*	*4,16*	*3,74*	*3,05*
1,85	*1,52*	*0,968*	*0,645*	*0,447*	*0,319*	*51,4*	*29,4*	*17,8*	*11,6*	*7,78*	*5,48*	*3,94*	*2,97*	*2,30*	*1,76*	*1,44*	*1,21*	*1,03*	*0,769*
—	1,92	1,31	0,920	0,661	0,482	73,2	43,1	26,6	17,7	12,0	8,20	5,72	4,25	3,25	2,43	1,93	1,60	1,34	0,984
						22,0	*13,5*	*8,70*	*5,93*	*4,17*	*3,04*	*1,83*	*1,42*	*1,12*	*0,749*	*0,651*	*0,581*	*0,523*	*0,426*
1,07	*0,881*	*0,561*	*0,374*	*0,260*	*0,185*	*29,9*	*17,1*	*10,4*	*6,73*	*4,52*	*3,19*	*2,29*	*1,73*	*1,34*	*1,02*	*0,837*	*0,704*	*0,597*	*0,447*
—	1,11	0,763	0,534	0,383	0,280	42,6	25,0	15,4	10,3	6,99	4,77	3,32	2,47	1,89	1,41	1,12	0,931	0,779	0,572
						12,8	*7,84*	*5,06*	*3,45*	*2,42*	*1,77*	*1,06*	*0,824*	*0,652*	*0,436*	*0,379*	*0,338*	*0,304*	*0,248*
0,944	*0,776*	*0,495*	*0,330*	*0,229*	*0,163*	*26,3*	*15,0*	*9,12*	*5,93*	*3,99*	*2,81*	*2,02*	*1,52*	*1,18*	*0,902*	*0,737*	*0,620*	*0,526*	*0,394*
—	0,980	0,672	0,470	0,338	0,246	37,5	22,1	13,6	9,05	6,16	4,20	2,93	2,17	1,65	1,24	0,991	0,820	0,686	0,504
						11,2	*6,90*	*4,45*	*3,04*	*2,13*	*1,56*	*0,935*	*0,726*	*0,574*	*0,384*	*0,333*	*0,297*	*0,268*	*0,218*
1,03	*0,849*	*0,541*	*0,361*	*0,250*	*0,178*	*28,7*	*16,4*	*9,96*	*6,48*	*4,35*	*3,07*	*2,20*	*1,66*	*1,29*	*0,985*	*0,805*	*0,677*	*0,574*	*0,430*
—	1,07	0,735	0,515	0,370	0,269	40,9	24,1	14,9	9,88	6,72	4,58	3,20	2,37	1,81	1,36	1,08	0,896	0,750	0,550
						12,3	*7,54*	*4,86*	*3,32*	*2,33*	*1,70*	*1,02*	*0,792*	*0,627*	*0,419*	*0,364*	*0,325*	*0,292*	*0,238*
0,532	*0,437*	*0,278*	*0,186*	*0,129*	*0,918*	*14,8*	*8,45*	*5,13*	*3,33*	*2,24*	*1,58*	*1,13*	*0,856*	*0,663*	*0,507*	*0,414*	*0,348*	*0,296*	*0,221*
—	0,552	0,378	0,265	0,190	0,139	21,1	12,4	7,64	5,09	3,46	2,36	1,65	1,22	0,934	0,699	0,557	0,461	0,386	0,283
						6,32	*3,88*	*2,50*	*1,71*	*1,20*	*0,874*	*0,526*	*0,408*	*0,323*	*0,216*	*0,187*	*0,167*	*0,150*	*0,123*
0,516	*0,425*	*0,270*	*0,180*	*0,125*	*0,0892*	*14,4*	*8,21*	*4,98*	*3,24*	*2,18*	*1,53*	*1,10*	*0,831*	*0,644*	*0,403*	*0,402*	*0,338*	*0,287*	*0,215*
—	0,536	0,368	0,257	0,185	0,135	20,5	12,0	7,43	4,94	3,36	2,29	1,60	1,19	0,907	0,679	0,541	0,448	0,375	0,275
						6,14	*3,77*	*2,43*	*1,66*	*1,17*	*0,849*	*0,511*	*0,396*	*0,314*	*0,209*	*0,182*	*0,162*	*0,146*	*0,119*
0,519	*0,427*	*0,272*	*0,181*	*0,126*	*0,0897*	*14,4*	*8,26*	*5,01*	*3,25*	*2,19*	*1,54*	*1,11*	*0,836*	*0,647*	*0,495*	*0,404*	*0,340*	*0,289*	*0,216*
—	0,539	0,369	0,259	0,186	0,135	20,6	12,1	7,46	4,97	3,38	2,30	1,61	1,19	0,912	0,683	0,544	0,450	0,377	0,277
						6,17	*3,79*	*2,44*	*1,67*	*1,17*	*0,854*	*0,513*	*0,398*	*0,315*	*0,211*	*0,183*	*0,163*	*0,147*	*0,120*
0,723	*0,594*	*0,379*	*0,253*	*0,175*	*0,125*	*20,1*	*11,5*	*6,97*	*4,53*	*3,05*	*2,15*	*1,54*	*1,16*	*0,901*	*0,690*	*0,563*	*0,473*	*0,402*	*0,301*
—	0,751	0,515	0,360	0,259	0,189	28,6	16,9	10,4	6,92	4,70	3,21	2,24	1,66	1,27	0,951	0,757	0,627	0,525	0,385
						8,59	*5,28*	*3,40*	*2,32*	*1,63*	*1,19*	*0,715*	*0,554*	*0,439*	*0,293*	*0,255*	*0,227*	*0,205*	*0,167*

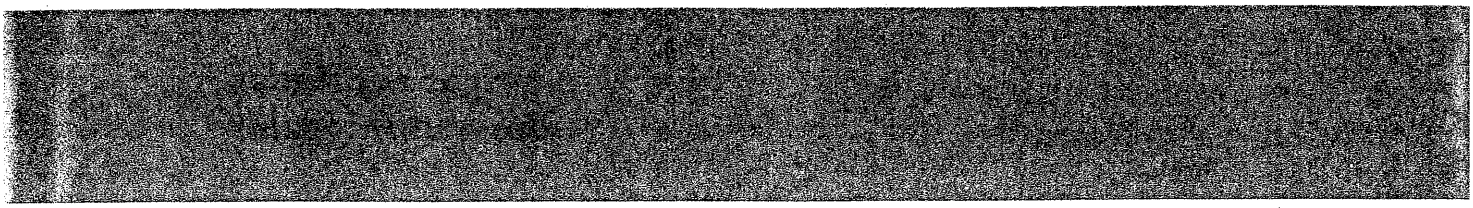
0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
63,51	61,77	60,11	58,50	56,94	55,44	54,00	52,60	51,25	49,95	48,69	47,47
38,15	37,27	36,41	35,58	34,78	34,00	33,25	32,52	31,80	31,11	30,44	29,79
24,68	24,18	23,70	23,24	22,78	22,34	21,90	21,48	21,07	20,67	20,28	19,90
16,87	16,57	16,28	16,00	15,72	15,45	15,19	14,93	14,67	14,43	14,19	13,95
12,04	11,85	11,66	11,48	11,30	11,13	10,96	10,79	10,62	10,47	10,31	10,15

vigas continuas de vanos iguales

dos vanos
tres vanos
cuatro vanos
infinitos vanos

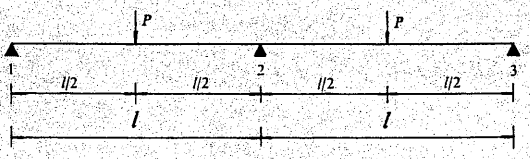




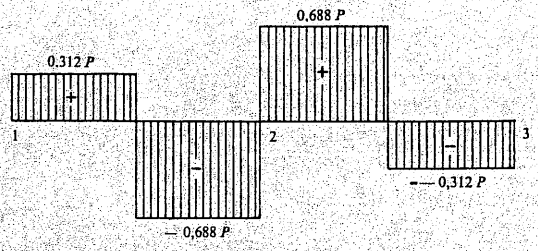




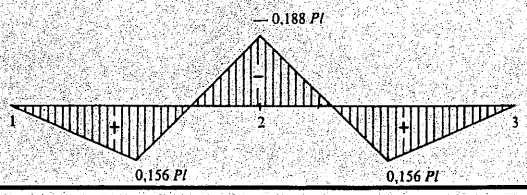
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



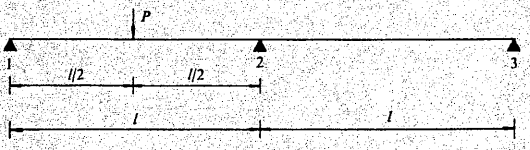
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



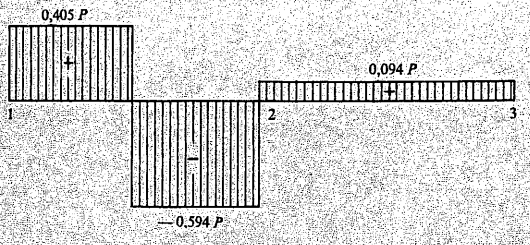
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



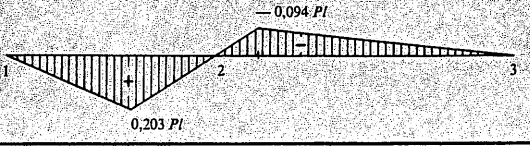
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



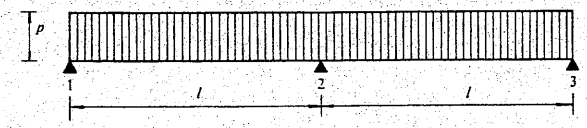
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



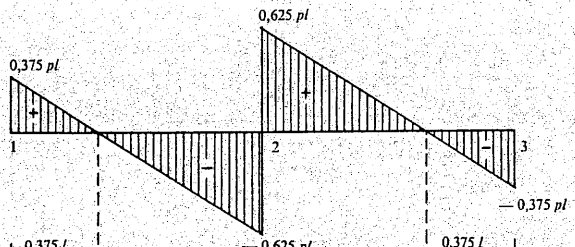
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



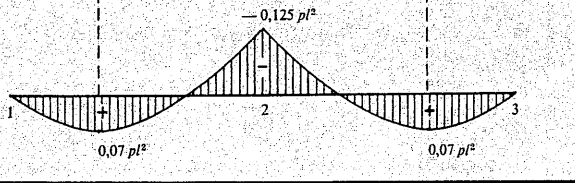
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



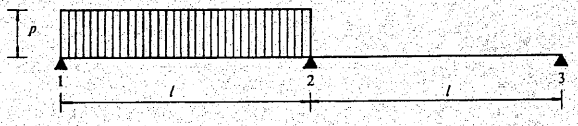
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



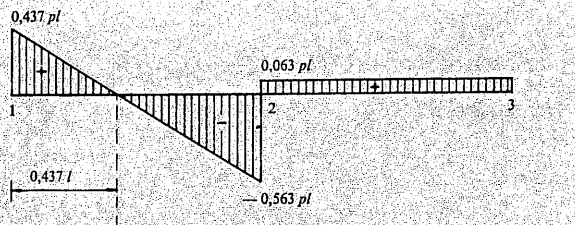
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



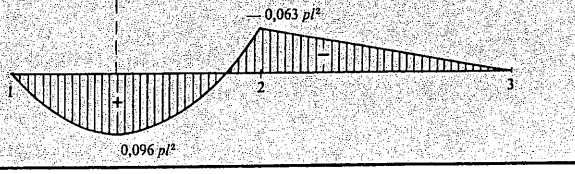
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

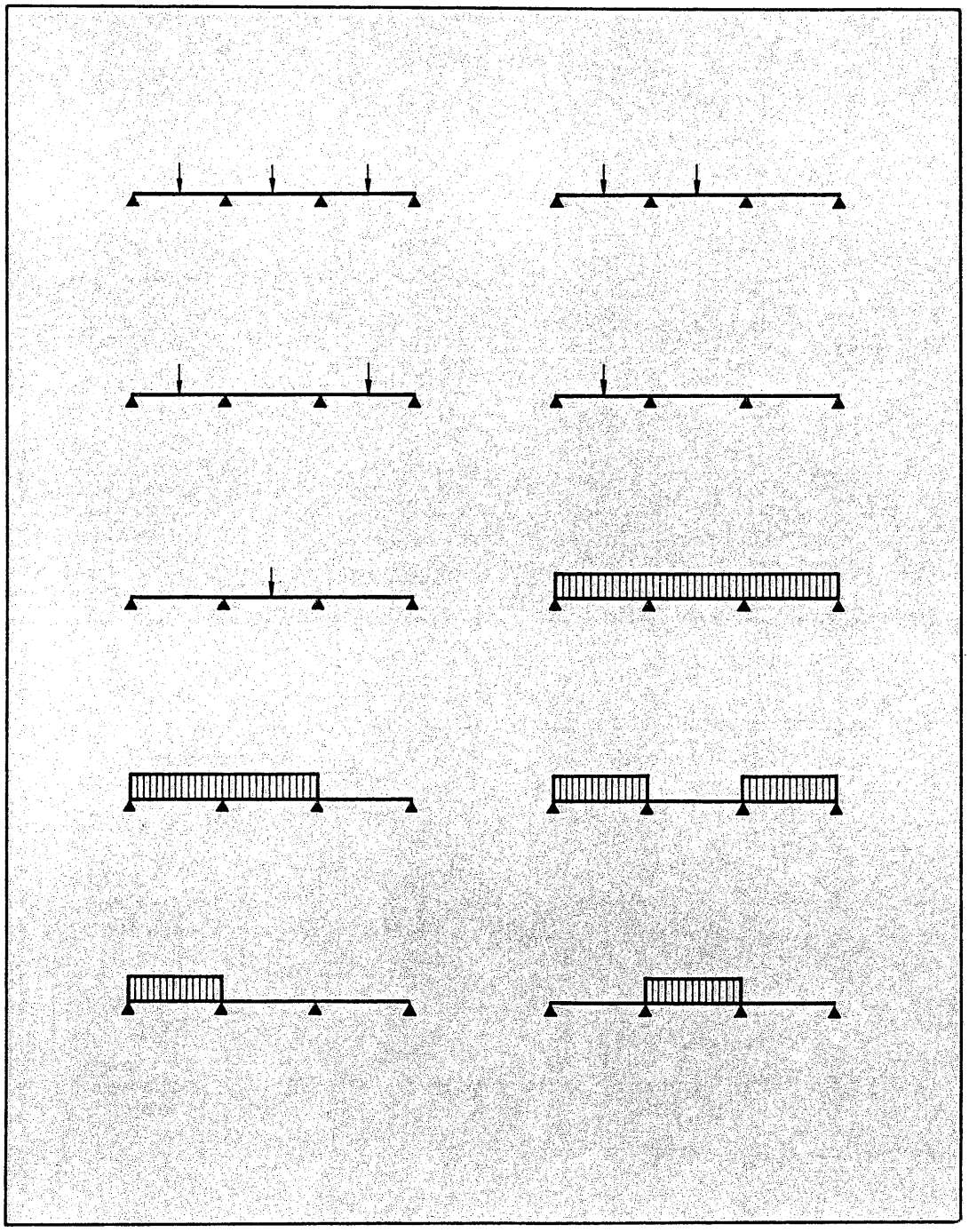


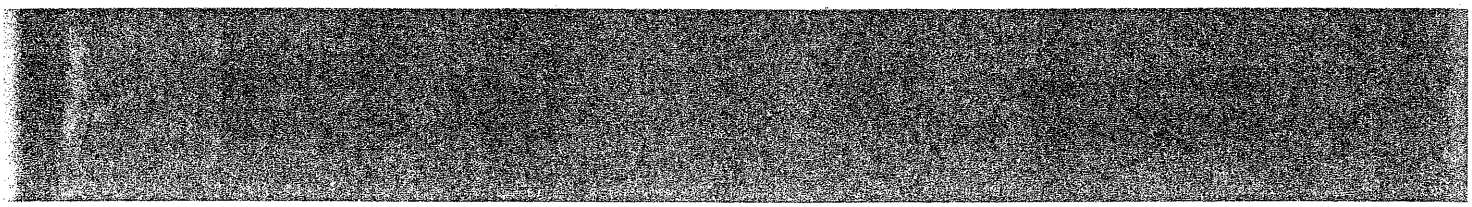
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



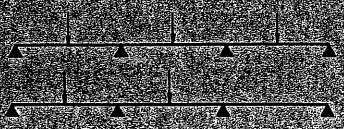
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



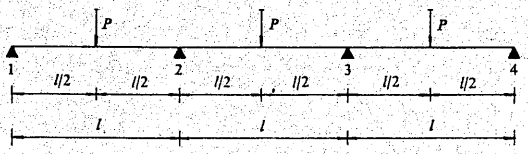




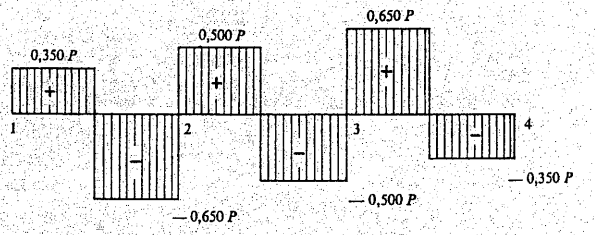
vigas continuas
tres vanos iguales



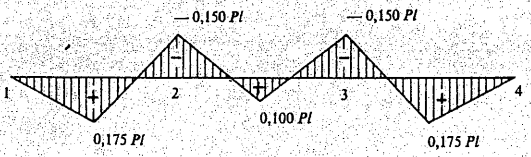
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



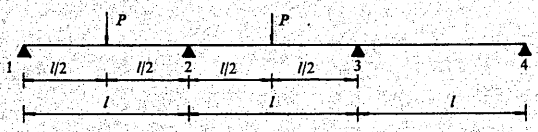
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



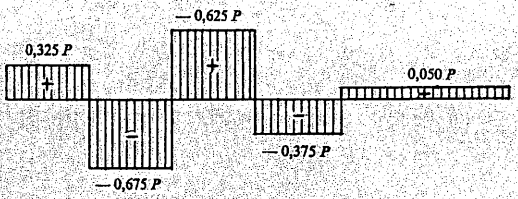
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



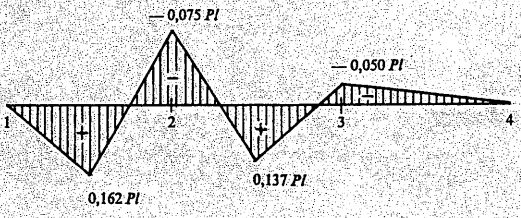
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



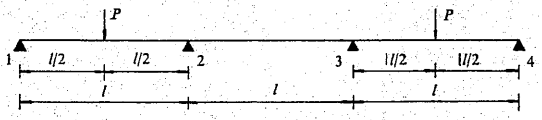
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



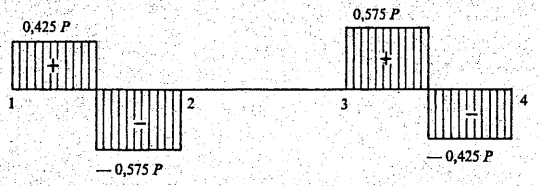
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



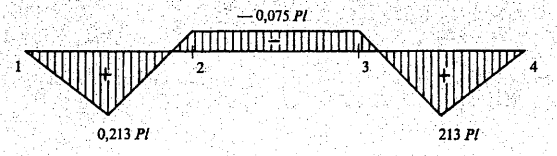
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



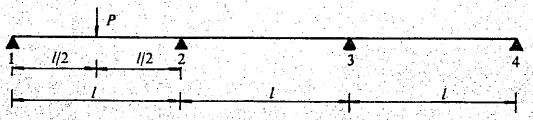
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



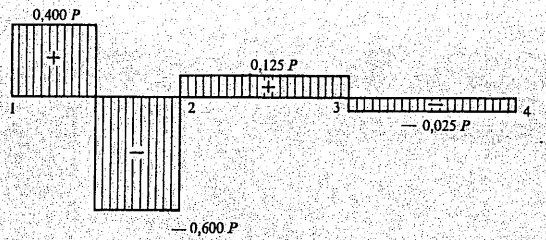
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



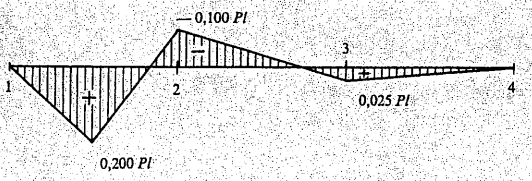
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

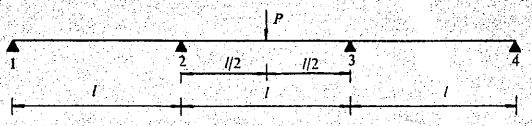


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

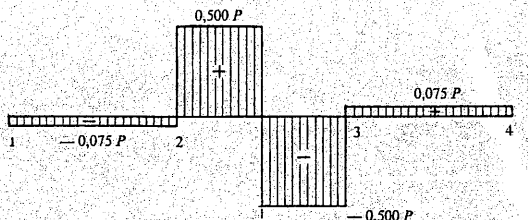




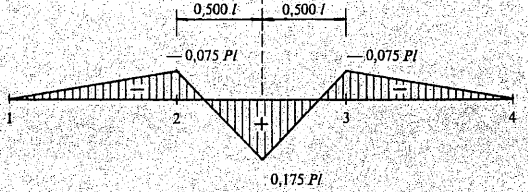
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



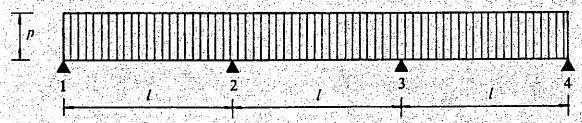
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



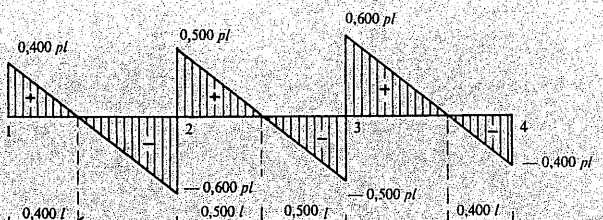
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



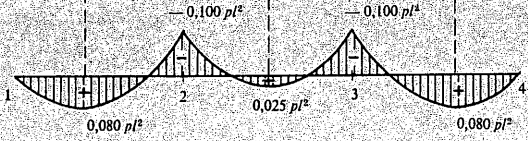
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



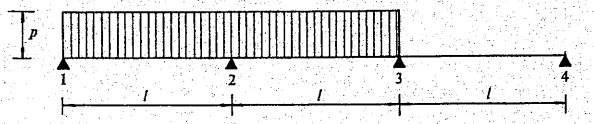
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



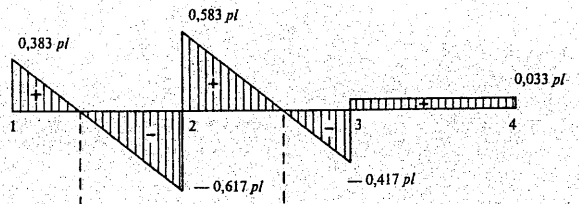
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



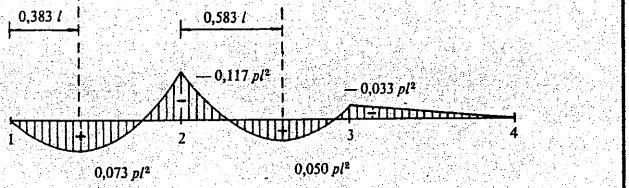
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



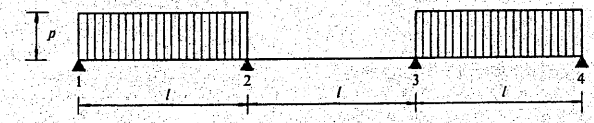
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



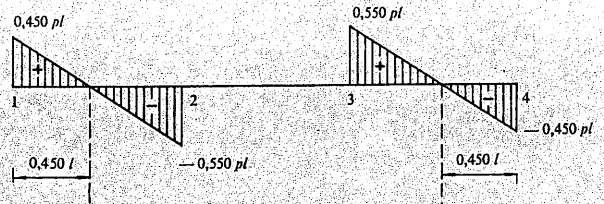
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



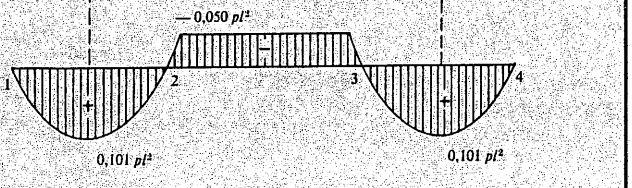
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



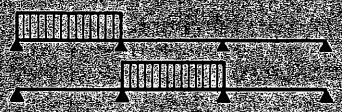
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



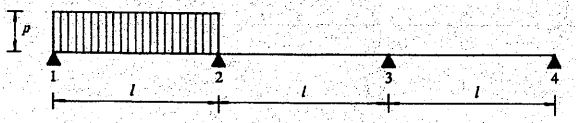
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



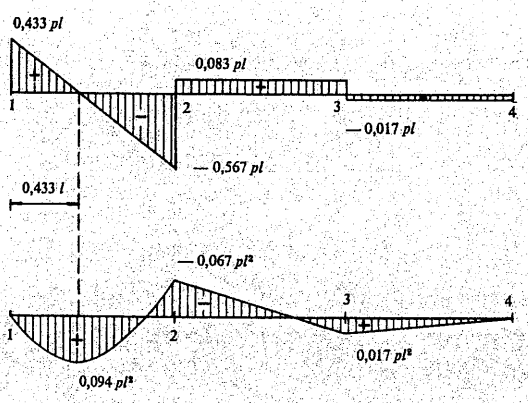
vigas continuas
tres vanos iguales



LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

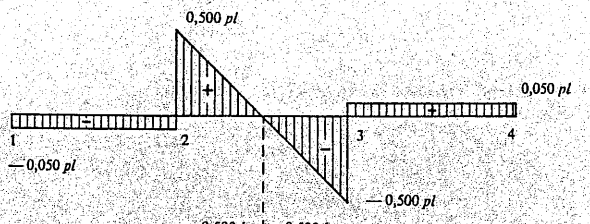


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

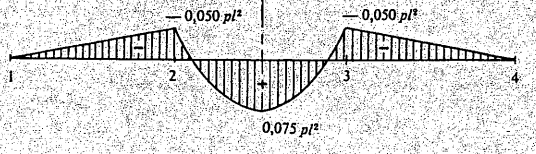
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

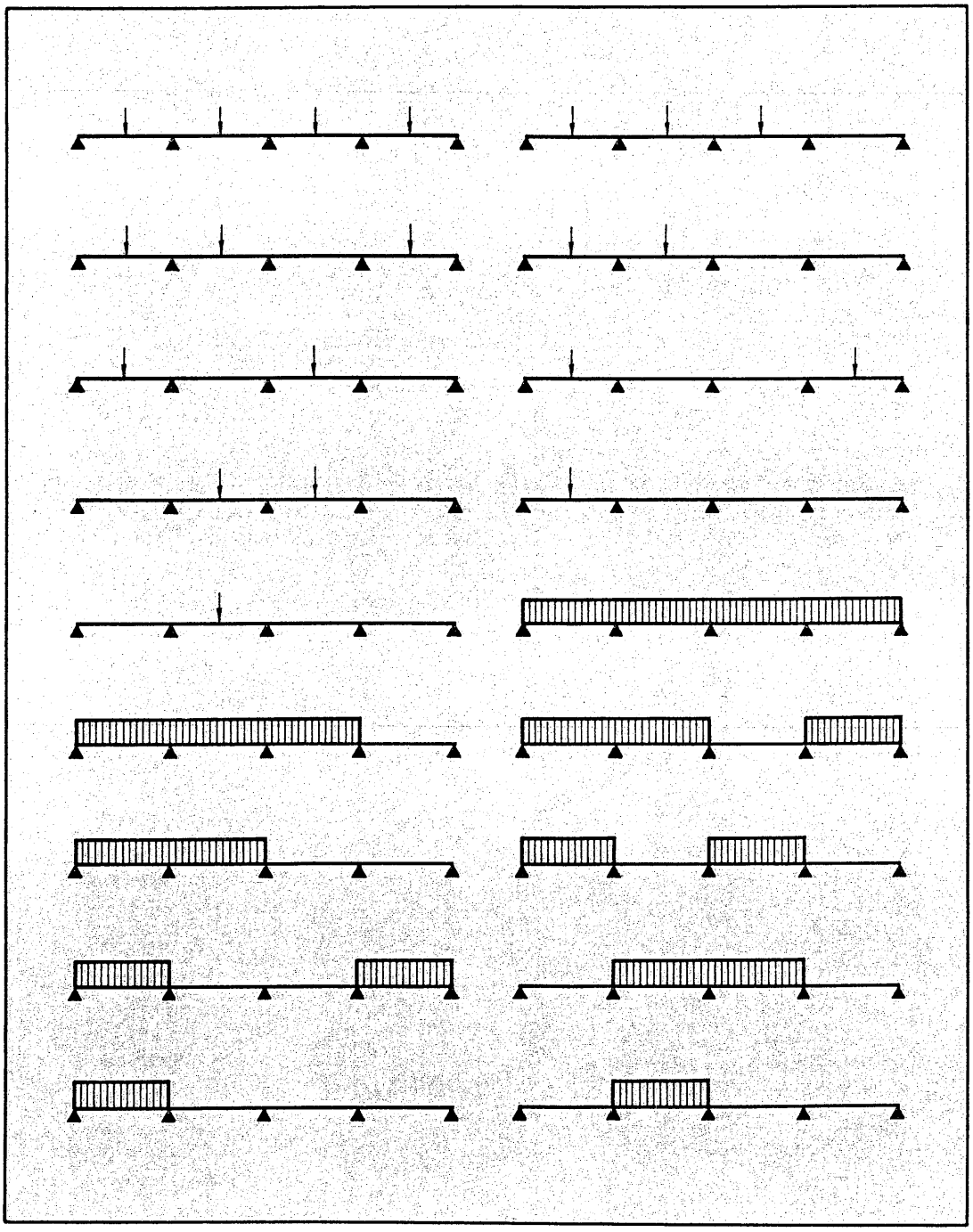


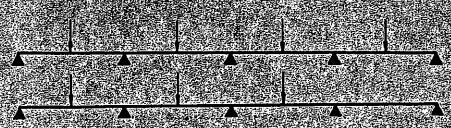
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



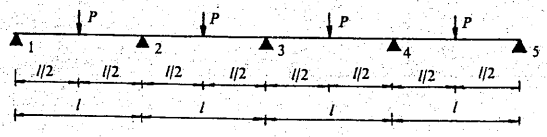
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



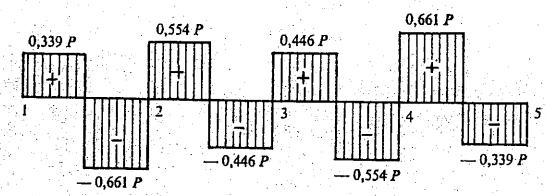




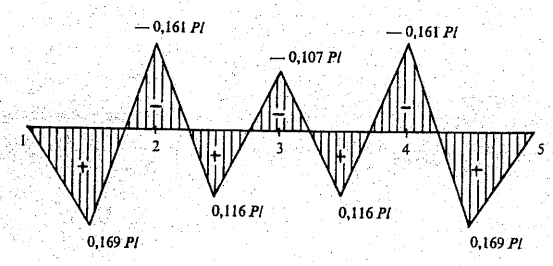
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



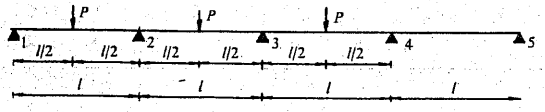
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



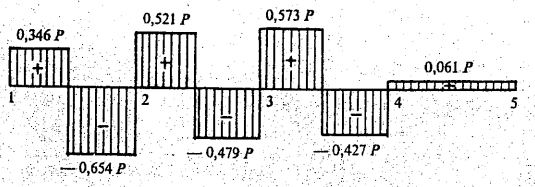
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



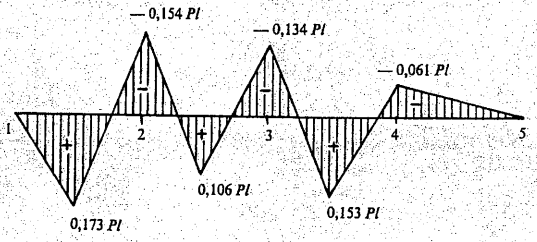
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



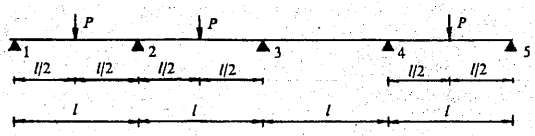
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



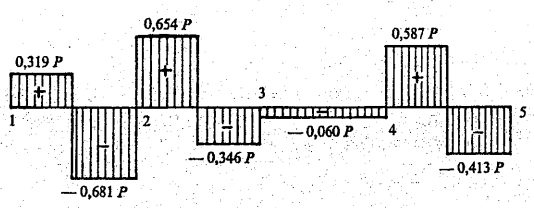
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



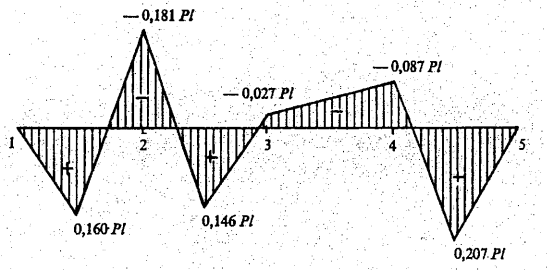
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



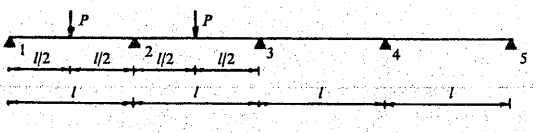
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



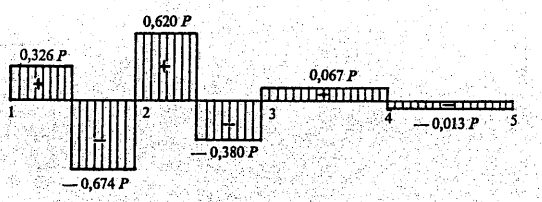
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



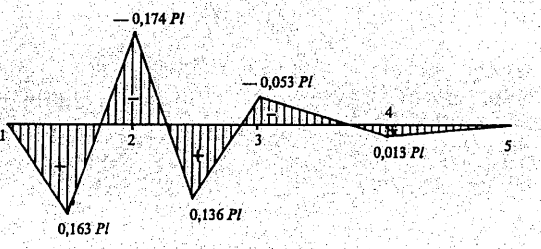
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

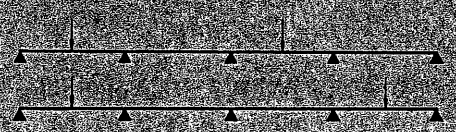


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

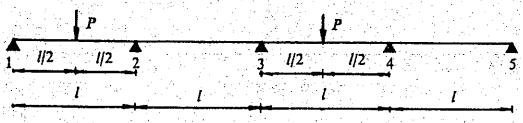


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

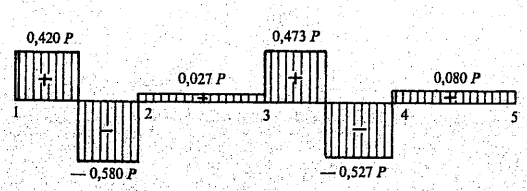




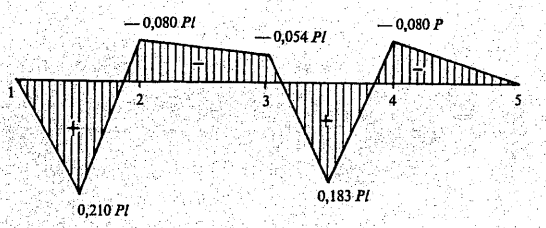
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



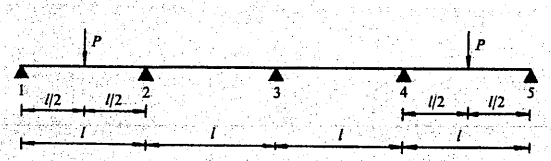
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



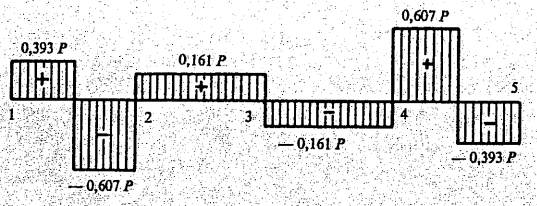
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



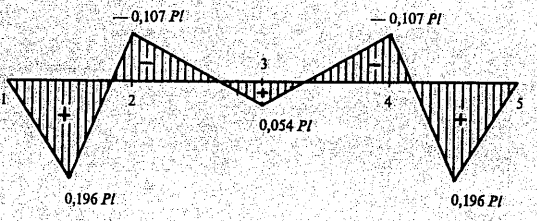
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



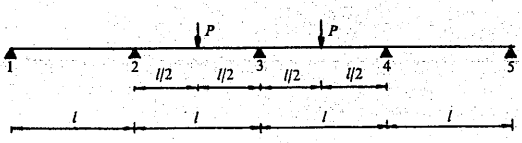
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



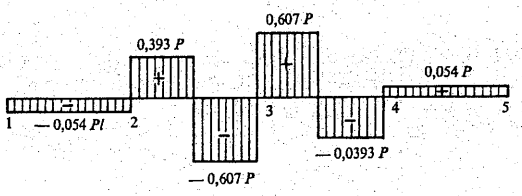
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



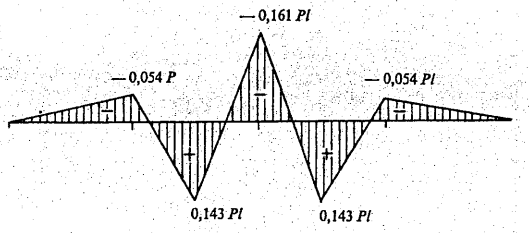
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



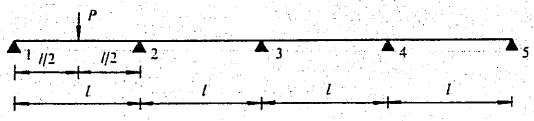
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



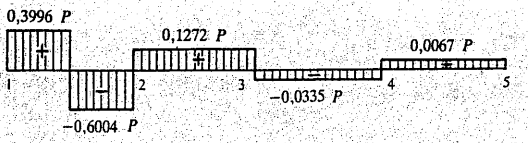
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



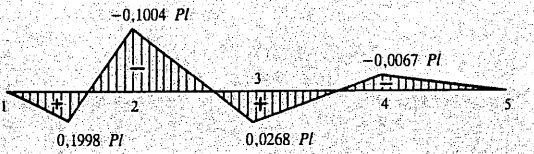
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



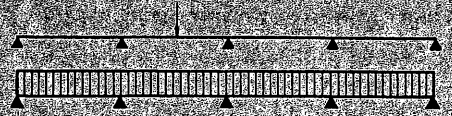
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



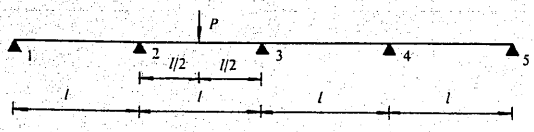
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



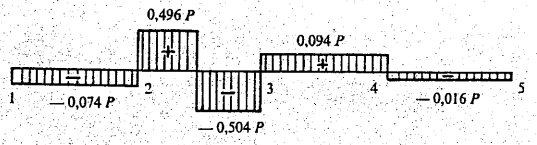
vigas continuas
cuatro vanos iguales



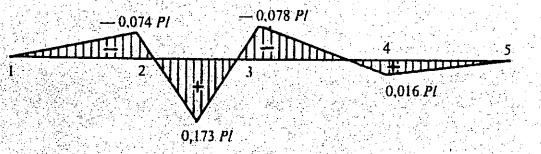
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



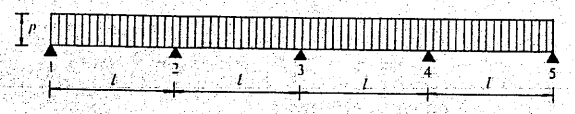
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



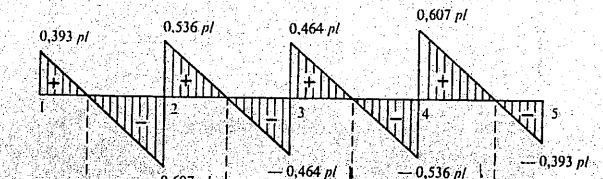
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



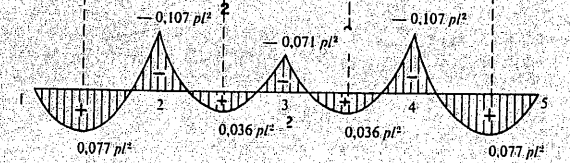
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



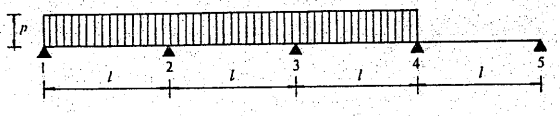
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



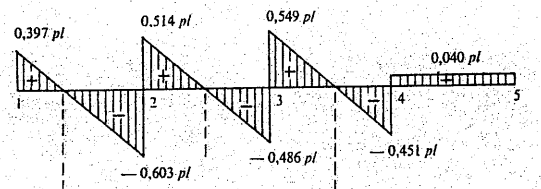
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



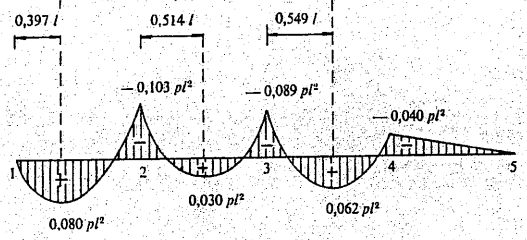
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



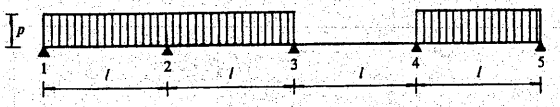
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



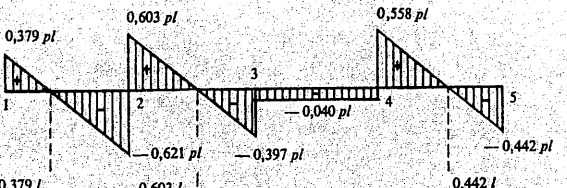
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



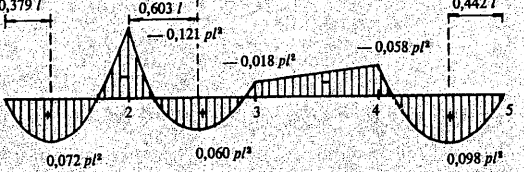
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

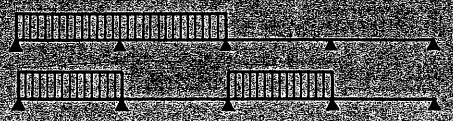


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

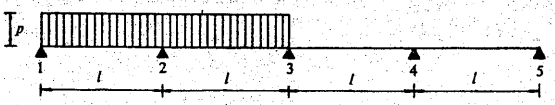


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

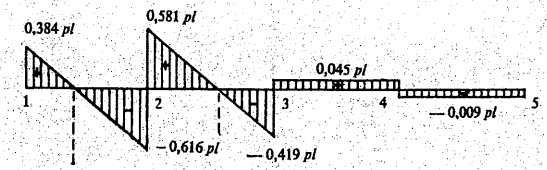




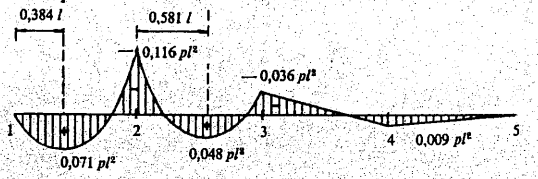
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



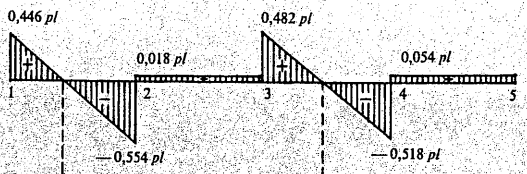
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



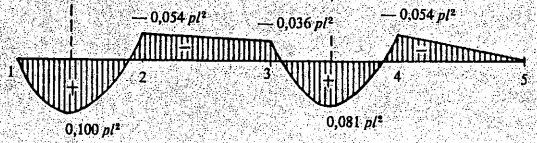
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

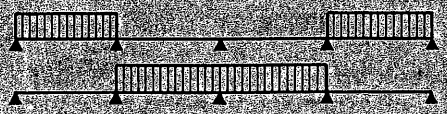


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



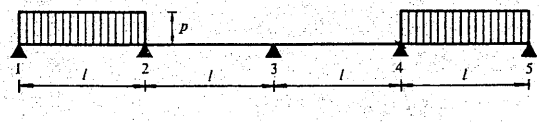
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



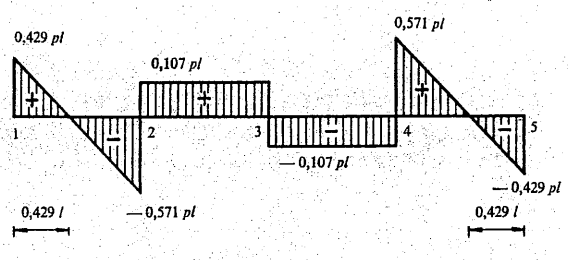


vigas continuas
cuatro vanos iguales

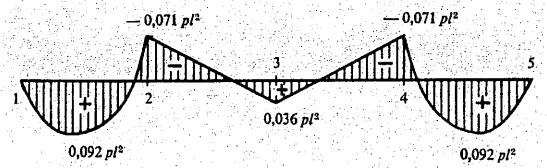
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



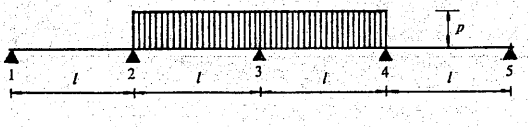
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



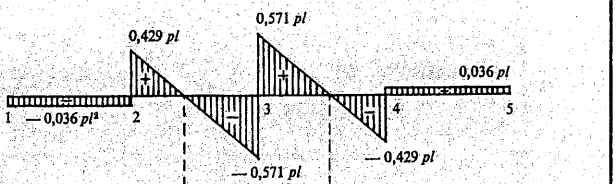
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



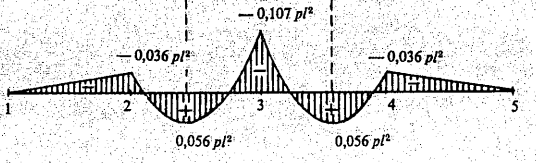
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

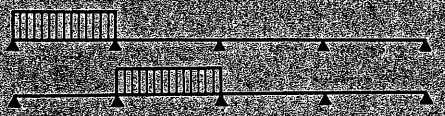


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

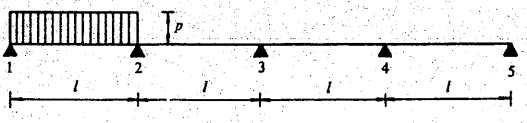


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

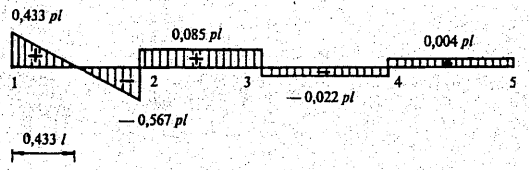




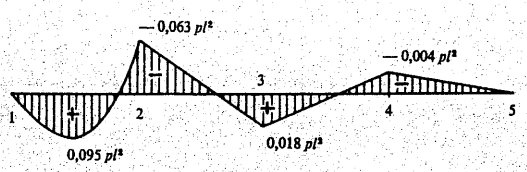
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



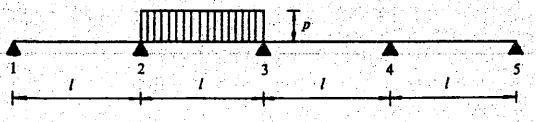
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



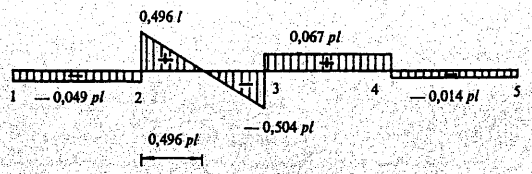
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



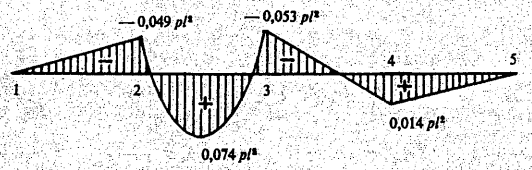
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

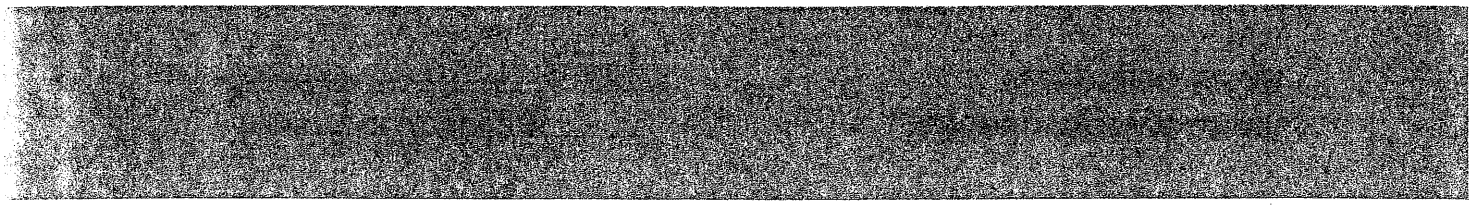


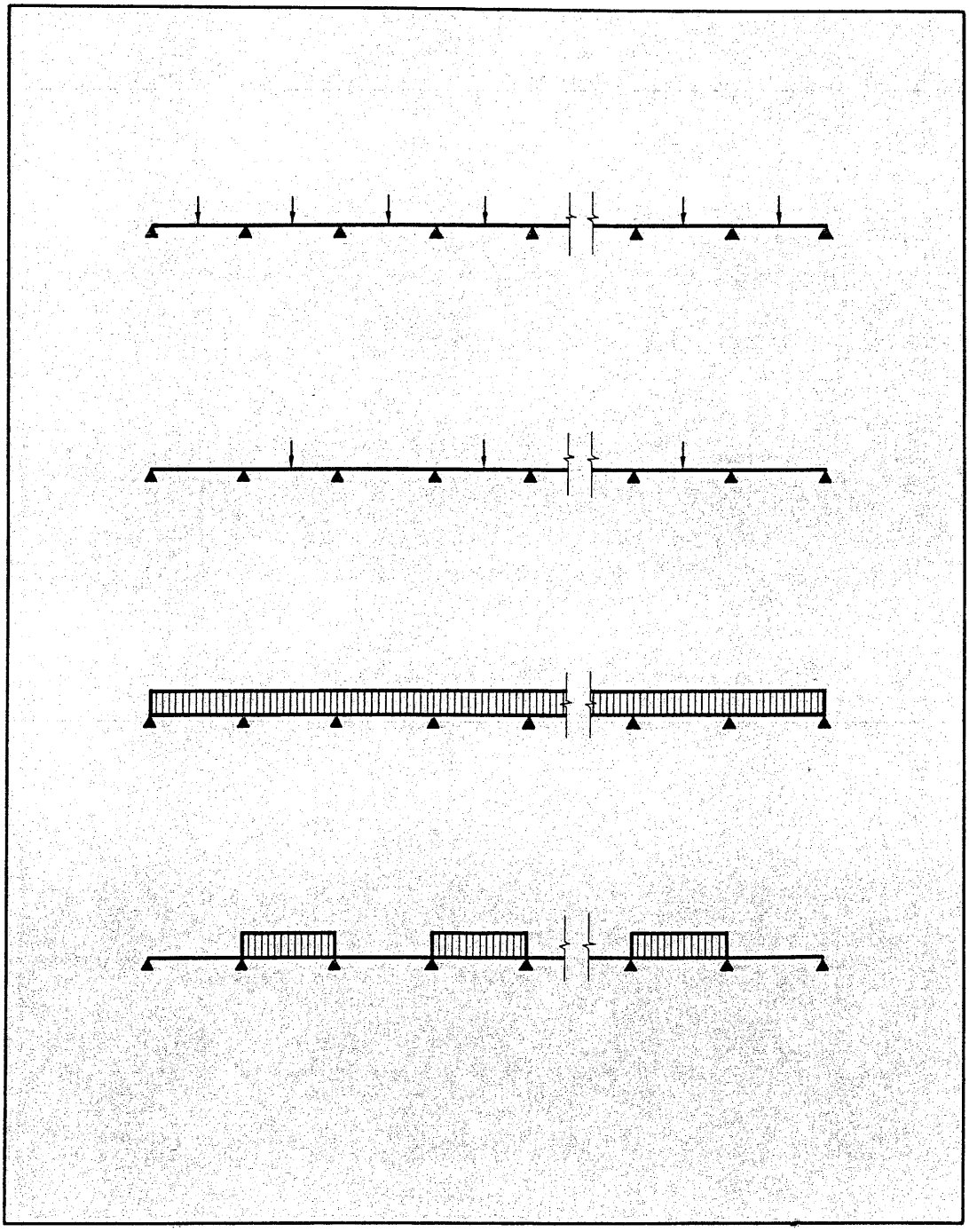
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

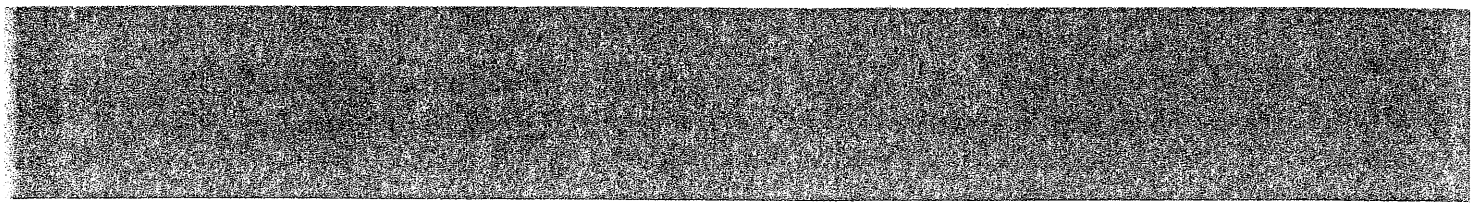


LEY DE MOMENTOS FLECTORES



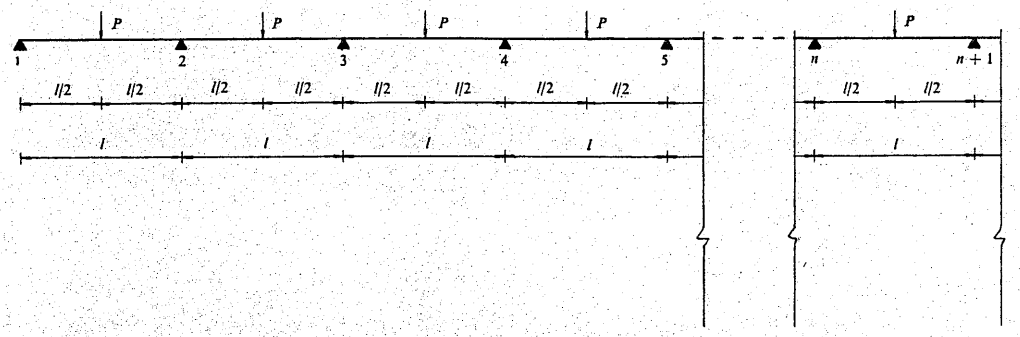




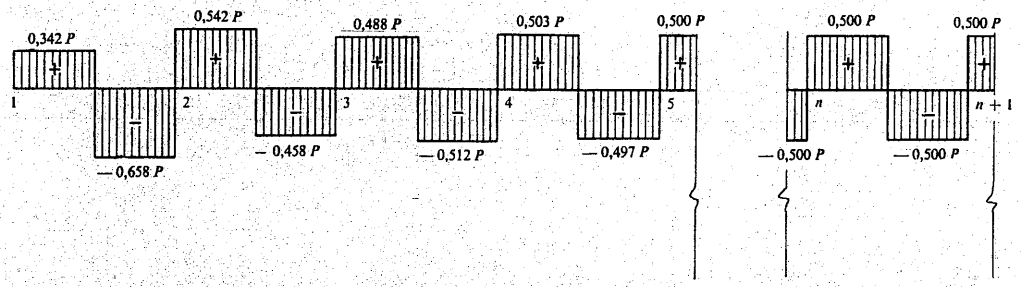




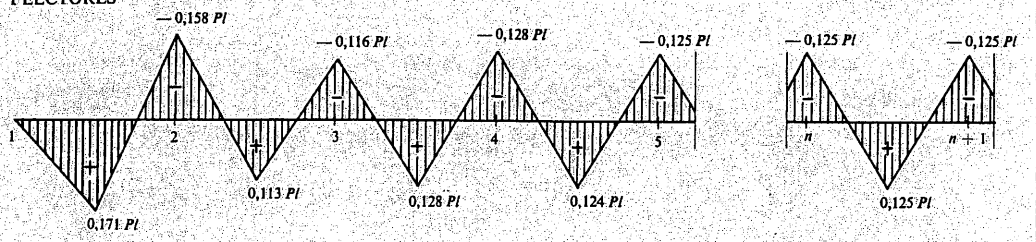
LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS



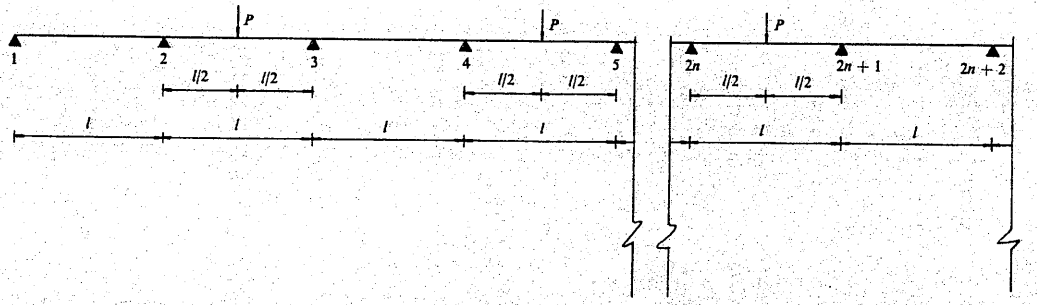
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES



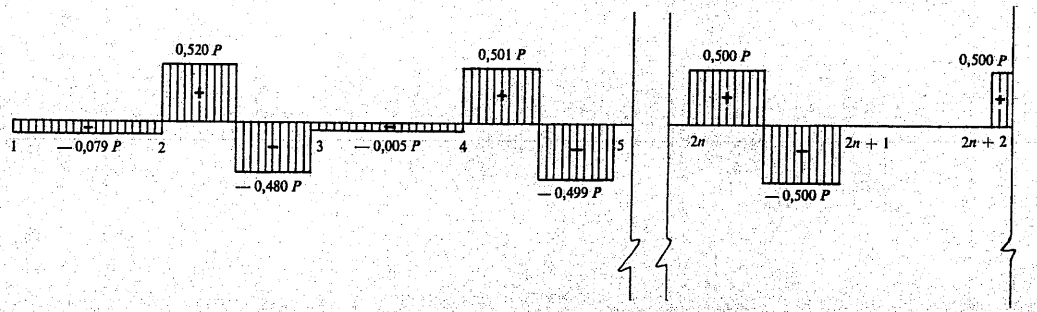
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES



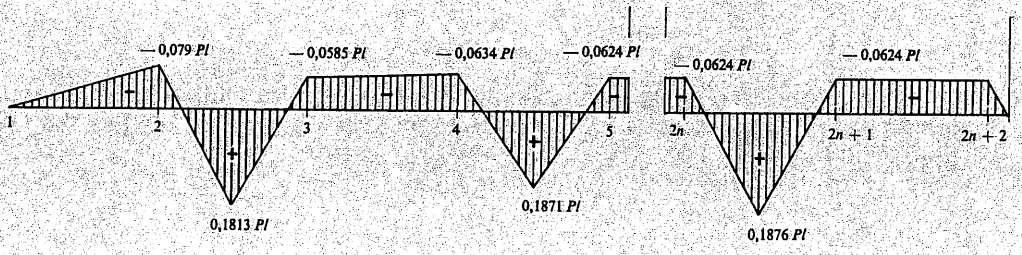
LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS



LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES

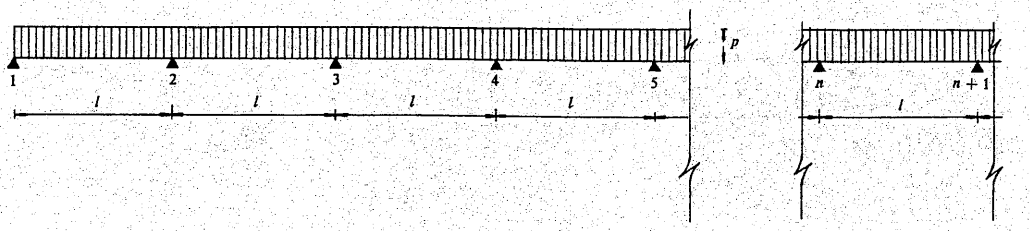


LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES

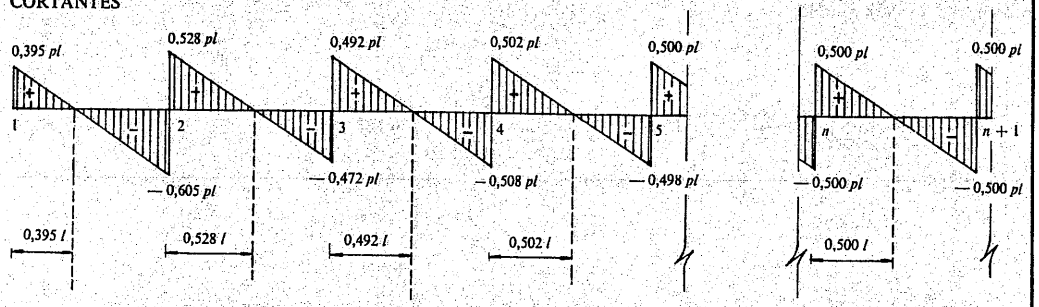




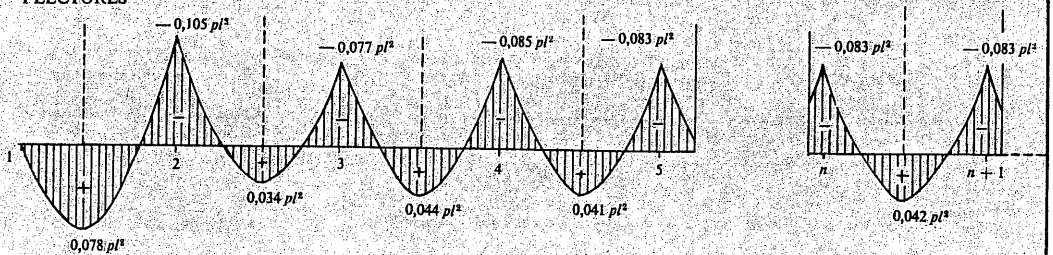
LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS

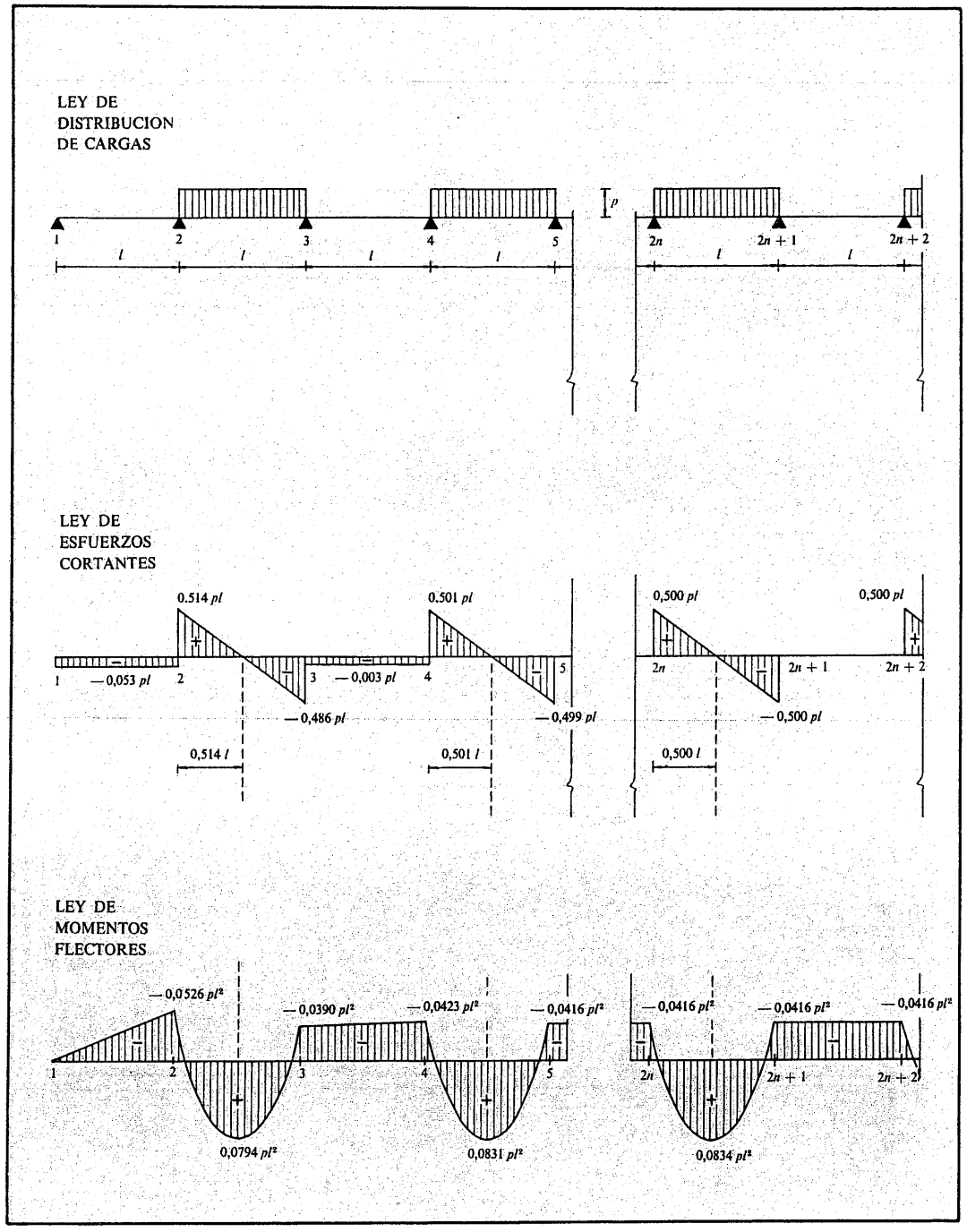


LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES



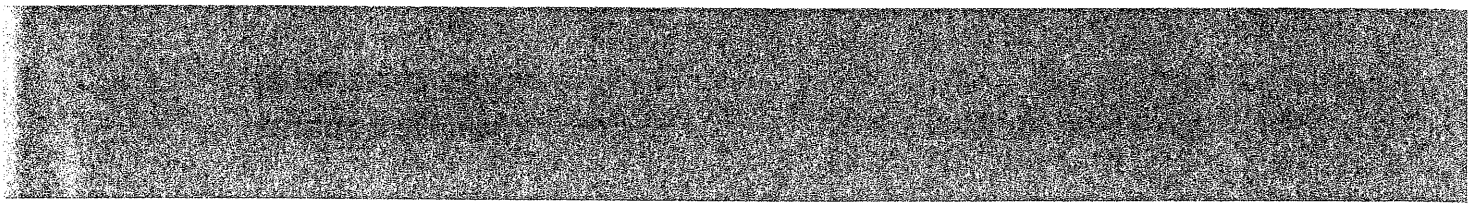
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES




LEY DE
DISTRIBUCION
DE CARGAS
p
1
2
3
4
5
l
2n
2n + 1
2n + 2
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES
0.514 pl
0.501 pl
— 0,053 pl
— 0,003 pl
— 0,486 pl
— 0,499 pl
0,514 l
0,501 l
0,500 pl
0,500 pl
— 0,500 pl
0,500 l
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES
— 0,0526 pl²
— 0,0390 pl²
— 0,0423 pl²
— 0,0416 pl²
0,0794 pl²
0,0831 pl²
— 0,0416 pl²
— 0,0416 pl²
— 0,0416 pl²
0,0834 pl²

vigas continuas de vanos desiguales

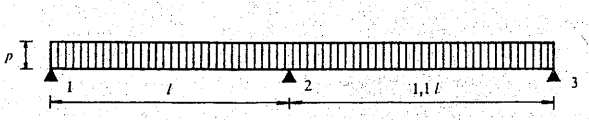
dos vanos
tres vanos
cuatro vanos



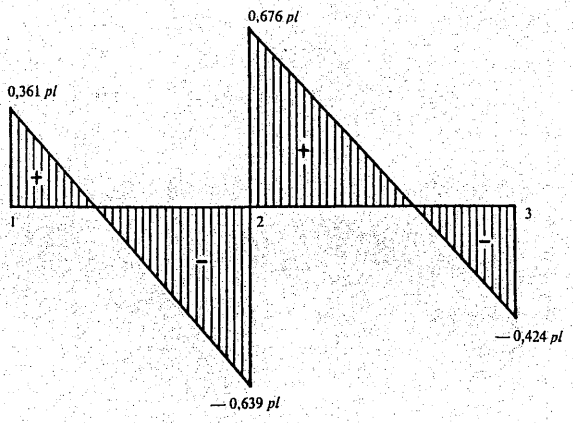
vigas continuas
dos vanos desiguales



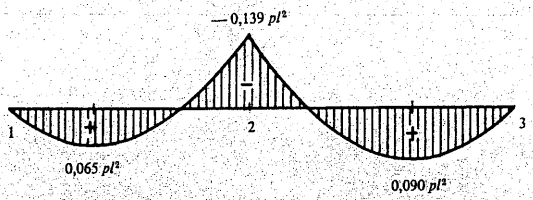
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

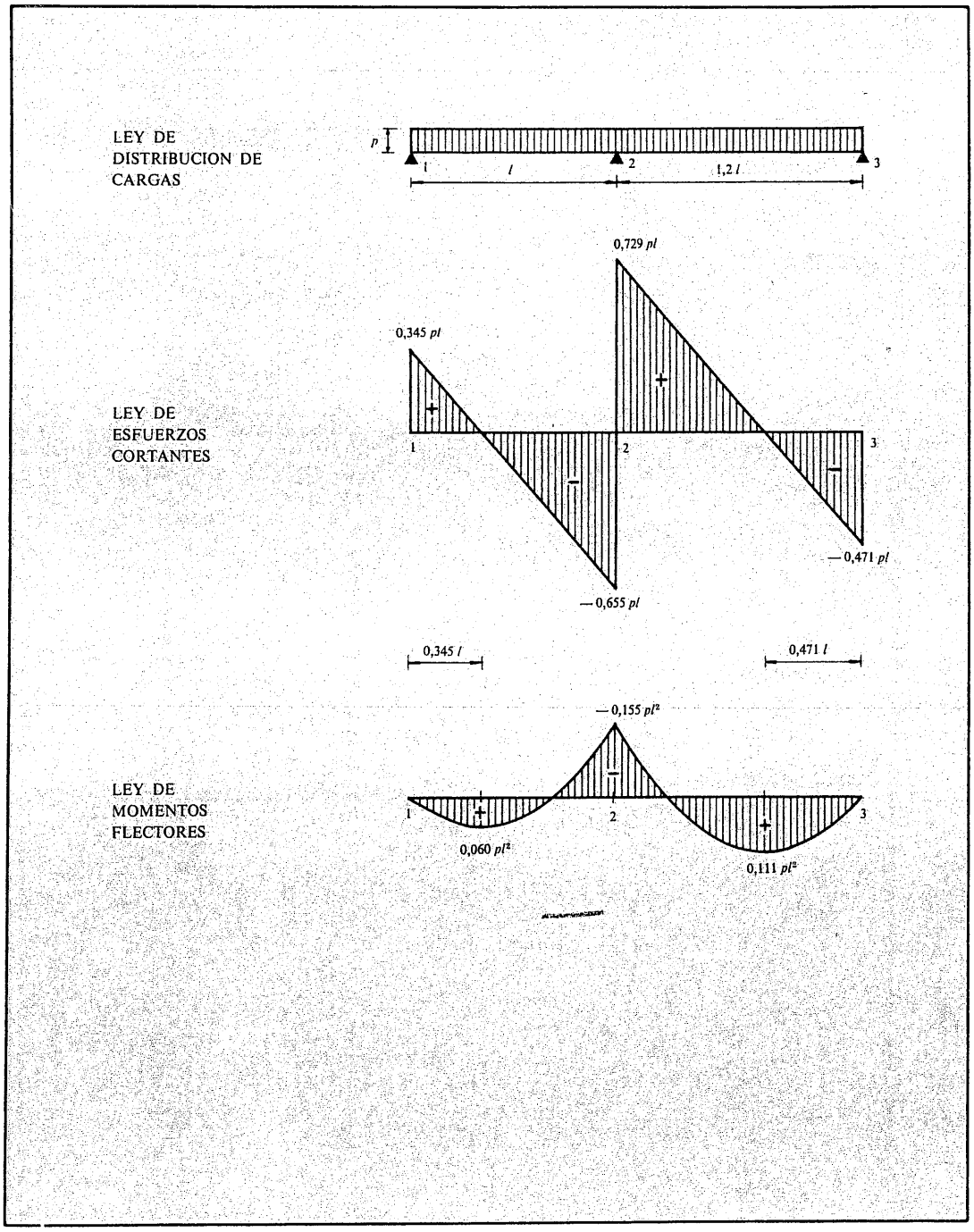


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



LEY DE MOMENTOS FLECTORES

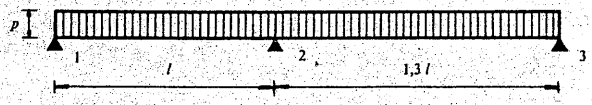



LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
p
1
l
2
1,2 l
3
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
0,729 pl
0,345 pl
+
−
1
2
3
— 0,471 pl
— 0,655 pl
0,345 l
0,471 l
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
— 0,155 pl²
0,060 pl²
0,111 pl²

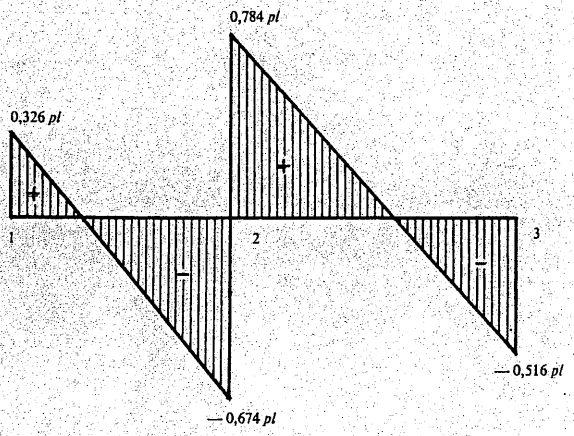
vigas continuas
dos vanos desiguales



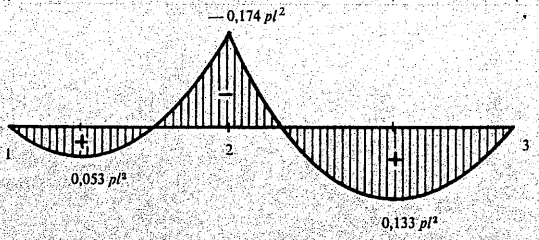
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

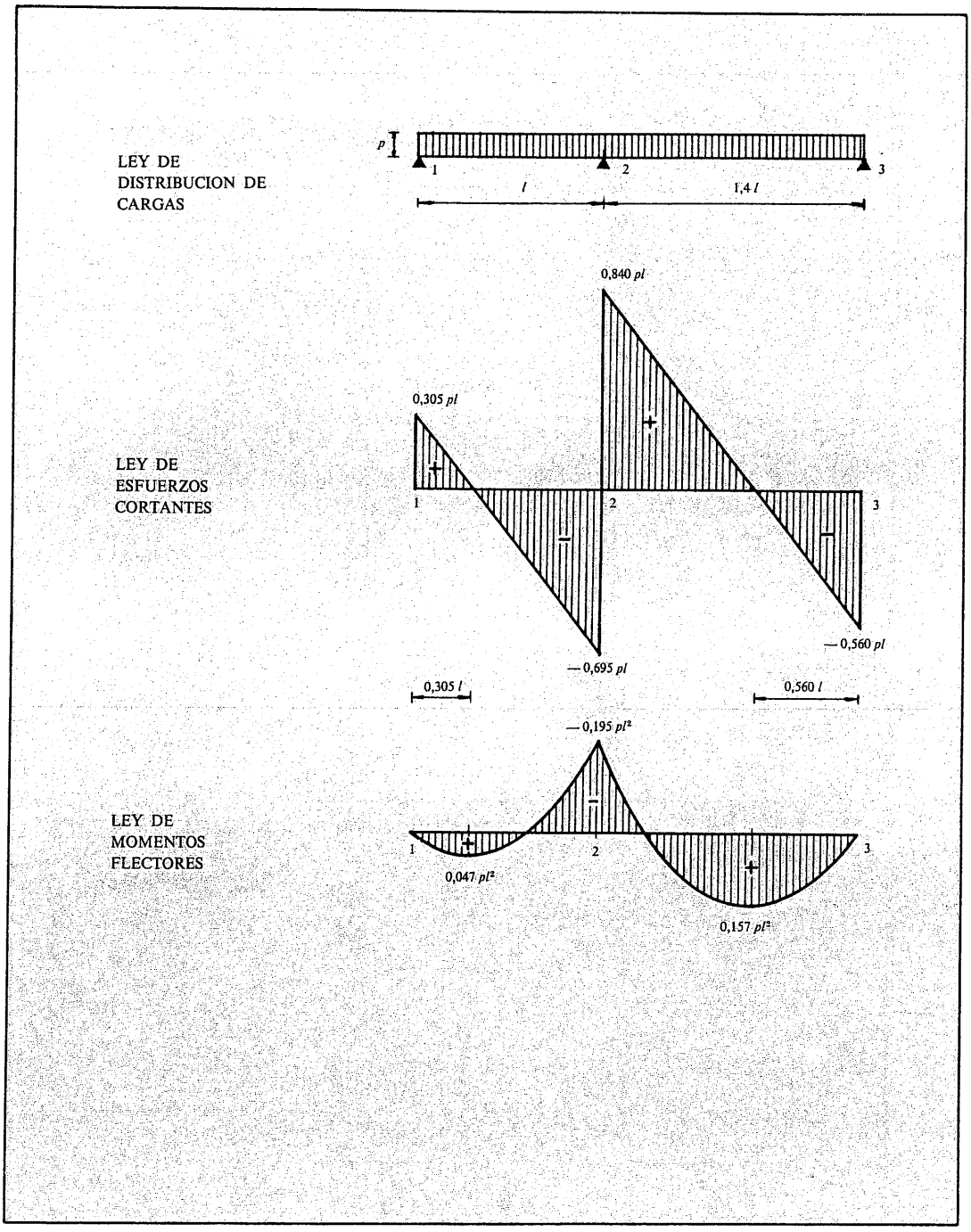


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



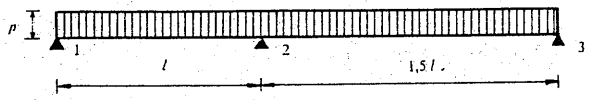
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



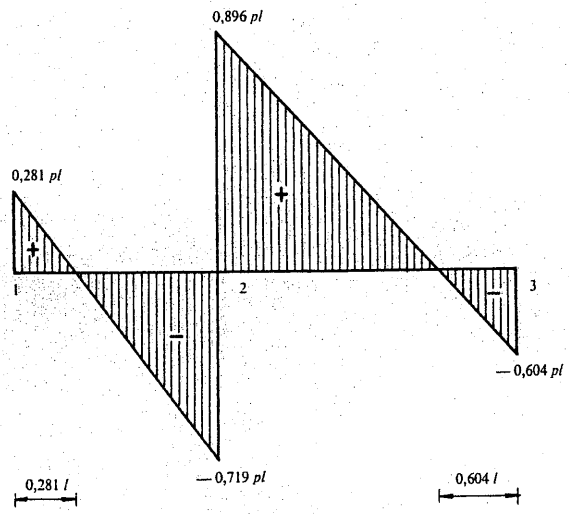

LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS
p
1
2
3
l
1,4 l
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES
0,840 pl
0,305 pl
— 0,560 pl
— 0,695 pl
0,305 l
0,560 l
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES
— 0,195 pl²
0,047 pl²
0,157 pl²



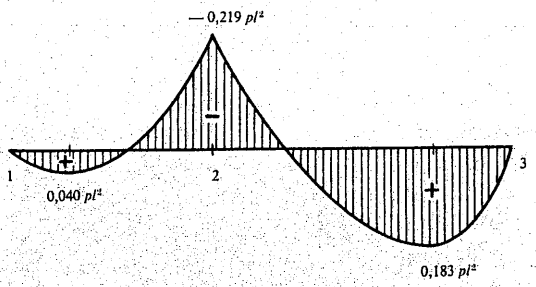
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



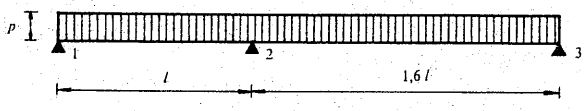
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



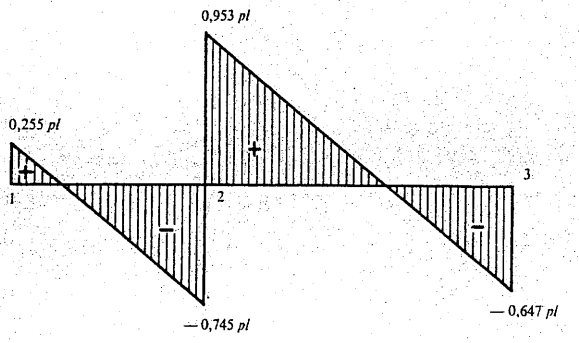
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



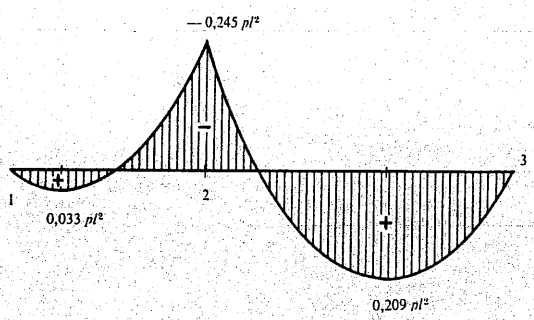
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



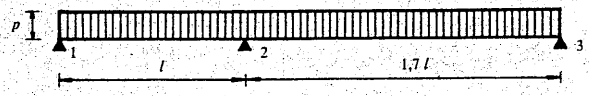
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



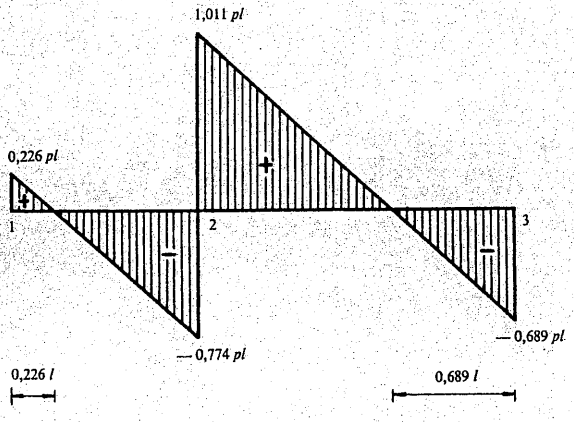
vigas continuas
dos vanos desiguales



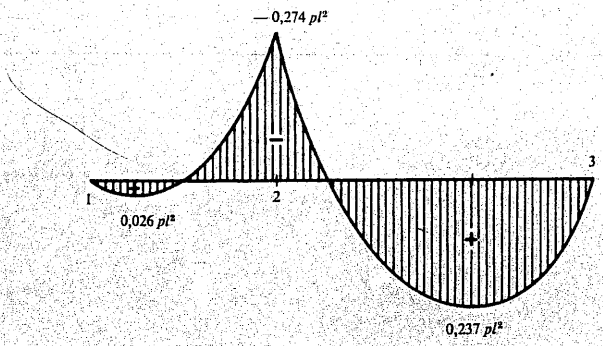
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



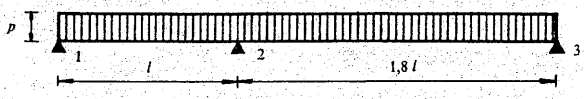
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



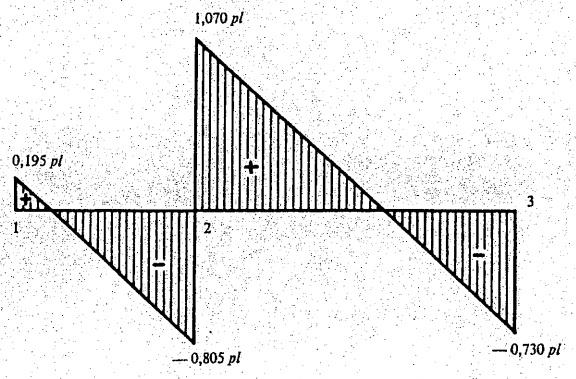
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



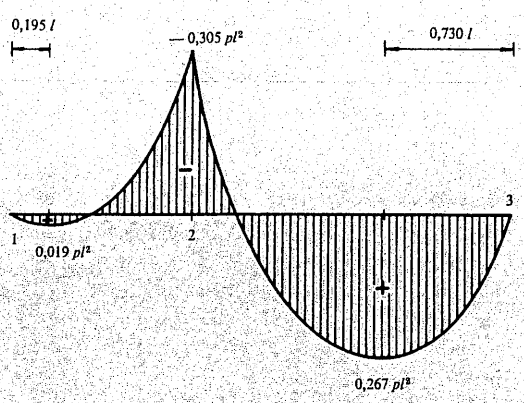
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



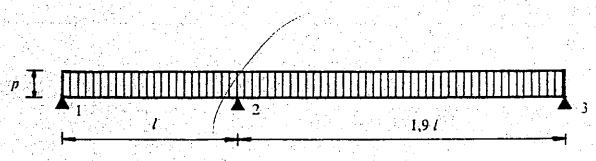
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



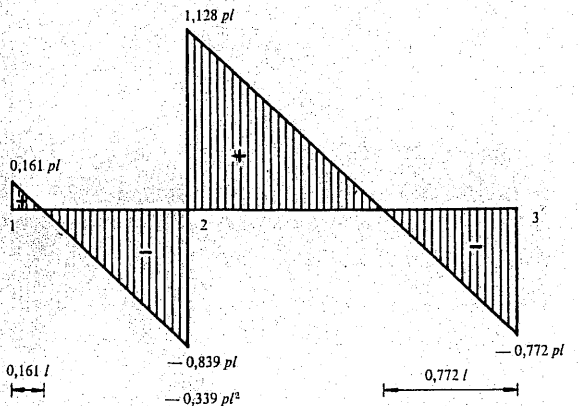
vigas continuas
dos vanos desiguales



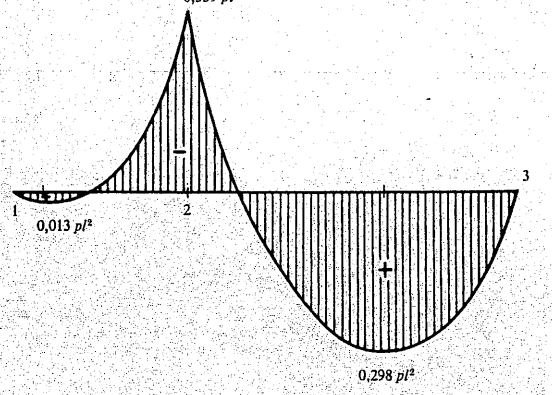
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



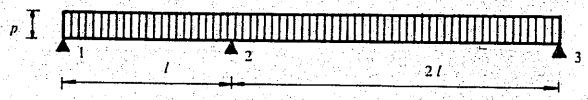
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



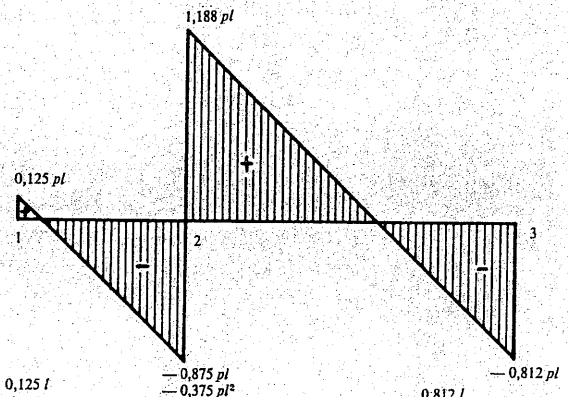
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



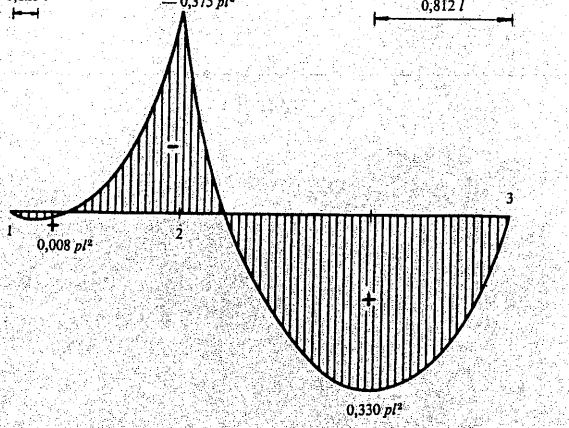
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



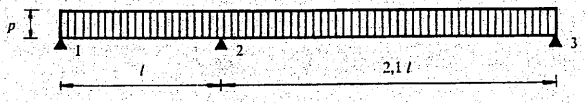
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



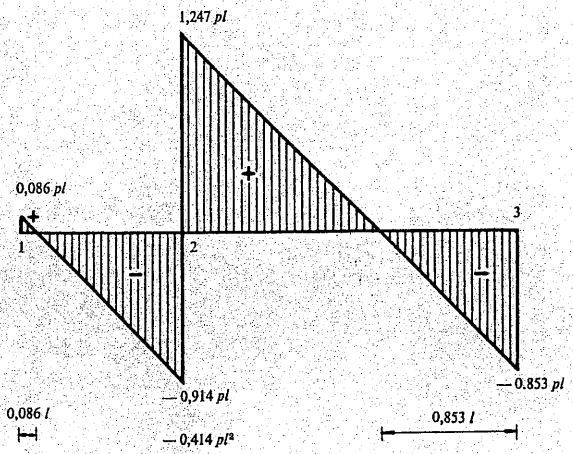
vigas continuas
dos vanos desiguales



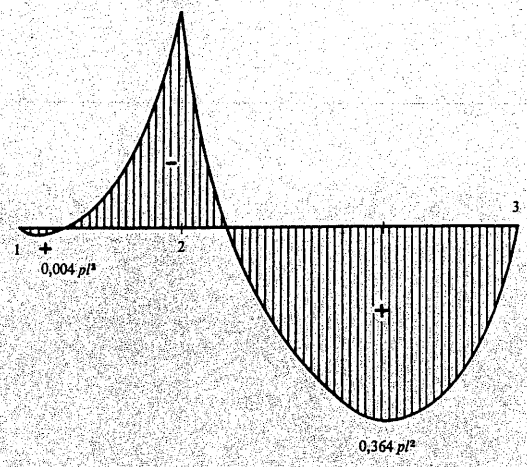
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

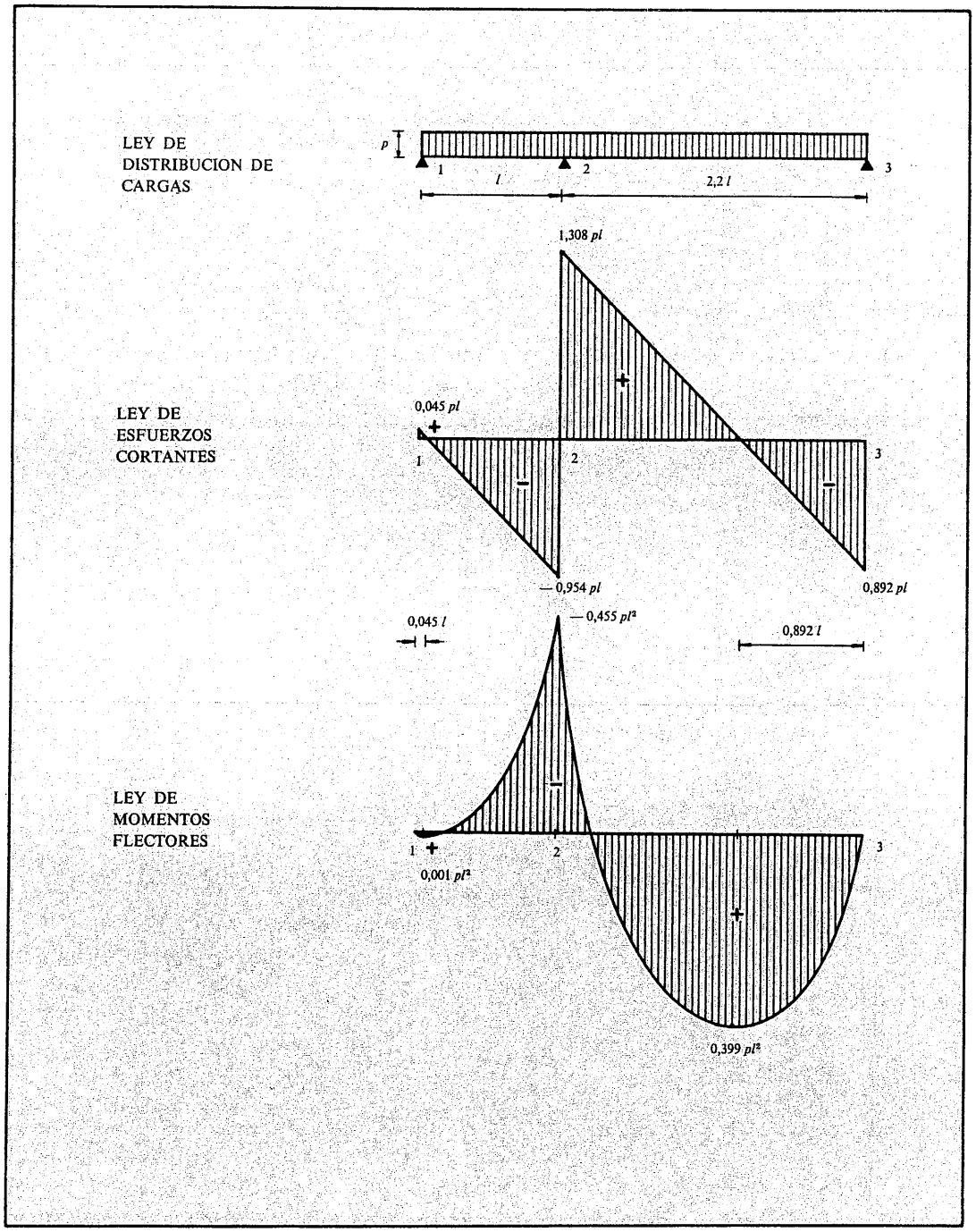


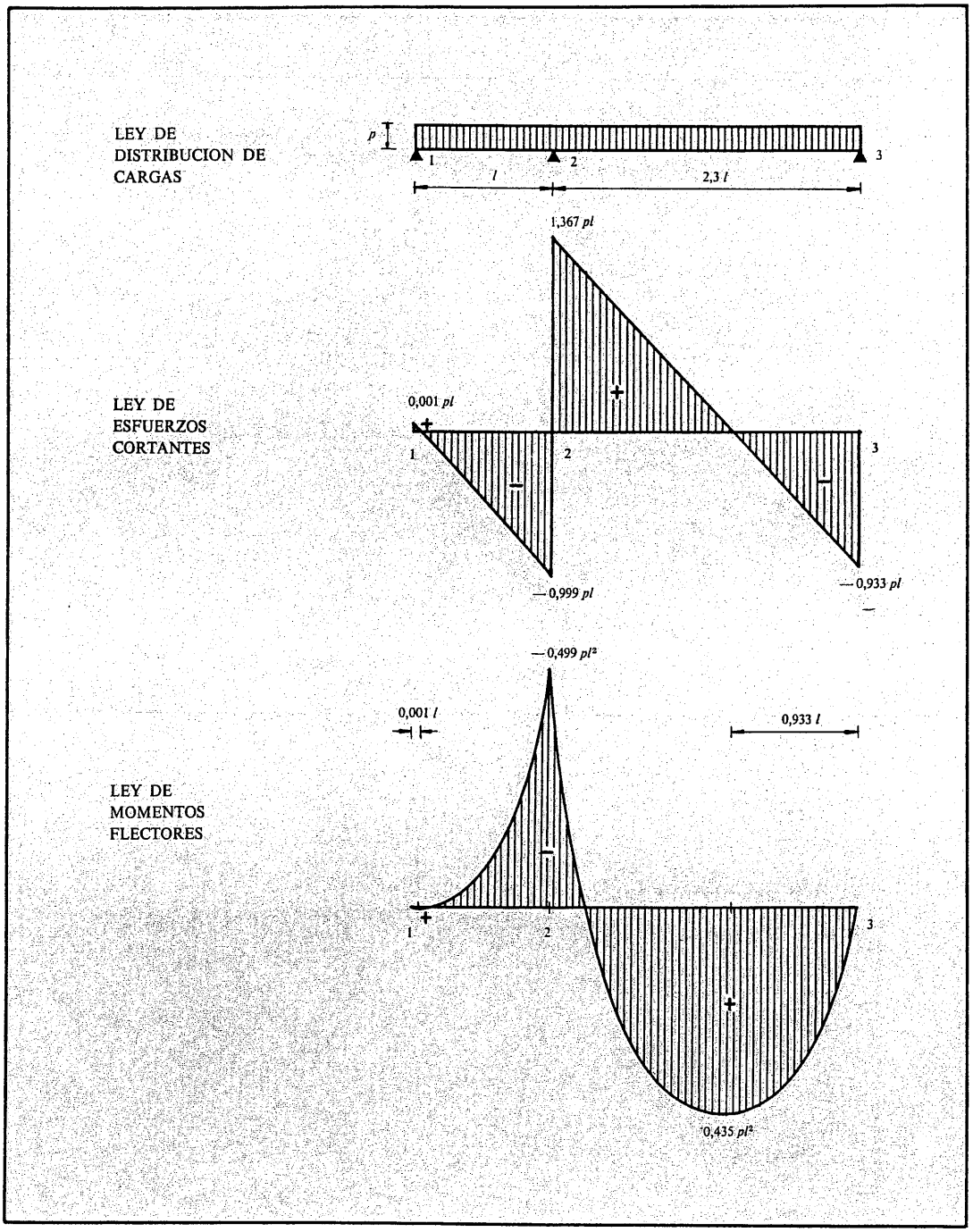
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

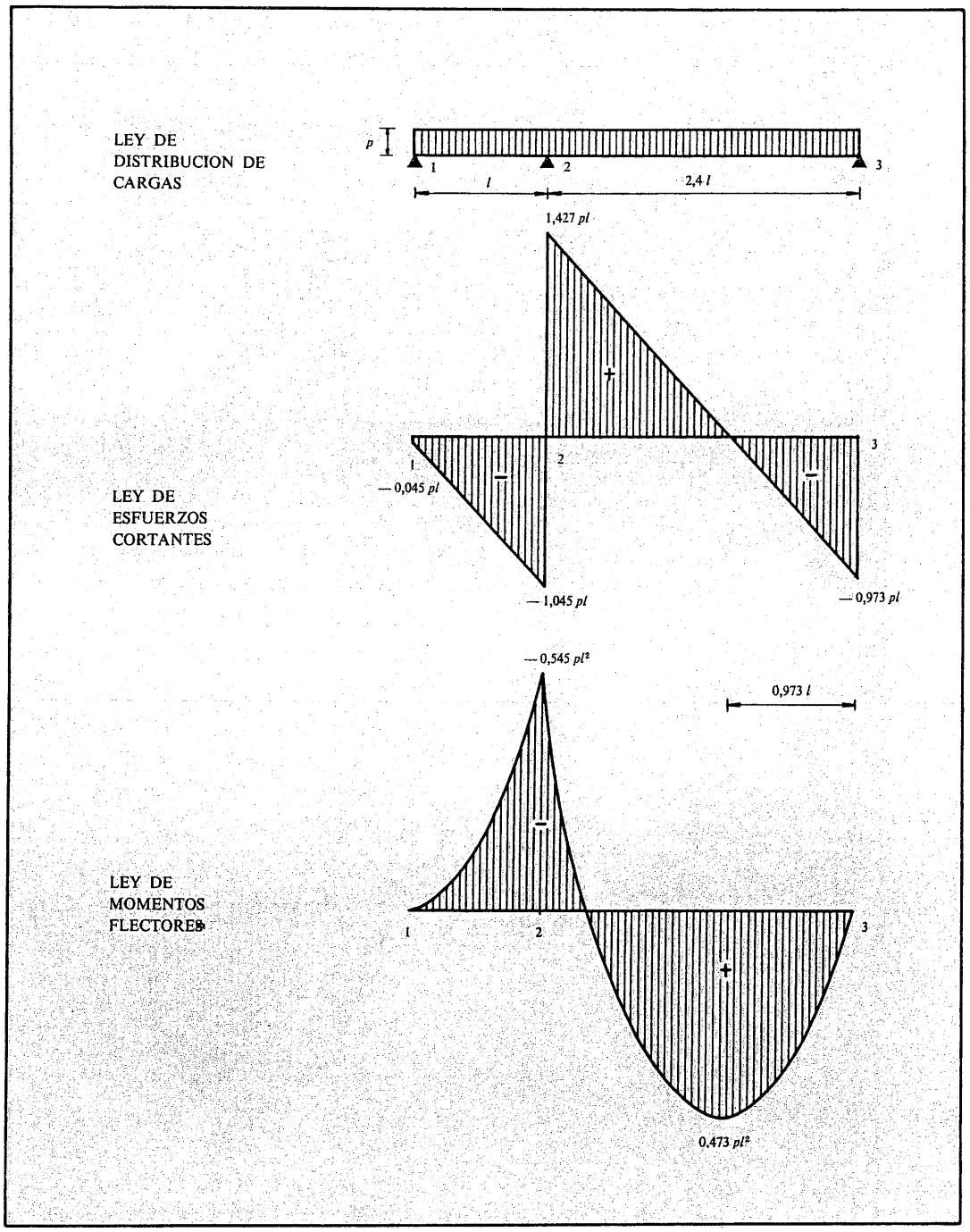


LEY DE MOMENTOS FLECTORES




LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS
p
1
2
3
l
2,2 l
1,308 pl
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES
0,045 pl
1
2
3
— 0,954 pl
0,892 pl
0,045 l
— 0,455 pl²
0,892 l
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES
1
2
3
0,001 pl²
0,399 pl²

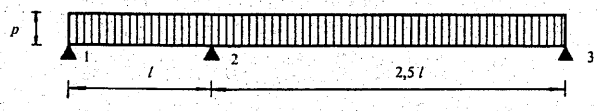

LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS
p
1
2
3
l
2,3 l
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES
1,367 pl
0,001 pl
+
1
2
3
—0,999 pl
—0,933 pl
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES
—0,499 pl²
0,001 l
0,933 l
1
2
3
0,435 pl²


LEY DE
DISTRIBUCION DE
CARGAS
p
1
2
3
l
2,4 l
1,427 pl
LEY DE
ESFUERZOS
CORTANTES
1
2
3
— 0,045 pl
— 1,045 pl
— 0,973 pl
LEY DE
MOMENTOS
FLECTORES
— 0,545 pl²
0,973 l
1
2
3
0,473 pl²

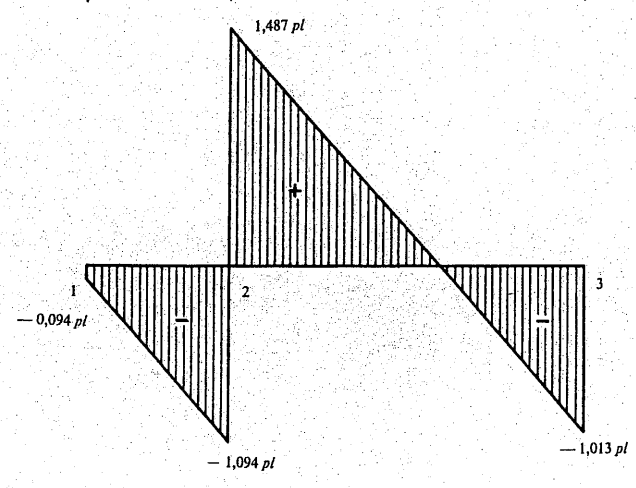
vigas continuas
dos vanos desiguales



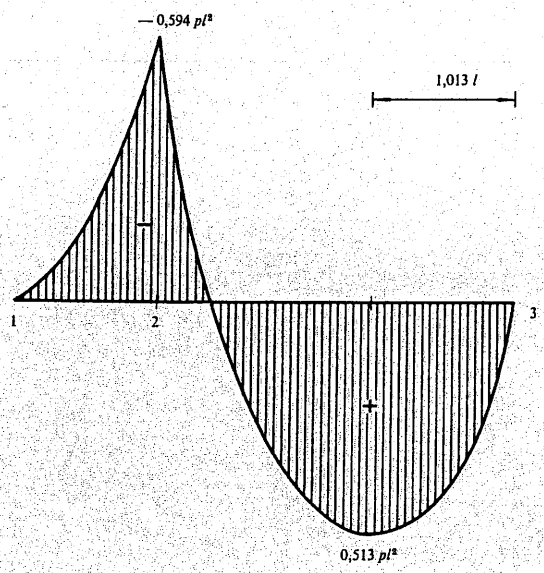
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

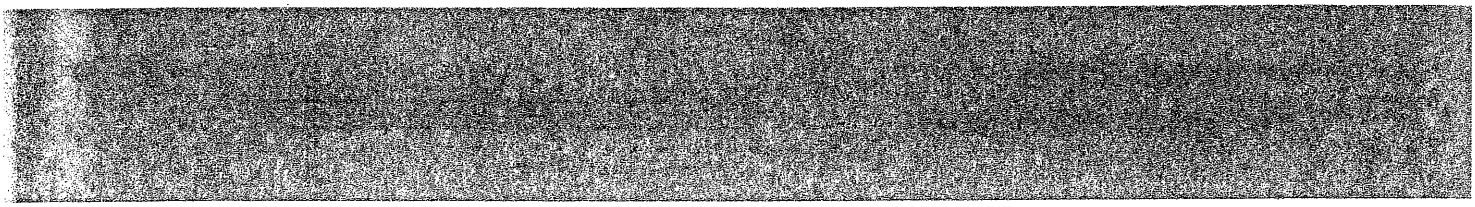


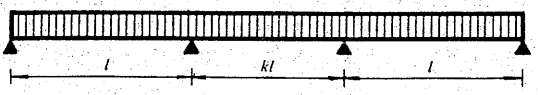
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



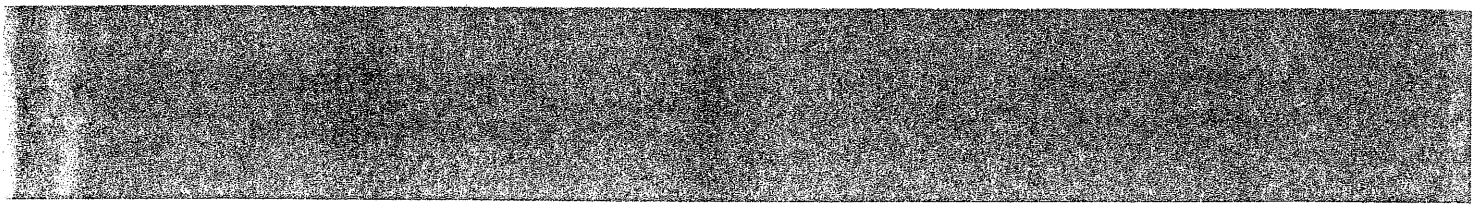
LEY DE MOMENTOS FLECTORES







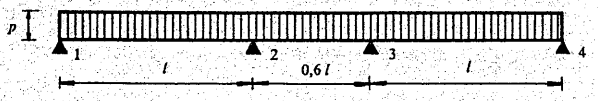
$k = 0{,}6$	$k = 1{,}5$
$k = 0{,}8$	$k = 1{,}6$
$k = 1{,}1$	$k = 1{,}7$
$k = 1{,}2$	$k = 1{,}8$
$k = 1{,}3$	$k = 1{,}9$
$k = 1{,}4$	$k = 2{,}0$



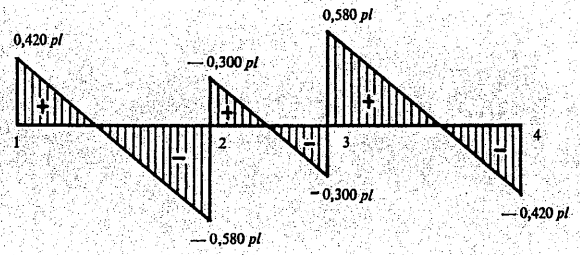
vigas continuas
tres vanos desiguales



LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

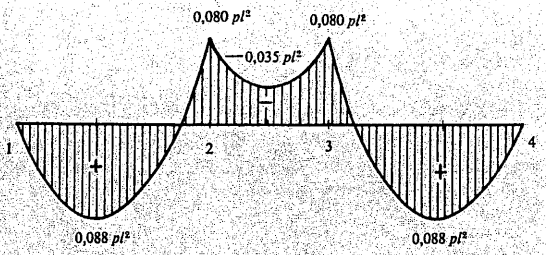


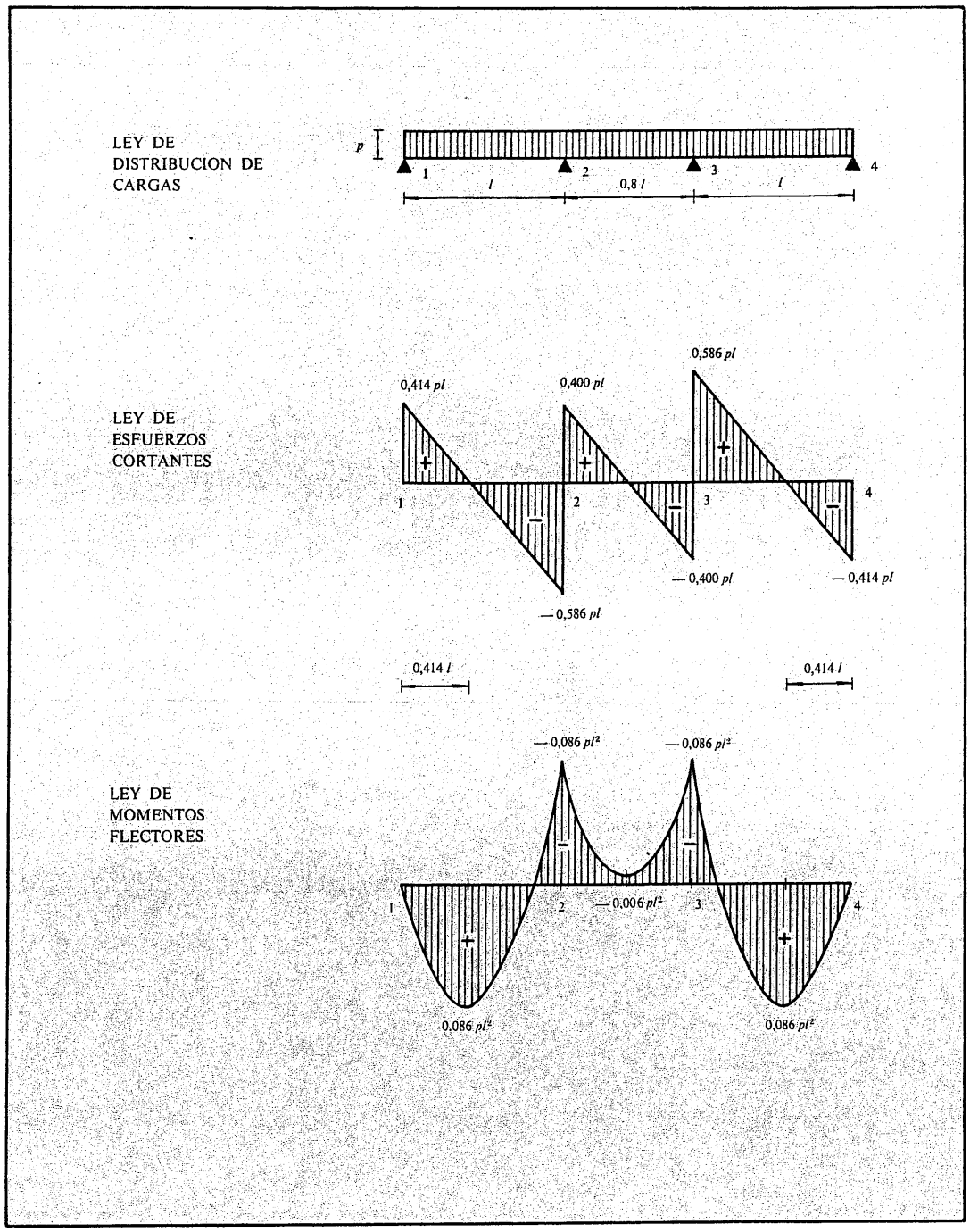
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES





LEY DE MOMENTOS FLECTORES

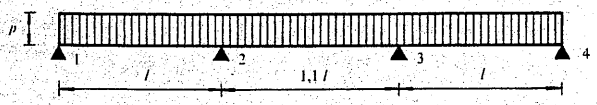



LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
p
1
2
3
4
l
0,8 l
l
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
0,414 pl
0,400 pl
0,586 pl
— 0,400 pl
— 0,414 pl
— 0,586 pl
0,414 l
0,414 l
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
— 0,086 pl²
— 0,086 pl²
— 0,006 pl²
0,086 pl²
0,086 pl²

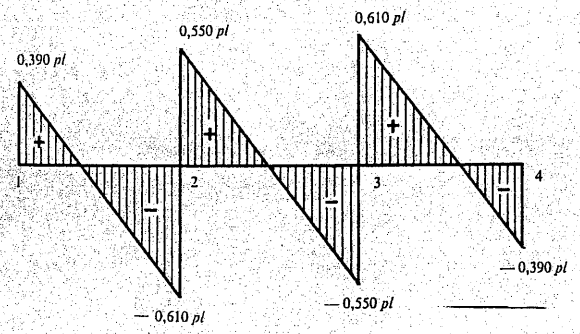
vigas continuas
tres vanos desiguales



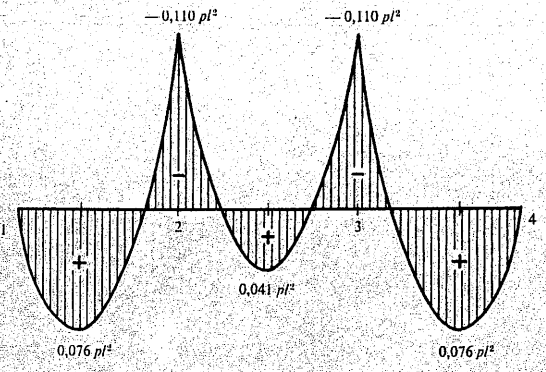
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

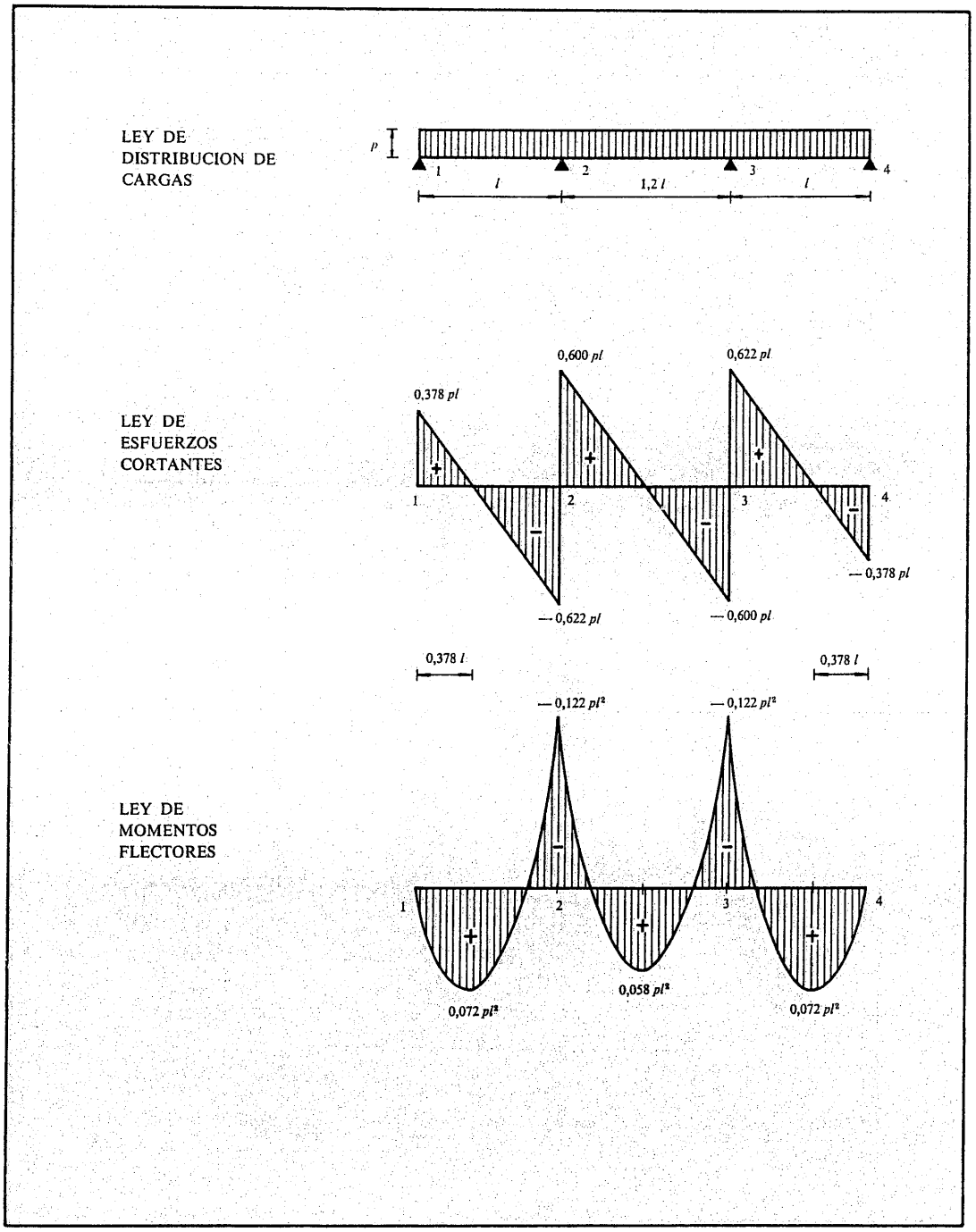


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



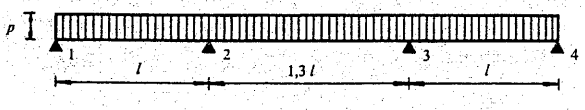
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



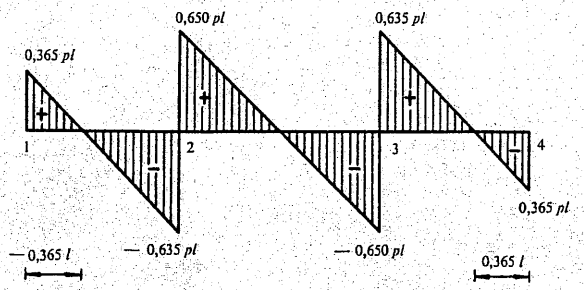

LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
p
1
2
3
4
l
1,2 l
l
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
0,600 pl
0,622 pl
0,378 pl
— 0,622 pl
— 0,600 pl
— 0,378 pl
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
0,378 l
0,378 l
— 0,122 pl²
— 0,122 pl²
0,072 pl²
0,058 pl²
0,072 pl²



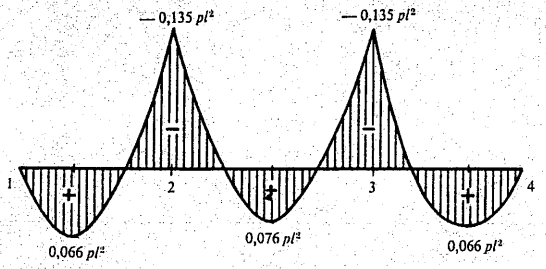
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



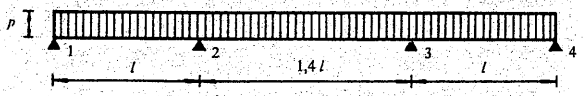
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



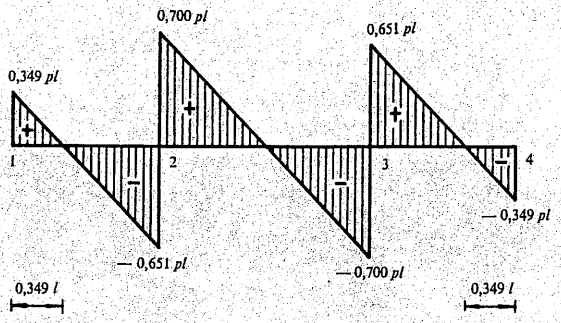
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



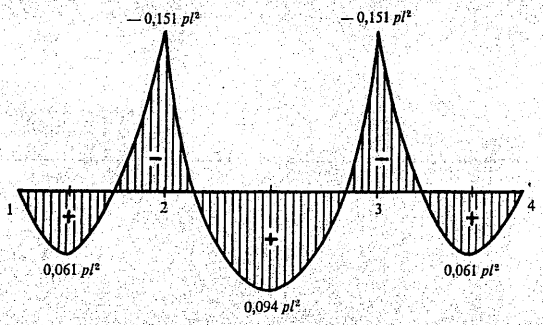
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



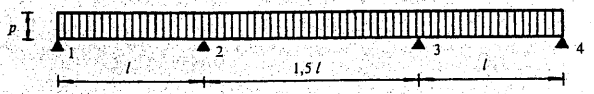
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



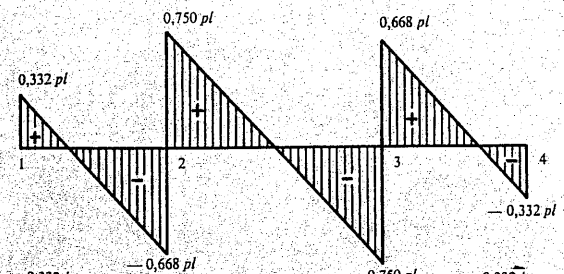
vigas continuas
tres vanos desiguales



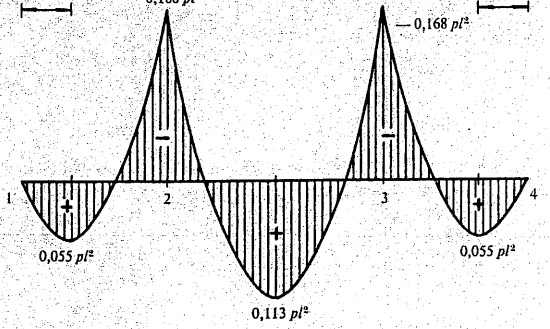
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



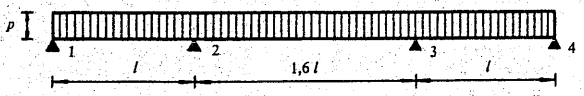
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



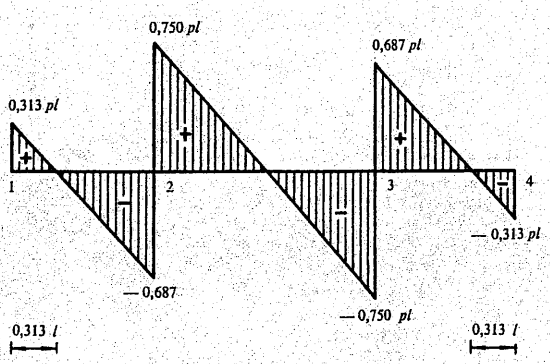
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



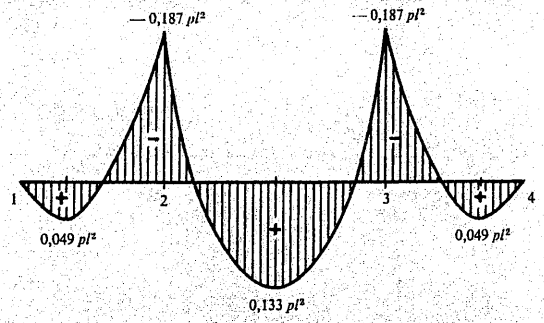
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

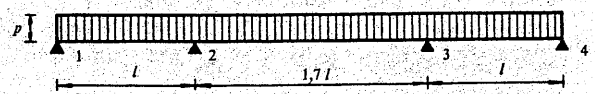


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

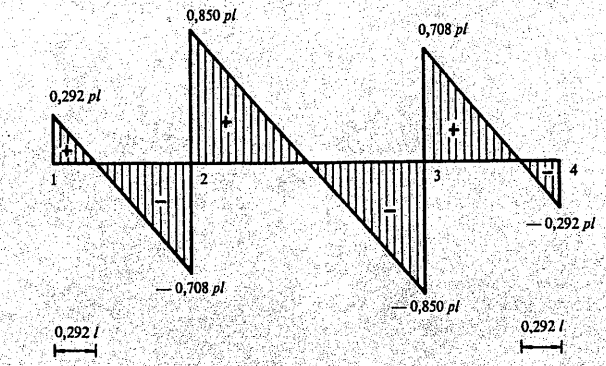




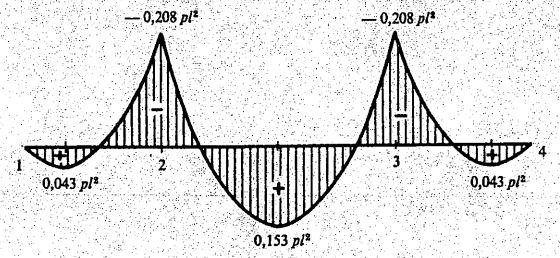
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



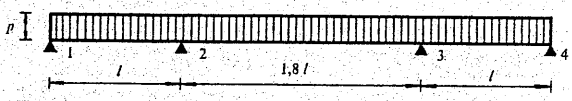
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



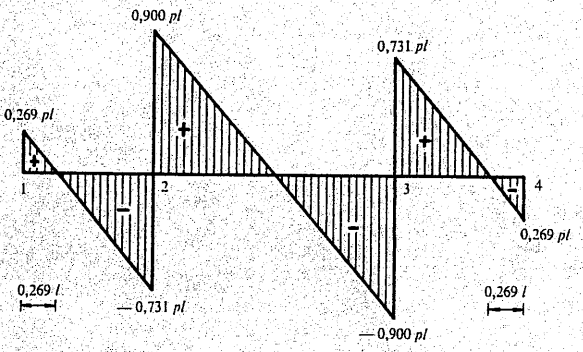
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



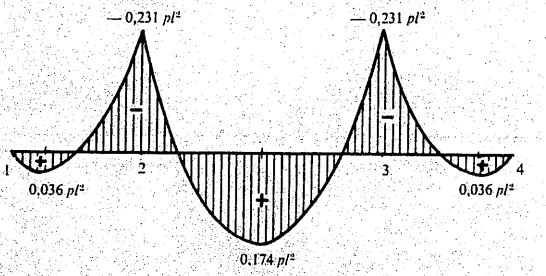
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

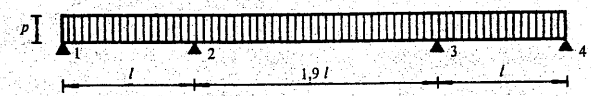


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

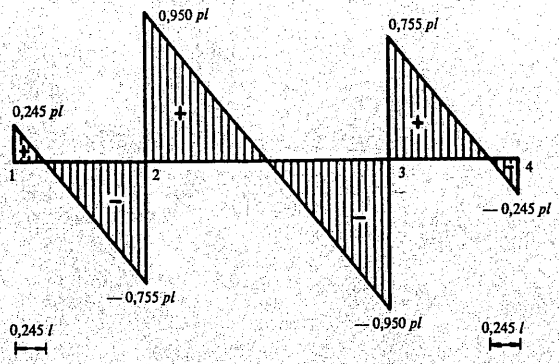




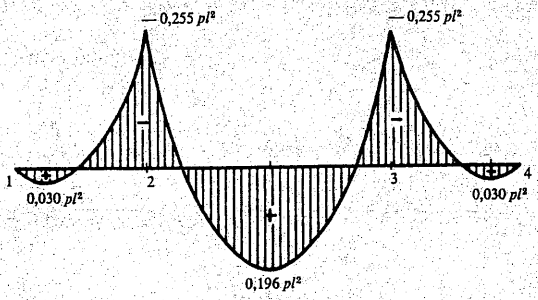
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

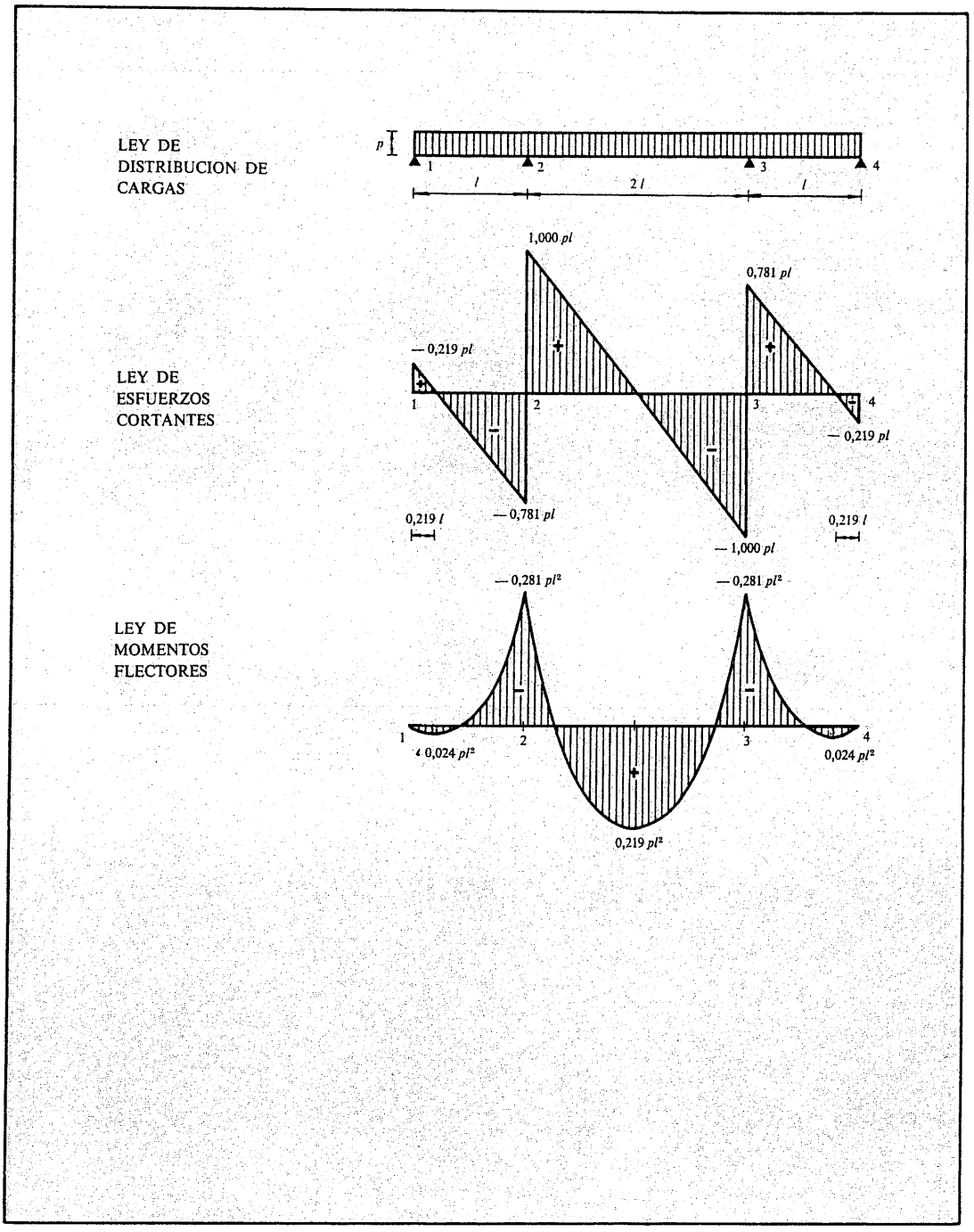


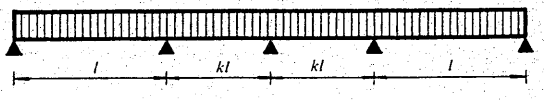
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



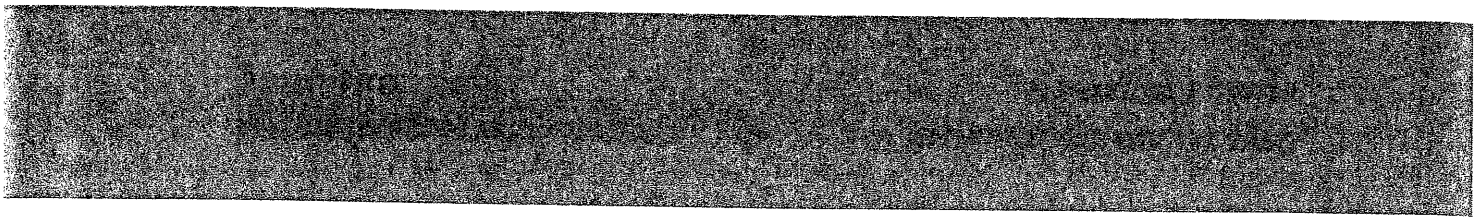
LEY DE MOMENTOS FLECTORES




LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
p
1
2
3
4
l
2 l
l
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
1,000 pl
0,781 pl
— 0,219 pl
— 0,219 pl
0,219 l
— 0,781 pl
— 1,000 pl
0,219 l
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
— 0,281 pl²
— 0,281 pl²
— 0,024 pl²
0,024 pl²
0,219 pl²



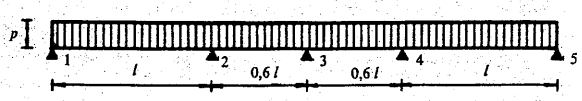
$k = 0{,}6$	$k = 1{,}5$
$k = 0{,}8$	$k = 1{,}6$
$k = 1{,}1$	$k = 1{,}7$
$k = 1{,}2$	$k = 1{,}8$
$k = 1{,}3$	$k = 1{,}9$
$k = 1{,}4$	$k = 2{,}0$



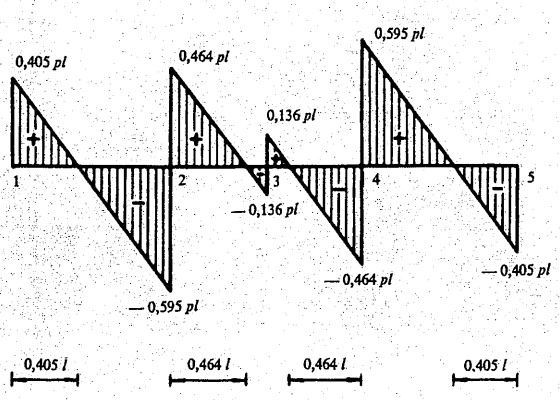
vigas continuas
cuatro vanos desiguales



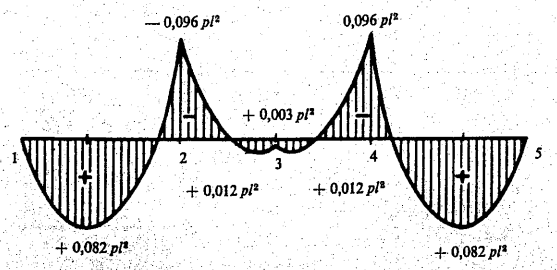
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

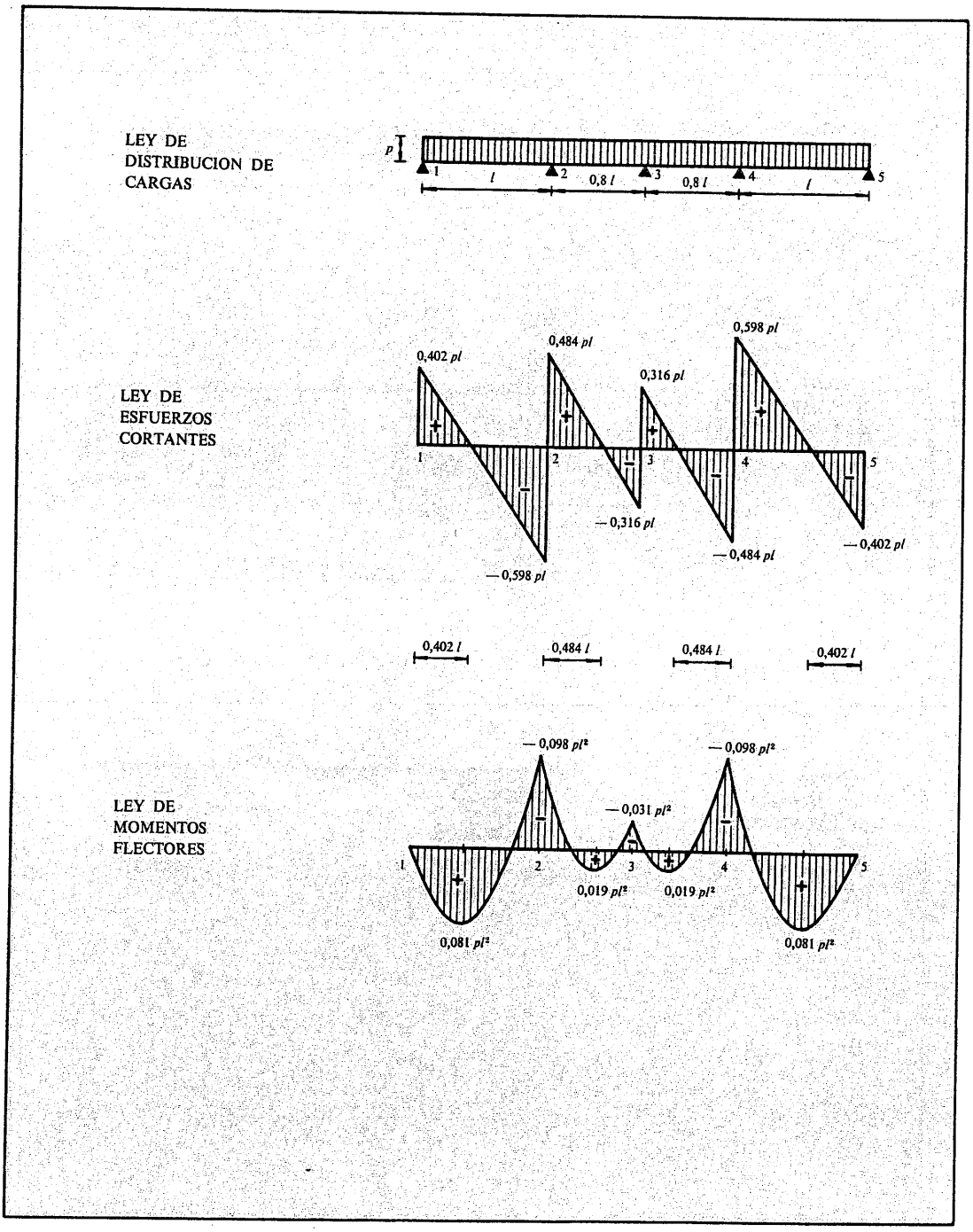


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



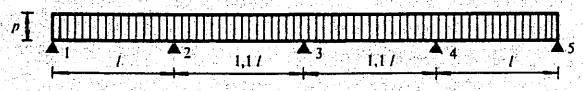
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



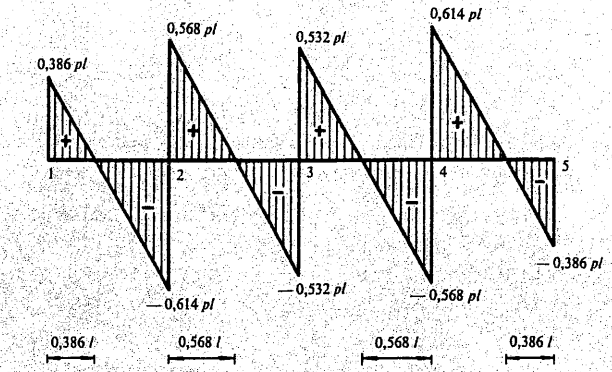

LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
p
1
l
2
0,8 l
3
0,8 l
4
l
5
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
0,402 pl
0,484 pl
0,316 pl
0,598 pl
1
2
3
4
5
— 0,598 pl
— 0,316 pl
— 0,484 pl
— 0,402 pl
0,402 l
0,484 l
0,484 l
0,402 l
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
— 0,098 pl²
— 0,031 pl²
— 0,098 pl²
1
2
3
4
5
0,019 pl²
0,019 pl²
0,081 pl²
0,081 pl²



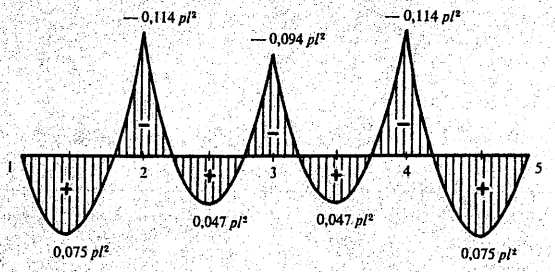
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



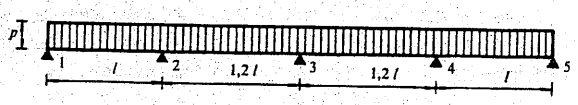
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



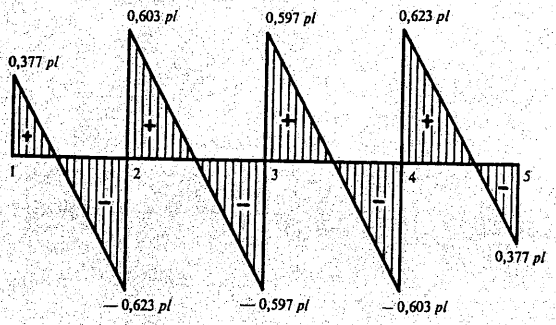
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



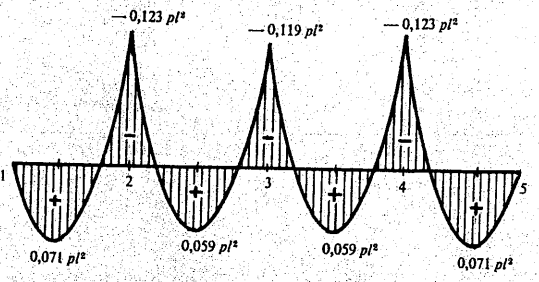
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



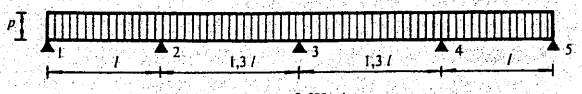
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



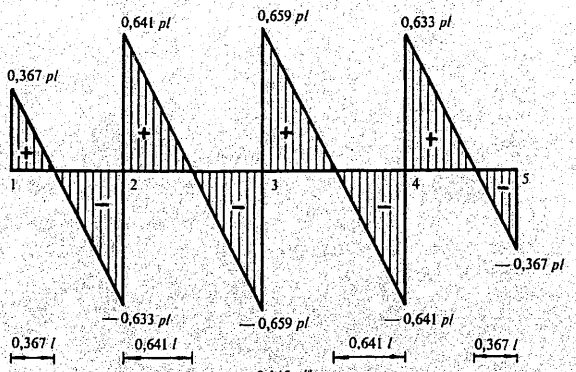
vigas continuas
cuatro vanos desiguales



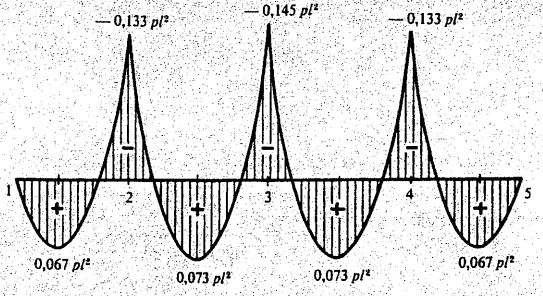
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



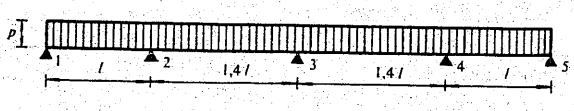
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



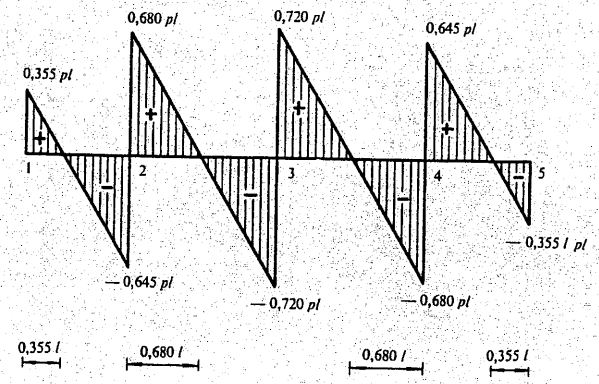
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



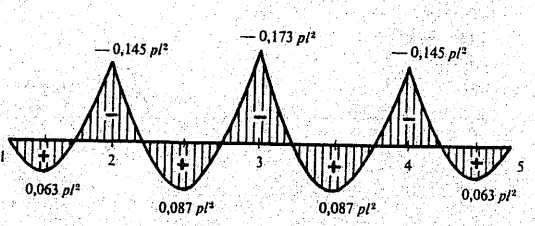
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS

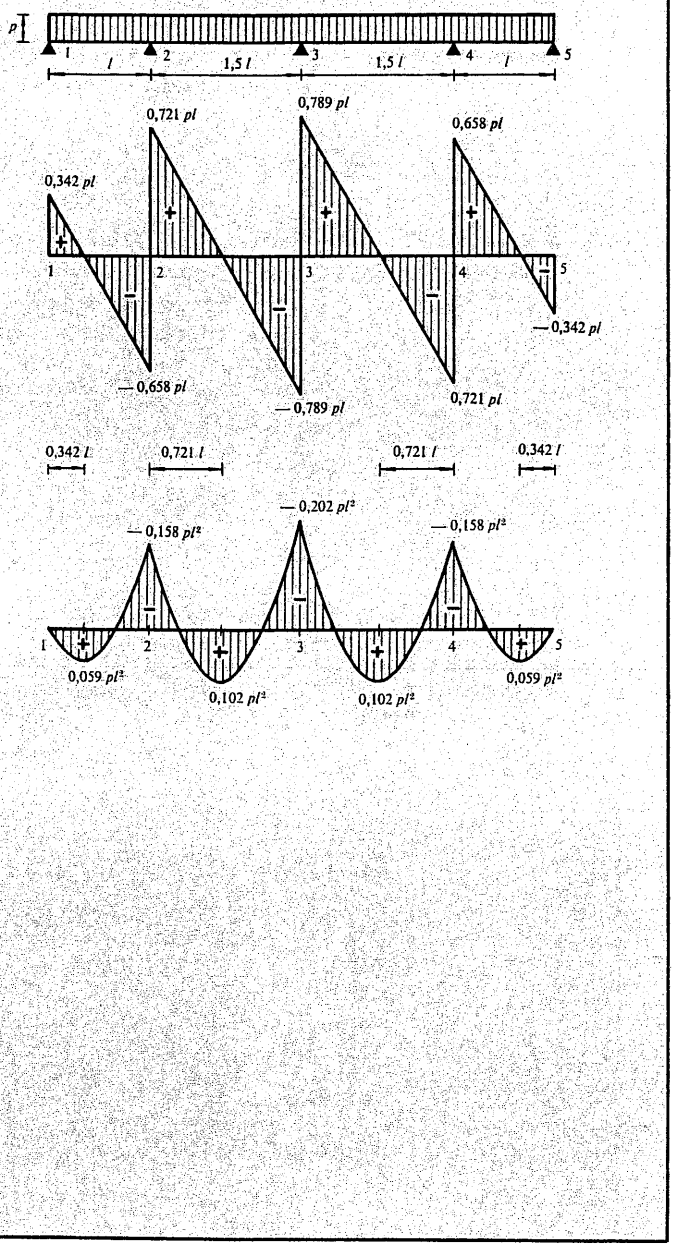


LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

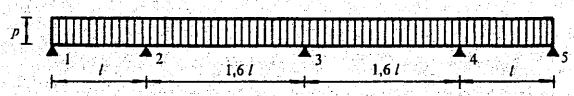


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

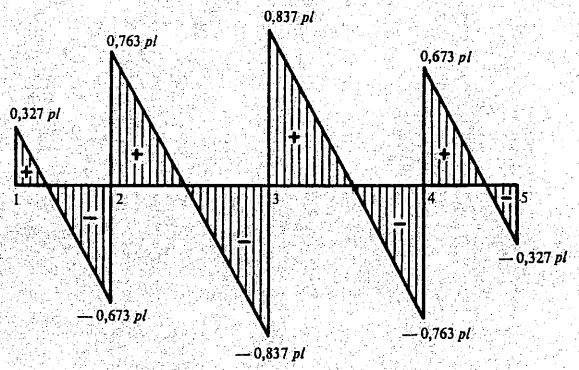



LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES
LEY DE MOMENTOS FLECTORES
p
1
2
3
4
5
l
1,5 l
1,5 l
l
0,721 pl
0,789 pl
0,658 pl
0,342 pl
— 0,658 pl
— 0,789 pl
0,721 pl
— 0,342 pl
0,342 l
0,721 l
0,721 l
0,342 l
— 0,158 pl²
— 0,202 pl²
— 0,158 pl²
0,059 pl²
0,102 pl²
0,102 pl²
0,059 pl²

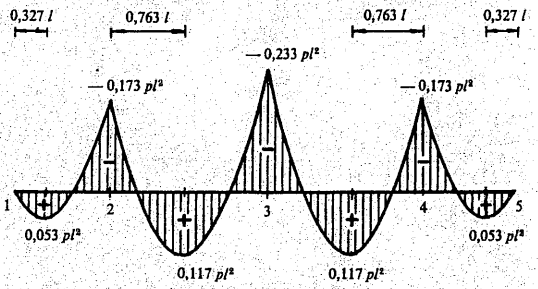
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES

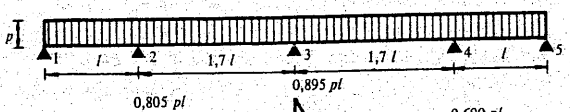


LEY DE MOMENTOS FLECTORES

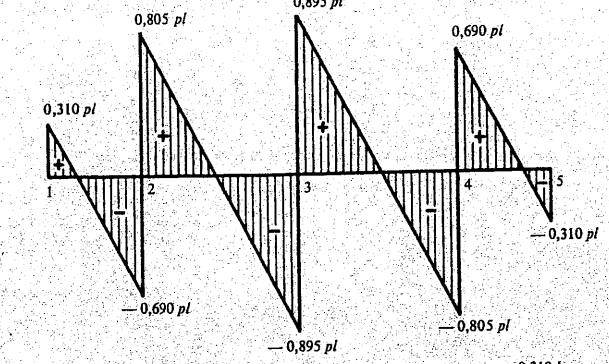




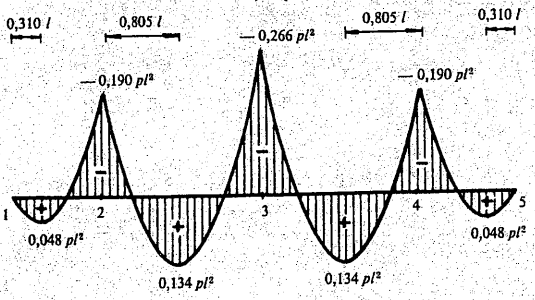
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



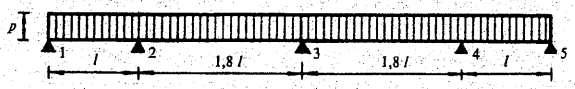
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



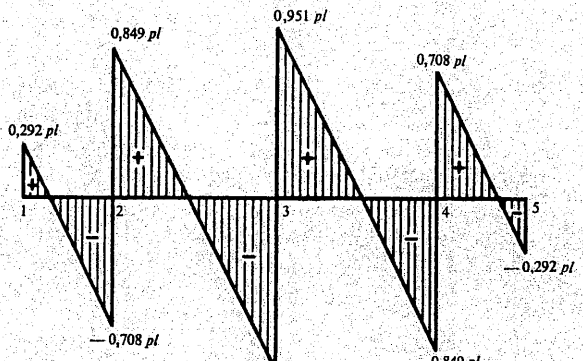
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



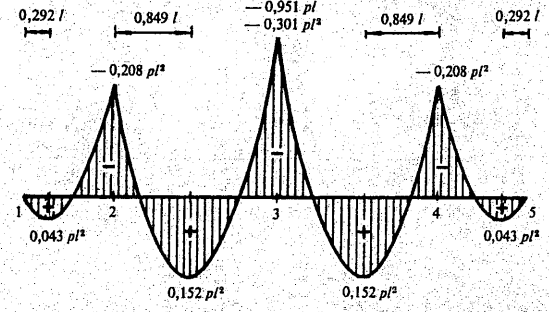
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



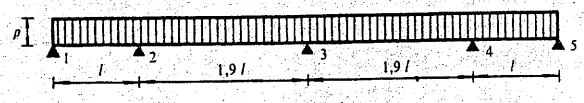
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



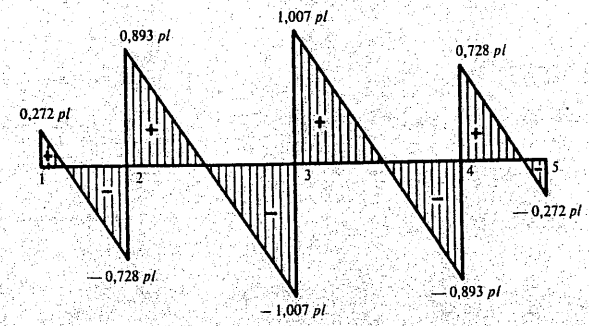
vigas continuas
cuatro vanos desiguales



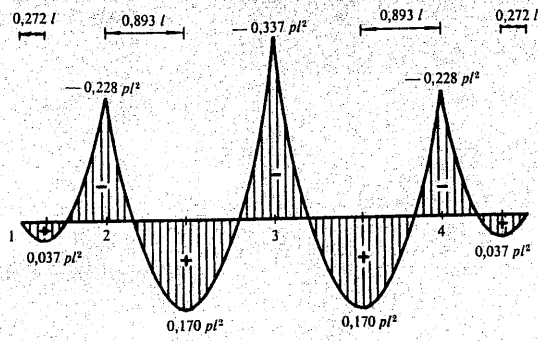
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



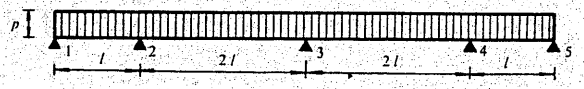
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



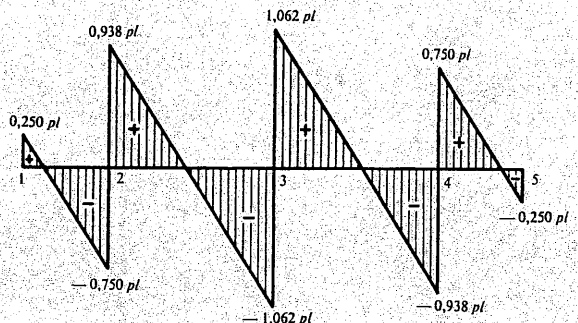
LEY DE MOMENTOS FLECTORES



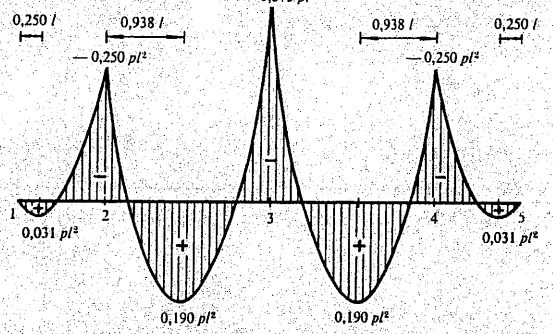
LEY DE DISTRIBUCION DE CARGAS



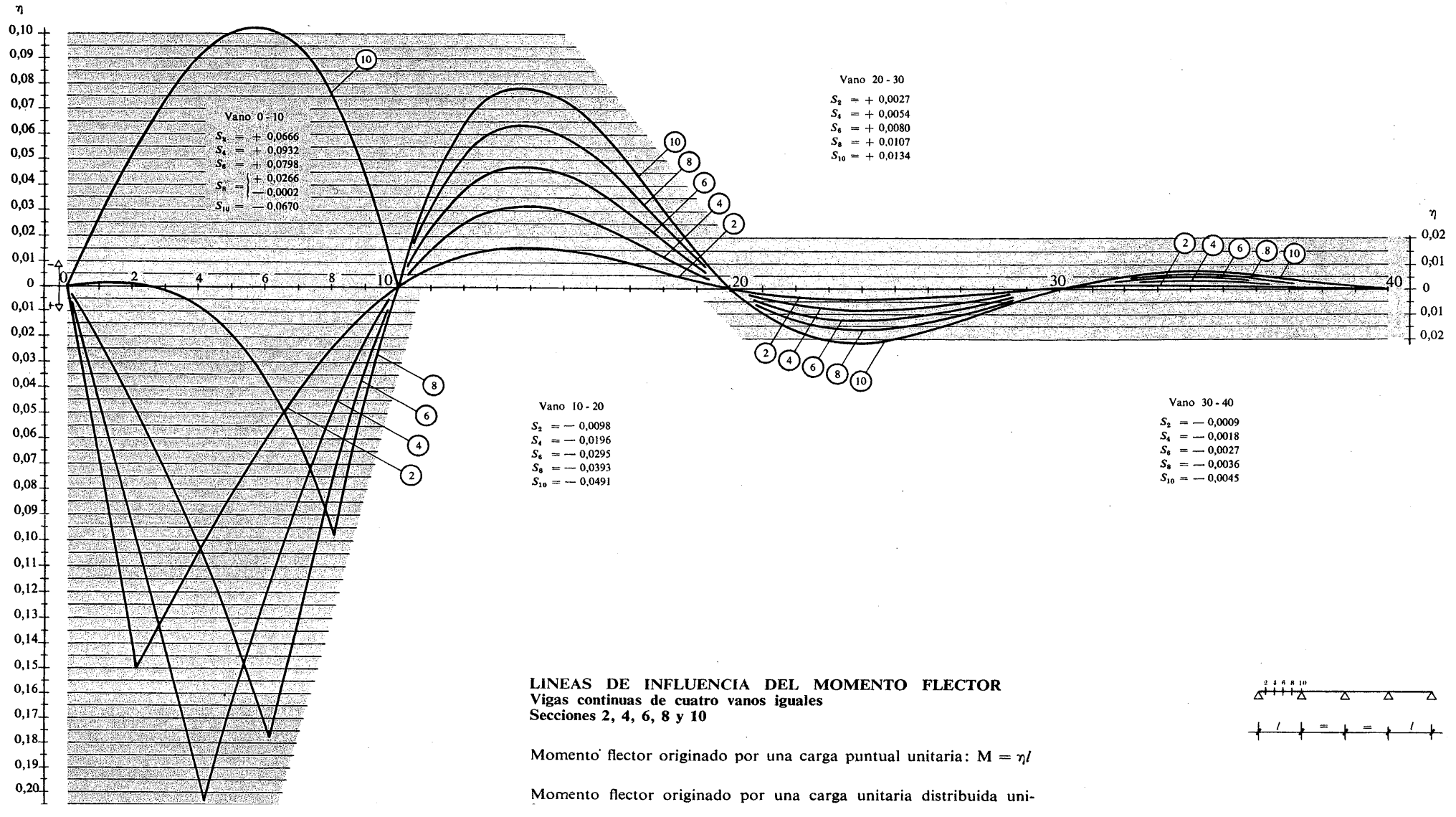
LEY DE ESFUERZOS CORTANTES



LEY DE MOMENTOS FLECTORES



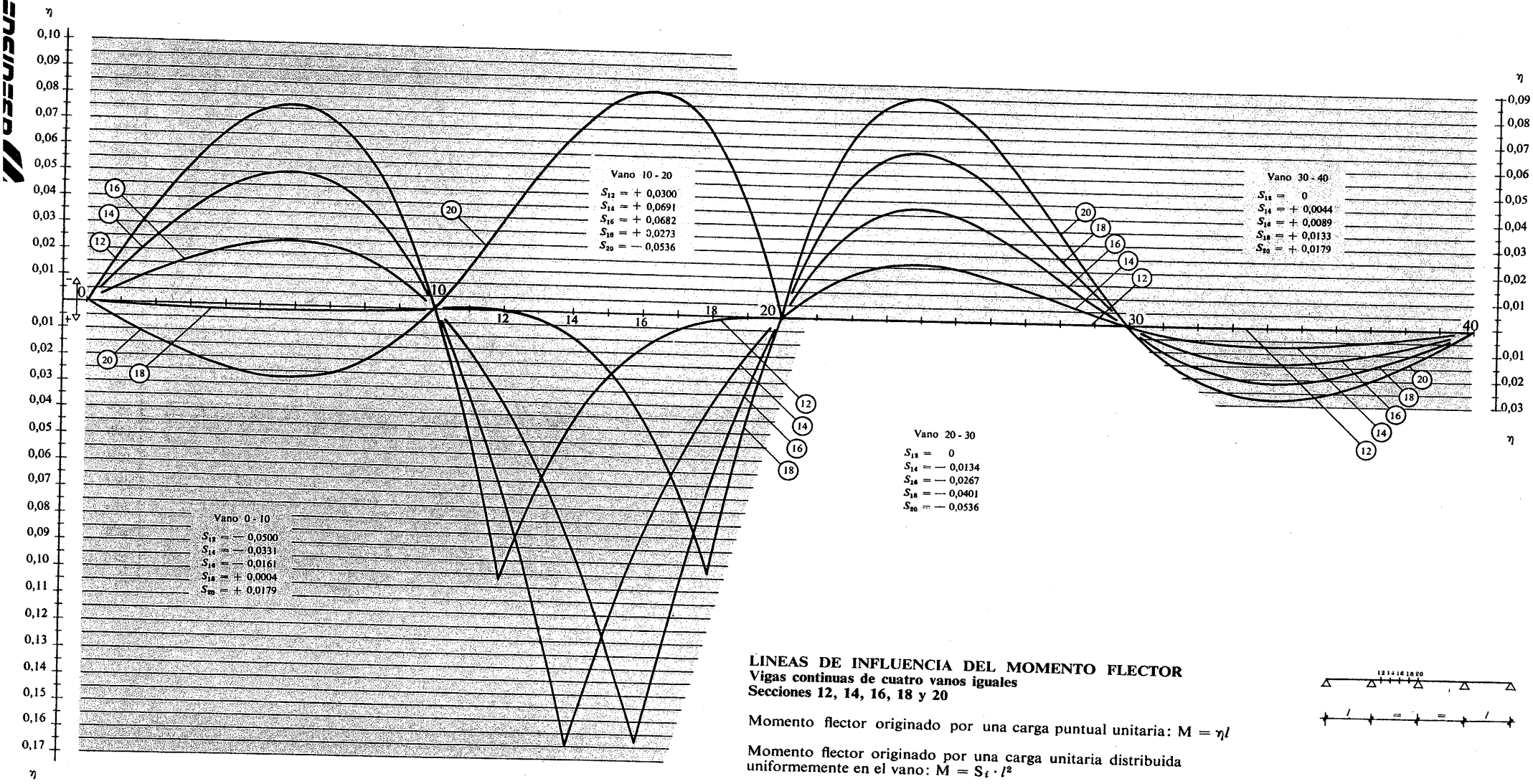
vigas continuas
líneas de influencia del momento flector



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de cuatro vanos iguales
Secciones 2, 4, 6, 8 y 10

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

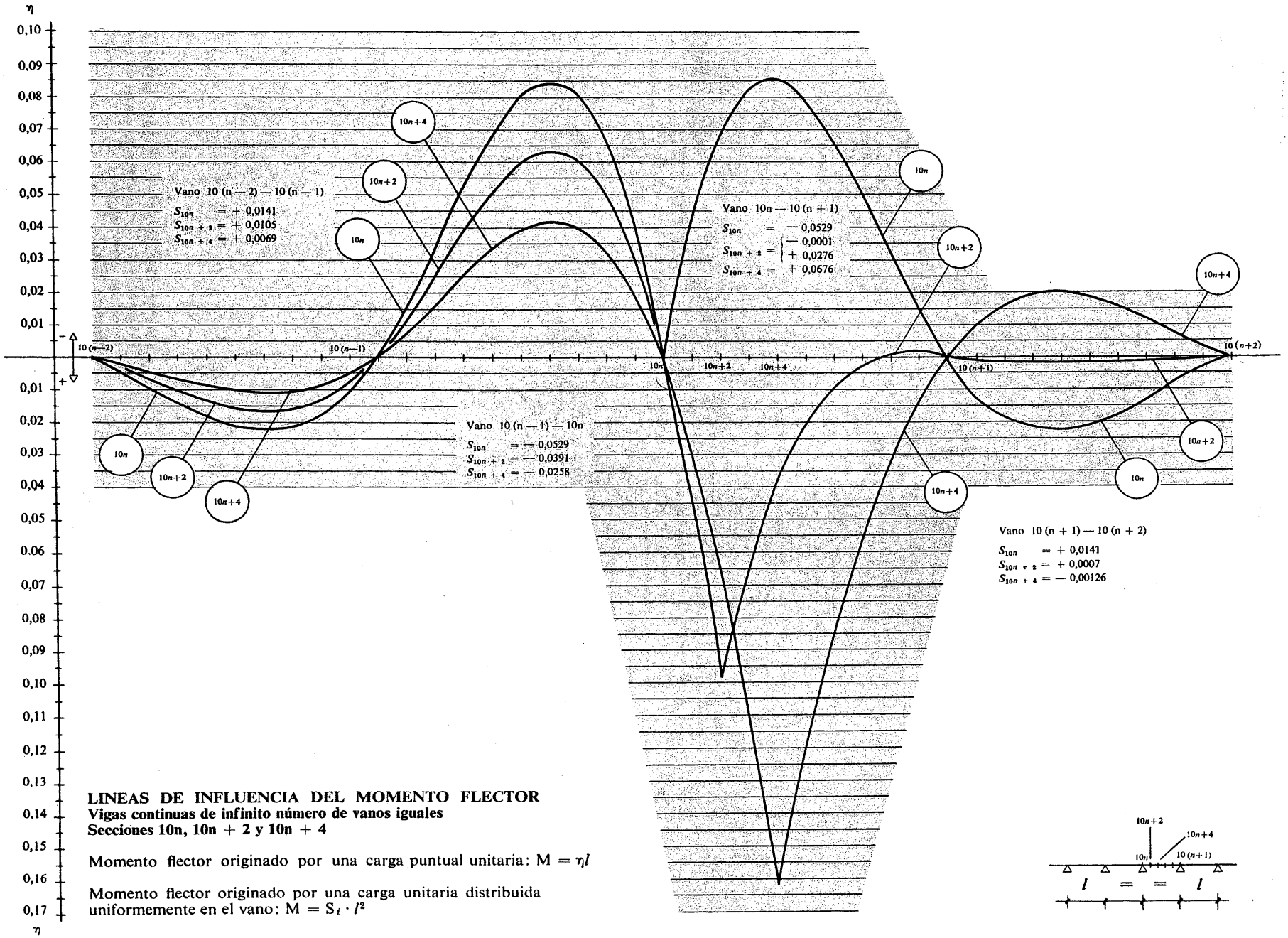
Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uni-



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de cuatro vanos iguales
Secciones 12, 14, 16, 18 y 20

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

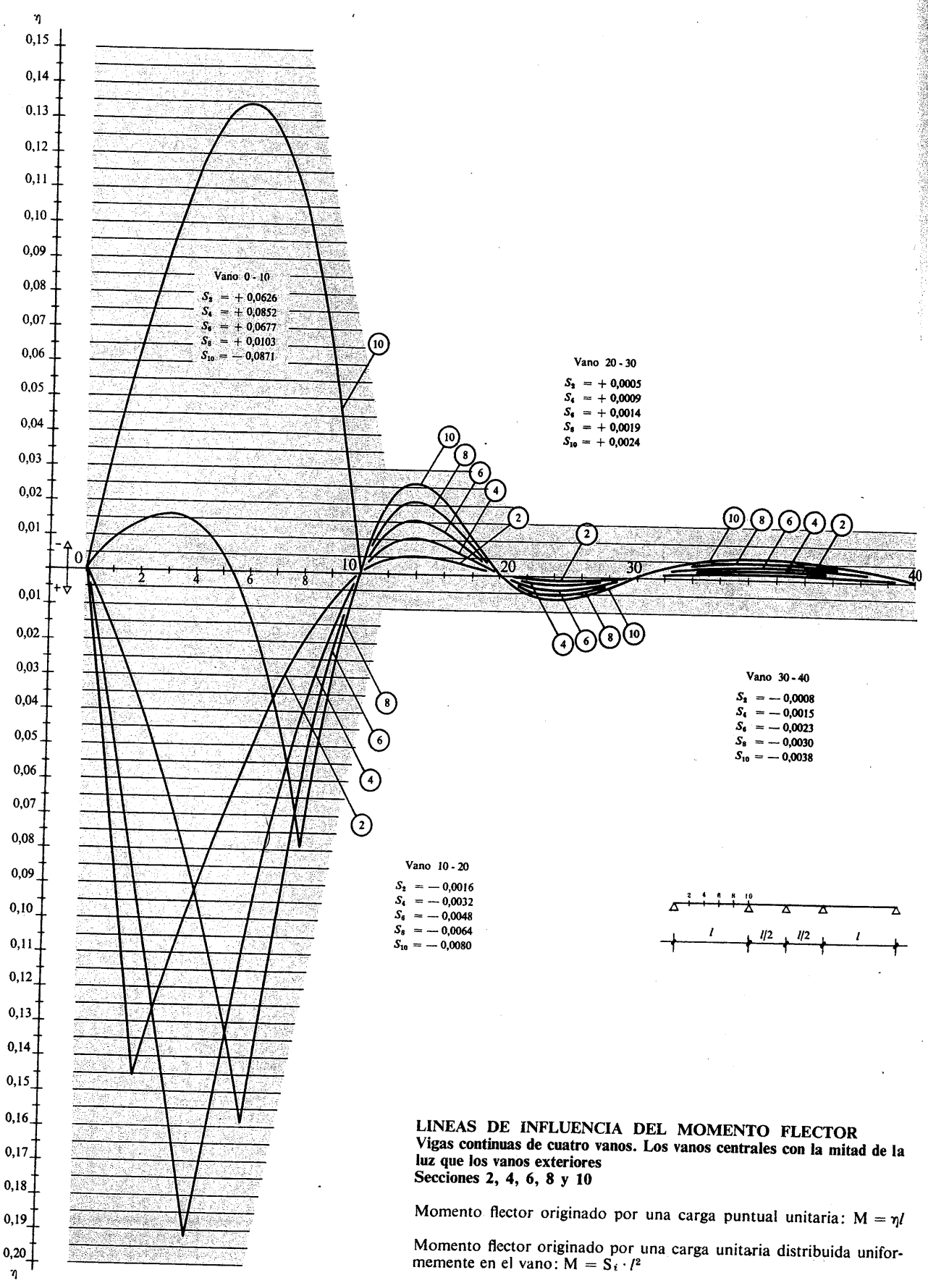
Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_i \cdot l^2$



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de infinito número de vanos iguales
Secciones 10n, 10n + 2 y 10n + 4

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

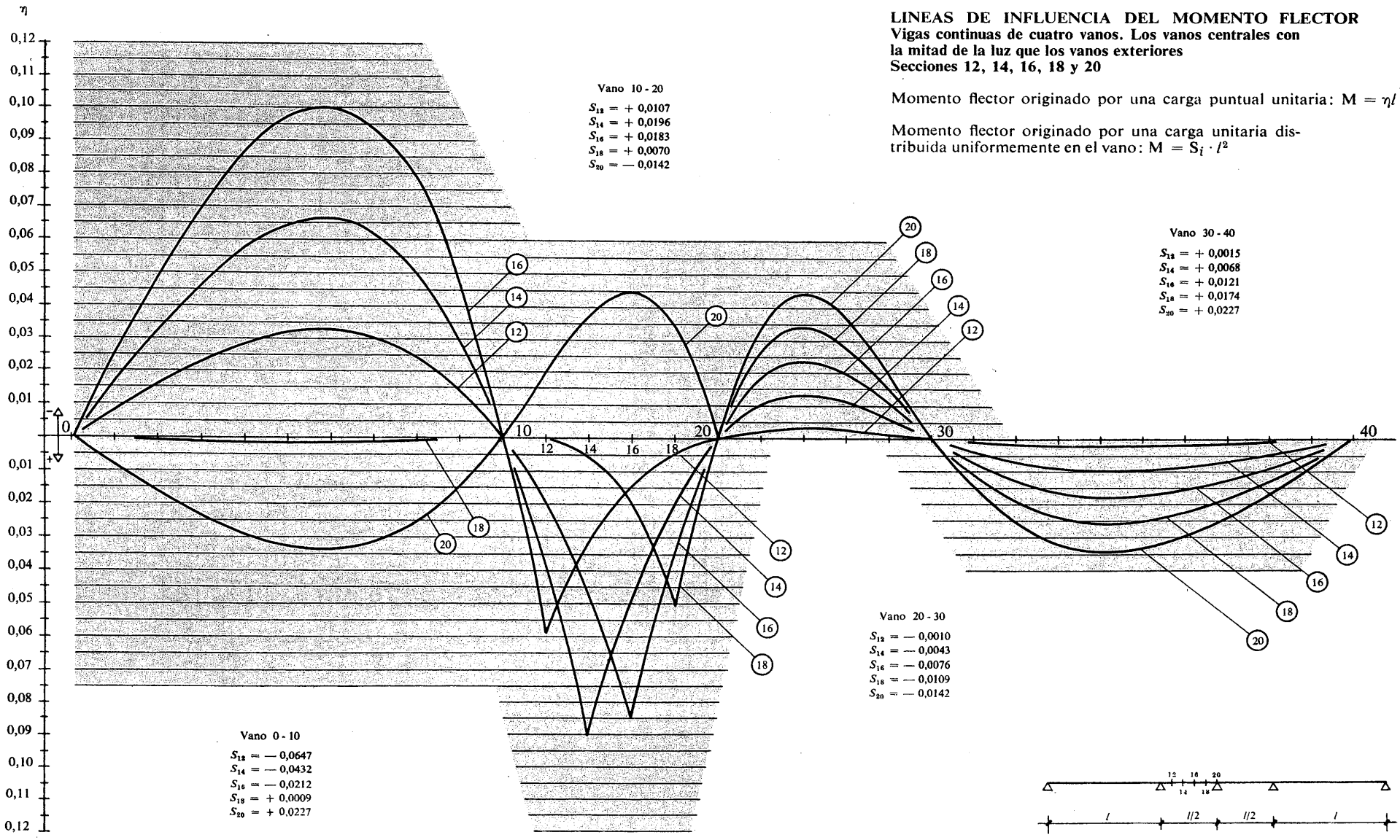
Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_t \cdot l^2$



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de cuatro vanos. Los vanos centrales con la mitad de la luz que los vanos exteriores
Secciones 2, 4, 6, 8 y 10

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

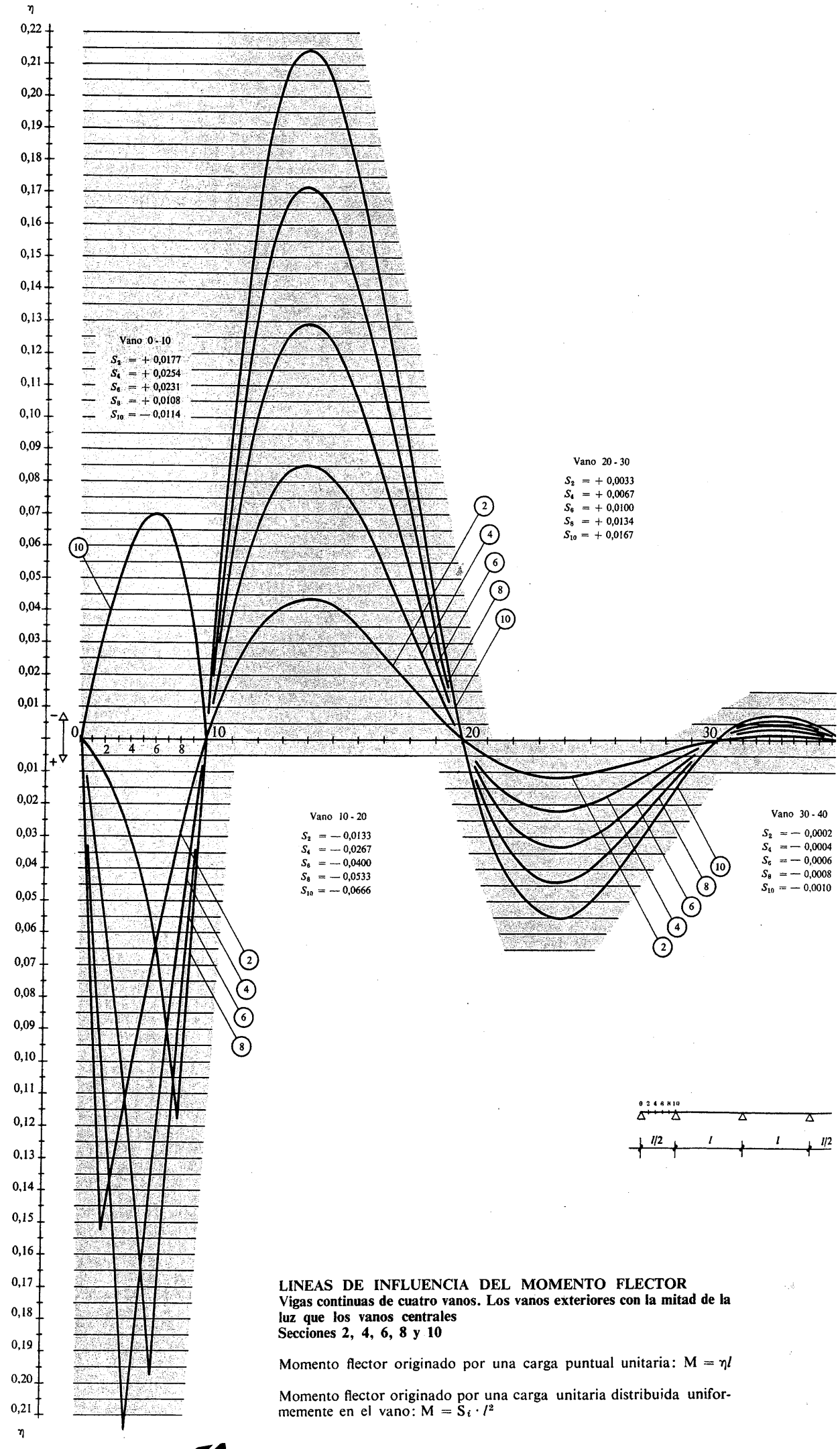
Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_i \cdot l^2$



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de cuatro vanos. Los vanos centrales con la mitad de la luz que los vanos exteriores
Secciones 12, 14, 16, 18 y 20

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_i \cdot l^2$

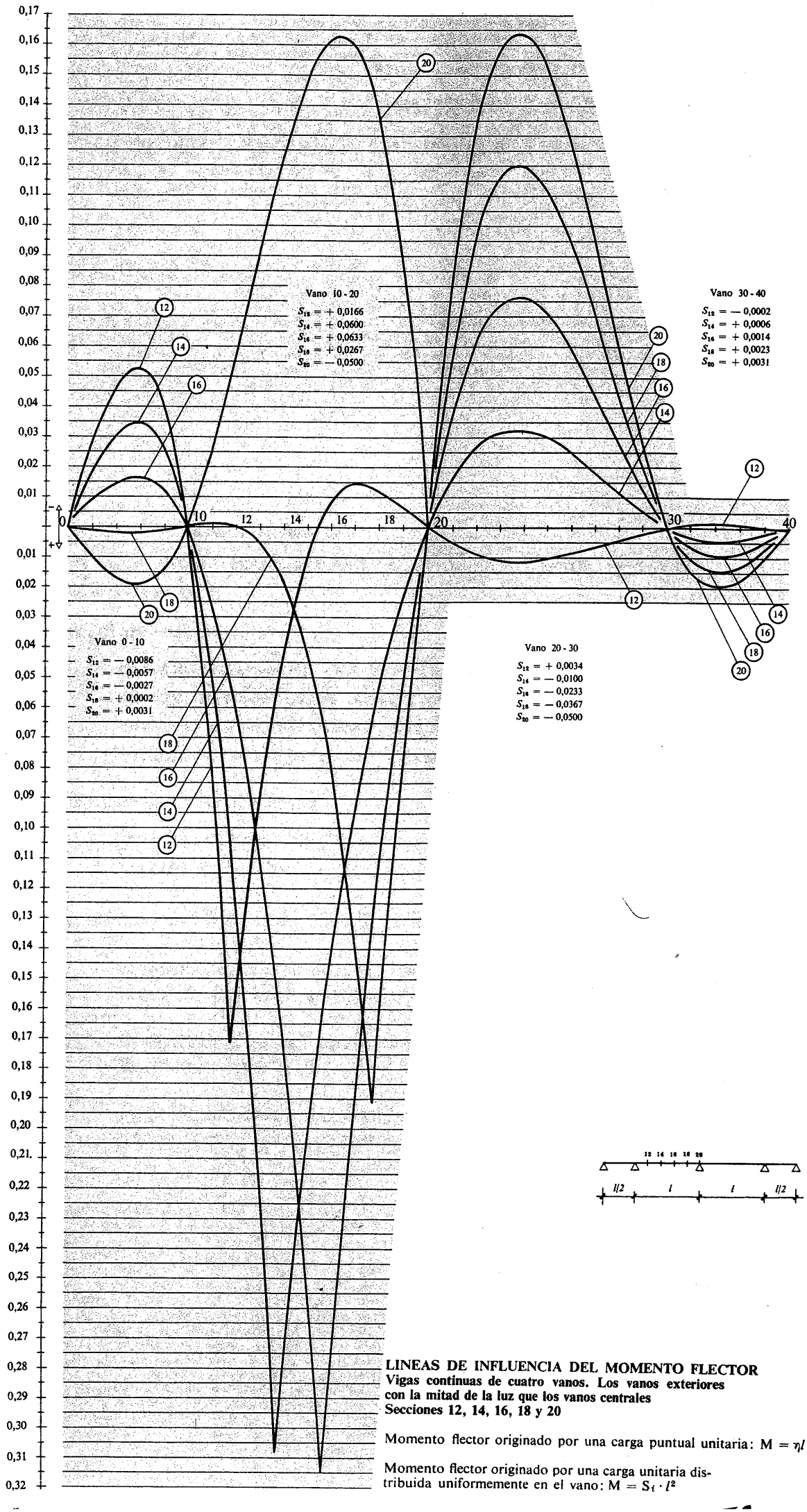


LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR

Vigas continuas de cuatro vanos. Los vanos exteriores con la mitad de la luz que los vanos centrales
Secciones 2, 4, 6, 8 y 10

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_i \cdot l^2$



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR
Vigas continuas de cuatro vanos. Los vanos exteriores con la mitad de la luz que los vanos centrales
Secciones 12, 14, 16, 18 y 20

Momento flector originado por una carga puntual unitaria: $M = \eta l$

Momento flector originado por una carga unitaria distribuida uniformemente en el vano: $M = S_t \cdot l^2$

vigas de inercia variable

empotradas en los extremos con cartela de inercia variable

sección rectangular

- cartela recta en un extremo
- cartela parabólica en un extremo
- cartela recta en los extremos
- cartela parabólica en los extremos

sección de dos platabandas

- cartela recta en un extremo
- cartela recta en los extremos

tramos de inercia constante

- empotradas en los extremos, simétricas, divididas en cinco tramos de inercia constante
- empotradas en los extremos, divididas en tres tramos de inercia constante
- empotradas en un extremo y apoyadas en el otro, divididas en tres tramos de inercia constante

En las tablas que se exponen a continuación se expresan los valores de los coeficientes ρ, τ y μ que permiten resolver, mediante el método de Cross, las estructuras hiperestáticas formadas por barras de inercia variable.

Significado de los coeficientes:

ρ — coeficiente que permite obtener la rigidez de la viga en el extremo al multiplicarlo por $\frac{EI_c}{l}$.

τ — coeficiente de transmisión del momento.

μ — coeficiente que al multiplicarlo por $\frac{pl^2}{12}$ ó por Pl permite obtener el momento de empotramiento perfecto, originados por una carga uniformemente repartida p ó por una carga puntual P, respectivamente.

Los valores I_c e I_e son los momentos de inercia en el centro y en los extremos de la viga respectivamente.

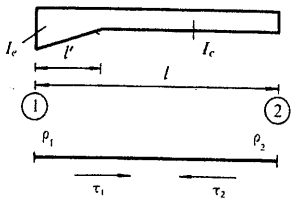
vigas de inercia variable

empotradas en los extremos con cartela de inercia variable

sección rectangular

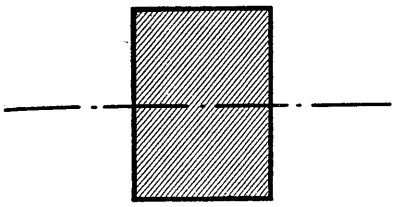
- cartela recta en un extremo
- cartela parabólica en un extremo
- cartela recta en los extremos
- cartela parabólica en los extremos

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
1,00	ρ_1	4,00	4,30	4,74	5,23	5,88	6,74	7,99	9,94	13,55	16,90
	ρ_2	4,00	4,08	4,24	4,38	4,55	4,77	5,05	5,44	6,05	6,54
	τ_1	0,50	0,48	0,47	0,46	0,44	0,42	0,40	0,37	0,33	0,31
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,63	0,67	0,75	0,80
0,90	ρ_1	4,00	4,30	4,71	5,19	5,80	6,63	7,80	9,63	12,97	16,02
	ρ_2	4,00	4,06	4,18	4,27	4,40	4,55	4,74	4,99	5,37	5,65
	τ_1	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,65	0,70	0,79	0,85
0,80	ρ_1	4,00	4,29	4,69	5,14	5,73	6,52	7,62	9,33	12,40	15,17
	ρ_2	4,00	4,05	4,13	4,21	4,30	4,42	4,56	4,76	5,03	5,24
	τ_1	0,50	0,48	0,47	0,46	0,44	0,42	0,40	0,37	0,33	0,31
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,56	0,59	0,62	0,66	0,72	0,83	0,91
0,70	ρ_1	4,00	4,29	4,66	5,09	5,65	6,38	7,41	8,97	11,72	14,13
	ρ_2	4,00	4,04	4,11	4,17	4,25	4,34	4,46	4,62	4,86	5,05
	τ_1	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,43	0,41	0,38	0,35	0,33
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,68	0,74	0,85	0,94
0,60	ρ_1	4,00	4,27	4,62	5,02	5,54	6,21	7,13	8,50	10,84	12,82
	ρ_2	4,00	4,04	4,10	4,15	4,22	4,30	4,41	4,56	4,78	4,96
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,68	0,75	0,86	0,94
0,50	ρ_1	4,00	4,25	4,56	4,93	5,39	5,98	6,76	7,91	9,76	11,26
	ρ_2	4,00	4,04	4,09	4,14	4,20	4,28	4,38	4,52	4,73	4,89
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60	0,63	0,68	0,74	0,84	0,90
0,45	ρ_1	4,00	4,24	4,53	4,87	5,30	5,84	6,55	7,56	9,16	10,42
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,14	4,20	4,27	4,37	4,50	4,70	4,84
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,67	0,73	0,82	0,88
0,40	ρ_1	4,00	4,23	4,49	4,81	5,20	5,68	6,31	7,19	8,54	9,57
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,13	4,19	4,26	4,36	4,48	4,66	4,79
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,43	0,42
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62	0,66	0,71	0,79	0,85

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{EI_c}{l}$

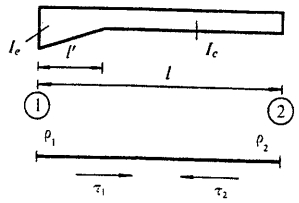
R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{EI_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

τ_2 coeficiente de transmisión de 2 a 1

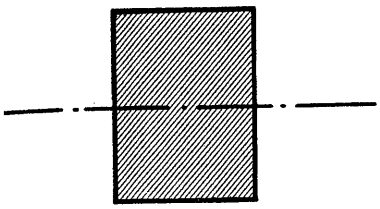
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
20,07	23,11	27,43	34,37	39,63	47,20	59,17	81,51	141,57	247,26	∞	1,00
6,94	7,29	7,68	8,38	8,81	9,37	10,15	11,37	13,85	16,93	∞	
0,29	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,20	0,18	0,15	0,12	—	
0,84	0,88	0,93	1,00	1,04	1,10	1,18	1,30	1,53	1,81	—	
18,88	21,60	25,45	31,49	36,03	42,50	52,58	70,99	118,55	197,46	—	0,90
5,88	6,07	6,29	6,63	6,84	7,10	7,45	7,97	8,93	10,02	—	
0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,18	0,15	0,13	—	
0,91	0,96	1,03	1,12	1,18	1,27	1,39	1,58	1,98	2,49	—	
17,73	20,13	23,51	28,68	32,51	37,88	46,06	60,45	95,02	146,04	1 220,00	0,80
5,40	5,55	5,72	5,97	6,13	6,34	6,62	7,05	7,89	8,90	20,00	
0,30	0,29	0,27	0,25	0,25	0,23	0,22	0,20	0,18	0,16	0,11	
0,98	1,03	1,11	1,22	1,30	1,40	1,53	1,76	2,19	2,70	6,50	
16,32	18,33	21,10	25,23	28,21	32,26	38,21	48,08	69,27	95,73	324,44	0,70
5,20	5,33	5,49	5,72	5,87	6,06	6,33	6,74	7,51	8,36	13,33	
0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,16	
1,00	1,07	1,15	1,26	1,33	1,43	1,55	1,74	2,08	2,42	4,00	
14,55	16,11	18,19	21,18	23,25	25,97	29,76	35,63	46,74	58,52	122,50	0,60
5,10	5,22	5,37	5,58	5,72	5,90	6,13	6,47	7,07	7,64	10,00	
0,35	0,34	0,33	0,31	0,30	0,31	0,30	0,29	0,27	0,26	0,22	
1,00	1,06	1,12	1,22	1,28	1,36	1,46	1,59	1,81	2,01	2,75	
12,52	13,61	15,02	16,96	18,24	19,86	22,00	25,09	30,34	35,22	56,00	0,50
5,01	5,12	5,26	5,43	5,54	5,68	5,86	6,10	6,50	6,84	8,00	
0,38	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34	0,34	0,32	0,32	0,29	
0,96	1,00	1,06	1,13	1,18	1,23	1,29	1,38	1,52	1,63	2,00	
11,46	12,34	13,44	14,95	15,91	17,11	18,66	20,83	24,33	27,44	39,73	0,45
4,96	5,06	5,17	5,33	5,43	5,54	5,69	5,89	6,19	6,45	7,27	
0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32	
0,92	0,96	1,01	1,07	1,11	1,15	1,20	1,27	1,38	1,46	1,73	
10,40	11,09	11,94	13,07	13,78	14,64	15,74	17,22	19,54	21,51	28,89	0,40
4,89	4,98	5,08	5,21	5,29	5,39	5,50	5,66	5,89	6,08	6,67	
0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,35	
0,89	0,92	0,96	1,01	1,04	1,07	1,11	1,17	1,24	1,30	1,50	

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_c}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
0,35	ρ_1	4,00	4,21	4,45	4,74	5,08	5,51	6,05	6,80	7,91	8,72
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,13	4,18	4,25	4,34	4,45	4,61	4,72
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,65	0,70	0,76	0,81
0,30	ρ_1	4,00	4,19	4,40	4,66	4,96	5,32	5,78	6,39	7,27	7,90
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,12	4,17	4,23	4,31	4,41	4,55	4,65
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,45
	τ_2	0,50	0,52	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63	0,68	0,73	0,77
0,25	ρ_1	4,00	4,16	4,35	4,57	4,82	5,12	5,49	5,98	6,65	7,11
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,11	4,15	4,21	4,28	4,36	4,48	4,56
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,65	0,70	0,73
0,20	ρ_1	4,00	4,14	4,29	4,47	4,67	4,91	5,20	5,56	6,05	6,37
	ρ_2	4,00	4,03	4,06	4,09	4,13	4,18	4,24	4,31	4,40	4,46
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,60	0,62	0,66	0,68
0,15	ρ_1	4,00	4,11	4,23	4,36	4,51	4,69	4,90	5,15	5,48	5,69
	ρ_2	4,00	4,02	4,05	4,08	4,11	4,15	4,19	4,24	4,31	4,35
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,62	0,64
0,10	ρ_1	4,00	4,08	4,16	4,25	4,35	4,46	4,59	4,75	4,94	5,07
	ρ_2	4,00	4,02	4,04	4,06	4,08	4,10	4,13	4,17	4,21	4,24
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59
0,05	ρ_1	4,00	4,04	4,08	4,13	4,18	4,23	4,29	4,36	4,45	4,50
	ρ_2	4,00	4,01	4,02	4,03	4,04	4,06	4,07	4,09	4,11	4,12
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54
0,00	ρ_1	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	ρ_2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{EI_c}{l}$

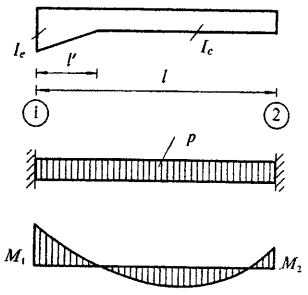
R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{EI_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

τ_2 coeficiente de transmisión de 2 a 1

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
9,36	9,89	10,52	11,35	11,86	12,47	13,22	14,22	15,73	16,97	21,45	
4,81	4,88	4,97	5,07	5,14	5,22	5,31	5,43	5,60	5,74	6,15	0,35
0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	
0,84	0,87	0,90	0,94	0,96	0,99	1,02	1,06	1,12	1,16	1,31	
8,38	8,77	9,22	9,81	10,17	10,58	11,09	11,75	12,72	13,49	16,21	
4,72	4,78	4,84	4,93	4,98	5,04	5,11	5,20	5,32	5,42	5,71	0,30
0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,40	
0,80	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,94	0,97	1,01	1,04	1,14	
7,46	7,73	8,05	8,45	8,69	8,97	9,30	9,73	10,33	10,81	12,44	
4,61	4,66	4,71	4,78	4,81	4,86	4,91	4,97	5,06	5,13	5,33	0,25
0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	
0,75	0,76	0,78	0,81	0,82	0,83	0,85	0,87	0,90	0,93	1,00	
6,61	6,80	7,01	7,27	7,43	7,60	7,81	8,07	8,44	8,73	9,69	
4,50	4,53	4,57	4,62	4,64	4,67	4,71	4,75	4,81	4,86	5,00	0,20
0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45	
0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,88	
5,84	5,96	6,09	6,25	6,35	6,45	6,57	6,73	6,94	7,10	7,64	
4,38	4,40	4,43	4,46	4,48	4,50	4,52	4,55	4,59	4,62	4,71	0,15
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	
0,65	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,76	
5,15	5,22	5,29	5,38	5,43	5,48	5,55	5,63	5,74	5,82	6,09	
4,25	4,27	4,28	4,30	4,31	4,32	4,34	4,35	4,38	4,39	4,44	0,10
0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,67	
4,54	4,57	4,60	4,63	4,65	4,68	4,70	4,73	4,78	4,81	4,91	
4,13	4,13	4,14	4,15	4,15	4,16	4,16	4,17	4,18	4,19	4,21	0,05
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	

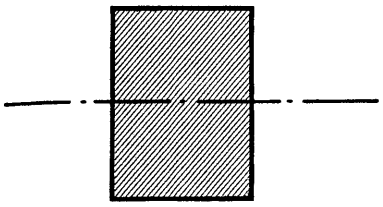
Vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



$\alpha = \frac{I_c}{I_0}$

γ	Coeficientes	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
1,00	μ_1	1,0	1,018	1,043	1,071	1,110	1,146	1,193	1,255	1,348	1,416
	μ_2	1,0	0,978	0,955	0,931	0,897	0,865	0,826	0,777	0,709	0,663
0,90	μ_1	1,0	1,020	1,046	1,077	1,116	1,157	1,209	1,278	1,381	1,456
	μ_2	1,0	0,978	0,954	0,929	0,896	0,863	0,822	0,772	0,704	0,658
0,80	μ_1	1,0	1,022	1,049	1,081	1,120	1,164	1,219	1,293	1,404	1,487
	μ_2	1,0	0,979	0,959	0,934	0,904	0,873	0,836	0,789	0,727	0,685
0,70	μ_1	1,0	1,024	1,052	1,085	1,126	1,173	1,232	1,313	1,435	1,527
	μ_2	1,0	0,982	0,963	0,941	0,915	0,887	0,853	0,810	0,752	0,713
0,60	μ_1	1,0	1,026	1,056	1,091	1,134	1,184	1,249	1,338	1,471	1,572
	μ_2	1,0	0,983	0,966	0,947	0,924	0,898	0,866	0,826	0,770	0,731
0,50	μ_1	1,0	1,028	1,061	1,097	1,142	1,196	1,266	1,359	1,498	1,601
	μ_2	1,0	0,984	0,968	0,951	0,930	0,905	0,874	0,835	0,779	0,740
0,45	μ_1	1,0	1,027	1,059	1,100	1,145	1,200	1,271	1,364	1,502	1,602
	μ_2	1,0	0,985	0,969	0,952	0,931	0,907	0,877	0,838	0,783	0,745
0,40	μ_1	1,0	1,026	1,059	1,101	1,147	1,202	1,272	1,364	1,496	1,591
	μ_2	1,0	0,985	0,970	0,953	0,933	0,909	0,879	0,841	0,788	0,751
0,35	μ_1	1,0	1,026	1,058	1,101	1,146	1,200	1,267	1,355	1,479	1,566
	μ_2	1,0	0,985	0,971	0,954	0,934	0,911	0,882	0,846	0,795	0,760
0,30	μ_1	1,0	1,025	1,060	1,098	1,141	1,193	1,256	1,337	1,449	1,526
	μ_2	1,0	0,986	0,972	0,956	0,937	0,914	0,887	0,853	0,806	0,775
0,25	μ_1	1,0	1,024	1,057	1,093	1,133	1,180	1,237	1,309	1,406	1,471
	μ_2	1,0	0,987	0,973	0,958	0,940	0,919	0,894	0,863	0,822	0,794
0,20	μ_1	1,0	1,023	1,052	1,084	1,119	1,160	1,209	1,270	1,349	1,400
	μ_2	1,0	0,988	0,976	0,962	0,946	0,927	0,905	0,878	0,840	0,821
0,15	μ_1	1,0	1,022	1,045	1,071	1,100	1,133	1,172	1,219	1,279	1,316
	μ_2	1,0	0,990	0,979	0,967	0,954	0,938	0,920	0,899	0,872	0,855
0,10	μ_1	1,0	1,016	1,034	1,053	1,074	1,098	1,125	1,157	1,196	1,221
	μ_2	1,0	0,993	0,984	0,975	0,965	0,954	0,941	0,926	0,907	0,896
0,05	μ_1	1,0	1,009	1,019	1,029	1,041	1,053	1,067	1,084	1,103	1,115
	μ_2	1,0	0,996	0,991	0,986	0,980	0,974	0,967	0,959	0,950	0,944
0	μ_1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	μ_2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = -\mu_1 \frac{pl^2}{12}$$

$$M_2 = -\mu_2 \frac{pl^2}{12}$$

$k = \frac{I_c}{I_e}$											$\lambda = \frac{l'}{l}$
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0	
1,469 0,629	1,513 0,602	1,571 0,566	1,638 0,531	1,683 0,507	1,739 0,479	1,812 0,445	1,916 0,400	2,095 0,331	2,274 0,272	6,000 0,000	1,00
1,516 0,624	1,566 0,597	1,629 0,565	1,711 0,528	1,764 0,504	1,830 0,477	1,916 0,444	2,042 0,401	2,266 0,336	2,502 0,280	5,410 0,010	0,90
1,553 0,654	1,609 0,629	1,679 0,600	1,773 0,564	1,834 0,542	1,911 0,516	2,014 0,485	2,167 0,442	2,448 0,375	2,754 0,314	4,840 0,040	0,80
1,602 0,683	1,665 0,659	1,745 0,631	1,852 0,594	1,923 0,572	2,012 0,545	2,131 0,511	2,306 0,465	2,619 0,391	2,938 0,323	4,290 0,090	0,70
1,653 0,701	1,722 0,676	1,809 0,647	1,923 0,610	1,997 0,587	2,090 0,559	2,211 0,523	2,382 0,476	2,667 0,401	2,926 0,337	3,760 0,160	0,60
1,683 0,710	1,751 0,686	1,835 0,657	1,943 0,620	2,012 0,598	2,095 0,571	2,200 0,538	2,342 0,494	2,559 0,430	2,739 0,379	3,250 0,250	0,50
1,681 0,716	1,746 0,692	1,825 0,664	1,925 0,629	1,987 0,608	2,062 0,583	2,154 0,552	2,276 0,512	2,457 0,456	2,601 0,412	3,003 0,303	0,45
1,665 0,723	1,724 0,701	1,796 0,675	1,885 0,642	1,940 0,623	2,004 0,600	2,083 0,572	2,185 0,538	2,332 0,489	2,445 0,452	2,760 0,360	0,40
1,632 0,735	1,685 0,714	1,747 0,690	1,824 0,661	1,871 0,644	1,925 0,624	1,990 0,600	2,072 0,571	2,189 0,530	2,277 0,500	2,523 0,423	0,35
1,583 0,752	1,628 0,734	1,681 0,713	1,745 0,688	1,782 0,673	1,826 0,656	1,878 0,636	1,943 0,612	2,033 0,578	2,100 0,554	2,290 0,490	0,30
1,518 0,775	1,555 0,759	1,597 0,742	1,648 0,718	1,681 0,709	1,712 0,695	1,752 0,679	1,801 0,660	1,868 0,634	1,919 0,615	2,063 0,563	0,25
1,438 0,805	1,466 0,792	1,498 0,779	1,537 0,763	1,559 0,753	1,581 0,743	1,614 0,730	1,650 0,715	1,698 0,695	1,734 0,681	1,840 0,640	0,20
1,344 0,843	1,364 0,834	1,387 0,823	1,414 0,811	1,430 0,804	1,447 0,797	1,467 0,788	1,492 0,777	1,525 0,763	1,549 0,753	1,623 0,723	0,15
1,238 0,888	1,251 0,882	1,266 0,875	1,282 0,867	1,292 0,863	1,303 0,858	1,315 0,852	1,330 0,846	1,350 0,837	1,364 0,830	1,410 0,810	0,10
1,123 0,940	1,129 0,937	1,136 0,934	1,144 0,930	1,148 0,928	1,153 0,926	1,159 0,923	1,165 0,920	1,175 0,916	1,181 0,913	1,203 0,903	0,05
1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos

sección rectangular

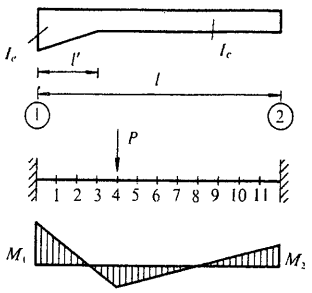
cartela recta en un extremo

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

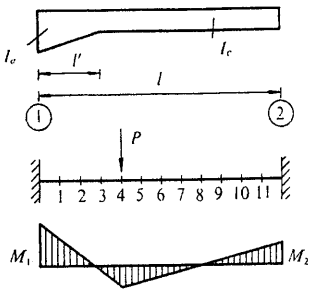
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_e}{I_c}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,00	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	0,583	0,667	0,750	0,833	0,917
		μ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,03	μ_1	0,077	0,141	0,190	0,225	0,241	0,245	0,229	0,194	0,147	0,088	0,029
		μ_2	0,001	0,005	0,011	0,020	0,031	0,043	0,055	0,068	0,075	0,074	0,056
	0,05	μ_1	0,077	0,138	0,186	0,215	0,229	0,227	0,208	0,173	0,126	0,074	0,024
		μ_2	0,002	0,006	0,014	0,025	0,037	0,051	0,065	0,078	0,085	0,081	0,058
	0,10	μ	0,076	0,134	0,176	0,202	0,210	0,202	0,180	0,147	0,103	0,057	0,018
		μ_2	0,002	0,009	0,019	0,032	0,048	0,065	0,081	0,092	0,098	0,090	0,061
	0,20	μ_1	0,075	0,129	0,167	0,186	0,190	0,180	0,156	0,123	0,084	0,044	0,013
		μ_2	0,002	0,012	0,025	0,042	0,061	0,080	0,097	0,108	0,111	0,098	0,065
	0,50	μ_1	0,075	0,126	0,156	0,169	0,167	0,153	0,127	0,097	0,064	0,034	0,010
		μ_2	0,003	0,015	0,034	0,056	0,080	0,101	0,119	0,128	0,126	0,107	0,067
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,50	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	0,521	0,444	0,313	0,167	0,048
		μ_2	—	—	—	—	—	—	0,012	0,037	0,063	0,074	0,058
	0,03	μ_1	0,080	0,156	0,222	0,279	0,318	0,332	0,301	0,238	0,161	0,082	0,023
		μ_2	0,001	0,004	0,009	0,017	0,030	0,047	0,070	0,091	0,101	0,096	0,065
	0,05	μ_1	0,080	0,153	0,215	0,263	0,293	0,298	0,267	0,209	0,140	0,072	0,019
		μ_2	0,001	0,005	0,012	0,023	0,039	0,058	0,081	0,100	0,108	0,099	0,066
	0,10	μ_1	0,079	0,146	0,200	0,238	0,256	0,251	0,220	0,169	0,112	0,057	0,017
		μ_2	0,002	0,008	0,018	0,032	0,052	0,074	0,096	0,113	0,117	0,104	0,066
	0,20	μ_1	0,076	0,137	0,183	0,211	0,220	0,208	0,177	0,135	0,088	0,044	0,013
		μ_2	0,003	0,011	0,025	0,043	0,066	0,089	0,111	0,124	0,125	0,108	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,159	0,174	0,172	0,157	0,130	0,096	0,062	0,031	0,009
		μ_2	0,004	0,018	0,037	0,062	0,088	0,110	0,129	0,139	0,133	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos
Sección rectangular
Cartela recta en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,40	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,416	0,440	0,399	0,316	0,212	0,109	0,032
		μ_2	—	—	—	—	0,001	0,014	0,038	0,065	0,085	0,087	0,062
	0,03	μ_1	0,082	0,159	0,228	0,286	0,320	0,311	0,269	0,206	0,134	0,069	0,020
		μ_2	0,000	0,002	0,008	0,017	0,031	0,054	0,079	0,099	0,109	0,099	0,065
	0,05	μ_1	0,08	0,155	0,219	0,271	0,296	0,284	0,245	0,186	0,123	0,063	0,018
		μ_2	0,00	0,004	0,011	0,022	0,039	0,063	0,087	0,106	0,112	0,101	0,066
	0,10	μ_1	0,080	0,149	0,205	0,246	0,260	0,245	0,208	0,157	0,103	0,051	0,015
		μ_2	0,001	0,007	0,017	0,031	0,053	0,077	0,100	0,116	0,119	0,105	0,067
	0,20	μ_1	0,077	0,140	0,187	0,216	0,222	0,206	0,172	0,130	0,084	0,041	0,012
		μ_2	0,003	0,011	0,025	0,044	0,067	0,092	0,113	0,126	0,126	0,109	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,161	0,176	0,175	0,157	0,129	0,096	0,061	0,030	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,037	0,061	0,087	0,111	0,130	0,139	0,134	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,35	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,393	0,391	0,342	0,264	0,174	0,088	0,025
		μ_2	—	—	—	—	0,006	0,027	0,054	0,080	0,095	0,092	0,063
	0,03	μ_1	0,083	0,160	0,229	0,285	0,306	0,291	0,246	0,186	0,122	0,061	0,018
		μ_2	0,000	0,002	0,008	0,017	0,036	0,060	0,085	0,105	0,112	0,101	0,066
	0,05	μ_1	0,081	0,156	0,221	0,270	0,286	0,269	0,227	0,171	0,111	0,056	0,016
		μ_2	0,001	0,004	0,011	0,023	0,043	0,068	0,092	0,110	0,116	0,103	0,066
	0,10	μ_1	0,080	0,150	0,207	0,246	0,256	0,237	0,199	0,148	0,097	0,048	0,014
		μ_2	0,001	0,007	0,017	0,032	0,054	0,079	0,103	0,119	0,121	0,106	0,067
	0,20	μ_1	0,077	0,141	0,190	0,216	0,220	0,201	0,167	0,125	0,080	0,039	0,011
		μ_2	0,002	0,010	0,024	0,044	0,068	0,094	0,115	0,128	0,128	0,109	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,127	0,162	0,177	0,174	0,156	0,128	0,094	0,061	0,030	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,037	0,061	0,087	0,112	0,130	0,140	0,134	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

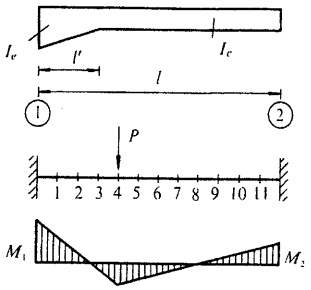
vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

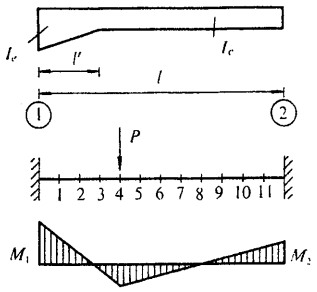
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,30	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,327	0,358	0,341	0,291	0,222	0,143	0,073	0,021
		μ_2	—	—	—	0,002	0,016	0,041	0,067	0,091	0,103	0,096	0,063
	0,03	μ_1	0,082	0,160	0,230	0,278	0,287	0,266	0,223	0,167	0,108	0,054	0,015
		μ_2	0,000	0,002	0,008	0,020	0,042	0,068	0,093	0,111	0,116	0,104	0,067
	0,05	μ_1	0,081	0,156	0,221	0,264	0,270	0,250	0,209	0,155	0,101	0,050	0,015
		μ_2	0,001	0,004	0,011	0,025	0,048	0,074	0,097	0,115	0,119	0,105	0,066
	0,10	μ_1	0,080	0,151	0,209	0,243	0,246	0,225	0,187	0,138	0,089	0,045	0,013
		μ_2	0,001	0,007	0,016	0,034	0,058	0,083	0,107	0,122	0,124	0,107	0,067
	0,20	μ_1	0,078	0,142	0,190	0,215	0,215	0,194	0,161	0,119	0,077	0,038	0,011
		μ_2	0,002	0,010	0,025	0,045	0,070	0,096	0,117	0,130	0,128	0,110	0,068
	0,50	μ_1	0,073	0,128	0,163	0,177	0,173	0,154	0,126	0,093	0,060	0,029	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,037	0,061	0,088	0,112	0,131	0,140	0,134	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,25	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,307	0,320	0,295	0,249	0,186	0,120	0,061	0,018
		μ_2	—	—	—	0,009	0,029	0,055	0,084	0,104	0,111	0,102	0,065
	0,03	μ_1	0,082	0,161	0,228	0,263	0,265	0,242	0,201	0,149	0,097	0,048	0,013
		μ_2	0,000	0,002	0,009	0,025	0,050	0,076	0,100	0,117	0,120	0,106	0,067
	0,05	μ_1	0,081	0,157	0,221	0,252	0,252	0,229	0,190	0,141	0,091	0,046	0,013
		μ_2	0,001	0,004	0,012	0,030	0,055	0,081	0,105	0,120	0,122	0,106	0,067
	0,10	μ_1	0,081	0,152	0,207	0,234	0,232	0,209	0,173	0,128	0,082	0,041	0,011
		μ_2	0,001	0,007	0,018	0,037	0,063	0,089	0,111	0,125	0,126	0,108	0,068
	0,20	μ_1	0,079	0,143	0,190	0,211	0,208	0,187	0,153	0,113	0,073	0,036	0,010
		μ_2	0,002	0,010	0,025	0,047	0,073	0,098	0,120	0,131	0,130	0,110	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,129	0,163	0,176	0,171	0,152	0,124	0,091	0,058	0,029	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,037	0,062	0,089	0,113	0,132	0,141	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

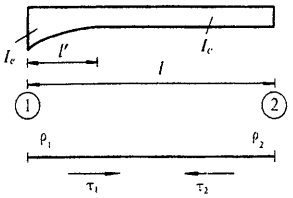
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

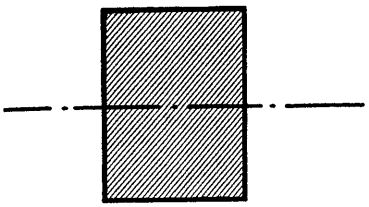
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,20	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,240	0,279	0,278	0,254	0,210	0,156	0,100	0,049	0,013
		μ_2	—	—	0,003	0,019	0,042	0,070	0,096	0,113	0,118	0,104	0,067
	0,03	μ_1	0,083	0,160	0,218	0,243	0,240	0,216	0,178	0,131	0,085	0,042	0,012
		μ_2	0,001	0,003	0,012	0,032	0,058	0,085	0,108	0,123	0,124	0,108	0,068
	0,05	μ_1	0,082	0,157	0,212	0,235	0,231	0,208	0,171	0,126	0,081	0,040	0,011
		μ_2	0,001	0,005	0,015	0,036	0,062	0,089	0,112	0,125	0,125	0,108	0,068
	0,10	μ_1	0,081	0,151	0,201	0,220	0,216	0,193	0,158	0,117	0,075	0,037	0,010
		μ_2	0,001	0,008	0,020	0,042	0,068	0,095	0,117	0,129	0,128	0,110	0,068
	0,20	μ_1	0,079	0,143	0,186	0,202	0,197	0,176	0,144	0,106	0,068	0,033	0,009
		μ_2	0,002	0,011	0,026	0,050	0,077	0,102	0,123	0,134	0,131	0,111	0,069
	0,50	μ_1	0,074	0,129	0,162	0,173	0,167	0,148	0,120	0,088	0,056	0,028	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,037	0,063	0,090	0,115	0,133	0,142	0,136	0,114	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,10	0,00	μ_1	0,083	0,156	0,198	0,211	0,205	0,183	0,149	0,108	0,069	0,035	0,011
		μ_2	—	0,005	0,022	0,045	0,073	0,100	0,120	0,133	0,130	0,110	0,068
	0,03	μ_1	0,083	0,147	0,184	0,196	0,190	0,168	0,137	0,100	0,064	0,031	0,009
		μ_2	0,002	0,008	0,027	0,051	0,079	0,105	0,125	0,136	0,132	0,112	0,069
	0,05	μ_1	0,082	0,145	0,181	0,193	0,186	0,165	0,134	0,098	0,063	0,031	0,008
		μ_2	0,002	0,009	0,028	0,053	0,081	0,106	0,127	0,137	0,132	0,112	0,069
	0,10	μ_1	0,081	0,141	0,175	0,187	0,180	0,159	0,129	0,095	0,061	0,030	0,008
		μ_2	0,002	0,011	0,031	0,056	0,083	0,109	0,129	0,138	0,134	0,113	0,069
	0,20	μ_1	0,079	0,136	0,168	0,178	0,171	0,152	0,123	0,090	0,058	0,028	0,008
		μ_2	0,003	0,014	0,034	0,060	0,087	0,112	0,132	0,141	0,135	0,113	0,069
	0,50	μ_1	0,075	0,126	0,154	0,163	0,156	0,138	0,112	0,082	0,052	0,026	0,007
		μ_2	0,006	0,018	0,040	0,067	0,094	0,119	0,137	0,144	0,137	0,115	0,070
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
1,00	ρ_1	4,00	4,28	4,61	5,01	5,52	6,19	7,12	8,52	10,95	13,08
	ρ_2	4,00	4,06	4,12	4,20	4,29	4,40	4,54	4,72	5,01	5,22
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,39	0,37	0,35
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,65	0,71	0,80	0,87
0,90	ρ_1	4,00	4,27	4,58	4,97	5,45	6,08	6,94	8,23	10,44	12,33
	ρ_2	4,00	4,05	4,10	4,17	4,24	4,34	4,45	4,61	4,85	5,02
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,44	0,42	0,40	0,37	0,36
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,62	0,66	0,72	0,81	0,88
0,80	ρ_1	4,00	4,25	4,55	4,91	5,36	5,95	6,74	7,91	9,87	11,51
	ρ_2	4,00	4,04	4,09	4,15	4,21	4,30	4,40	4,54	4,75	4,90
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62	0,66	0,72	0,81	0,88
0,70	ρ_1	4,00	4,24	4,52	4,85	5,27	5,80	6,51	7,54	9,23	10,61
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,14	4,20	4,27	4,36	4,49	4,68	4,82
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,48	0,46	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,62	0,66	0,71	0,80	0,86
0,60	ρ_1	4,00	4,22	4,47	4,78	5,15	5,62	6,24	7,12	8,52	9,62
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,13	4,18	4,25	4,34	4,45	4,63	4,76
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,65	0,70	0,78	0,83
0,50	ρ_1	4,00	4,20	4,42	4,69	5,01	5,41	5,93	6,65	7,75	8,59
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,12	4,17	4,23	4,31	4,42	4,57	4,68
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
	τ_2	0,50	0,52	0,53	0,55	0,58	0,60	0,64	0,68	0,75	0,79
0,45	ρ_1	4,00	4,18	4,39	4,64	4,93	5,30	5,76	6,40	7,35	8,06
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,11	4,16	4,22	4,30	4,39	4,53	4,64
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
	τ_2	0,50	0,52	0,53	0,55	0,57	0,58	0,63	0,67	0,73	0,77
0,40	ρ_1	4,00	4,17	4,36	4,58	4,85	5,17	5,59	6,14	6,95	7,54
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,11	4,15	4,21	4,28	4,37	4,49	4,58
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,45
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,66	0,71	0,75

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{EI_c}{l}$

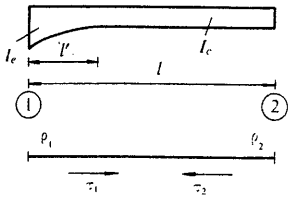
R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{EI_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

τ_2 coeficiente de transmisión de 2 a 1

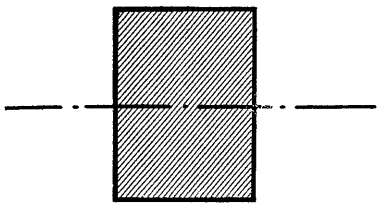
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
15,00	16,77	19,21	22,87	25,53	29,20	34,67	44,16	66,43	99,40	∞	1,00
5,40	5,55	5,74	5,99	6,16	6,38	6,67	7,11	7,94	8,88	∞	
0,33	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,24	0,21	0,18	—	
0,92	0,96	1,03	1,11	1,17	1,23	1,33	1,47	1,75	2,06	—	
14,01	15,55	17,64	20,73	22,94	25,95	30,35	37,77	54,38	77,38	—	0,90
5,17	5,29	5,44	5,65	5,78	5,96	6,18	6,53	7,17	7,88	—	
0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,27	0,26	0,23	0,21	—	
0,93	0,98	1,04	1,12	1,18	1,25	1,34	1,49	1,75	2,05	—	
12,95	14,25	15,99	18,50	20,27	22,63	26,01	31,53	43,20	58,15	1 220,00	0,80
5,03	5,14	5,27	5,45	5,57	5,72	5,92	6,22	6,76	7,35	20,00	
0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,26	0,24	0,11	
0,93	0,97	1,03	1,11	1,17	1,24	1,32	1,45	1,68	1,92	6,50	
11,79	12,84	14,22	16,17	17,51	19,27	21,71	25,56	33,18	42,16	324,44	0,70
4,94	5,03	5,16	5,32	5,42	5,55	5,73	5,98	6,43	6,90	13,33	
0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,28	0,16	
0,91	0,95	1,01	1,08	1,12	1,18	1,25	1,36	1,54	1,72	4,00	
10,55	11,35	12,39	13,82	14,77	16,00	17,66	20,16	24,81	29,86	122,50	0,60
4,86	4,94	5,05	5,19	5,28	5,39	5,53	5,74	6,09	6,44	10,00	
0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32	0,22	
0,88	0,91	0,95	1,02	1,05	1,10	1,16	1,24	1,37	1,50	2,75	
9,27	9,85	10,58	11,56	12,20	13,00	14,05	15,57	18,24	20,94	56,00	0,50
4,77	4,84	4,93	5,04	5,11	5,20	5,31	5,47	5,72	5,96	8,00	
0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,36	0,29	
0,83	0,86	0,89	0,94	0,97	1,00	1,04	1,10	1,20	1,28	2,00	
8,64	9,12	9,72	10,50	11,01	11,64	12,46	13,62	15,59	17,53	39,73	0,45
4,71	4,78	4,86	4,96	5,02	5,09	5,19	5,32	5,53	5,72	7,27	
0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,32	
0,80	0,83	0,86	0,90	0,92	0,95	0,98	1,03	1,11	1,18	1,73	
8,01	8,40	8,88	9,51	9,90	10,39	11,01	11,88	13,32	14,70	28,89	0,40
4,65	4,71	4,78	4,86	4,92	4,98	5,06	5,17	5,34	5,49	6,67	
0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,35	
0,77	0,79	0,82	0,85	0,87	0,90	0,93	0,97	1,03	1,08	1,50	

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_c}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
0,35	ρ_1	4,00	4,15	4,33	4,53	4,76	5,04	5,40	5,87	6,55	7,03
	ρ_2	4,00	4,03	4,06	4,10	4,14	4,19	4,26	4,34	4,45	4,53
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,46
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,61	0,64	0,69	0,72
0,30	ρ_1	4,00	4,14	4,29	4,46	4,67	4,91	5,21	5,60	6,15	6,53
	ρ_2	4,00	4,03	4,06	4,09	4,13	4,18	4,23	4,30	4,40	4,47
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,47	0,47
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69
0,25	ρ_1	4,00	4,12	4,25	4,40	4,57	4,77	5,01	5,32	5,75	6,05
	ρ_2	4,00	4,02	4,05	4,08	4,12	4,16	4,20	4,26	4,34	4,40
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,61	0,64	0,66
0,20	ρ_1	4,00	4,10	4,20	4,32	4,46	4,62	4,81	5,05	5,37	5,59
	ρ_2	4,00	4,02	4,04	4,07	4,10	4,13	4,17	4,22	4,28	4,33
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63
0,15	ρ_1	4,00	4,08	4,16	4,25	4,35	4.47	4,61	4,78	5,00	5,15
	ρ_2	4,00	4,02	4,04	4,06	4,08	4,10	4,13	4,17	4,22	4,25
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,59	0,60
0,10	ρ_1	4,00	4,05	4,11	4,17	4,24	4,32	4,41	4,51	4,65	4,74
	ρ_2	4,00	4,01	4,03	4,04	4,06	4,07	4,09	4,12	4,15	4,17
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,51	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56
0,05	ρ_1	4,00	4,03	4,06	4,09	4,12	4,16	4,20	4,25	4,32	4,36
	ρ_2	4,00	4,01	4,01	4,02	4,03	4,04	4,05	4,06	4,08	4,09
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53
0,00	ρ_1	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	ρ_2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{EI_c}{l}$

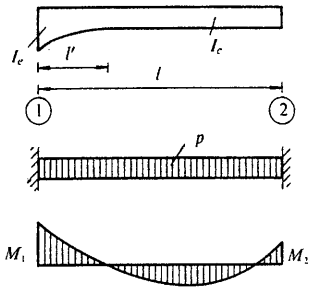
R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{EI_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

τ_2 coeficiente de transmisión de 2 a 1

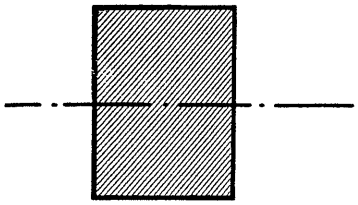
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
7,41	7,72	8,09	8,58	8,88	9,24	9,71	10,35	11,38	12,34	21,45	
4,59	4,64	4,69	4,77	4,81	4,86	4,93	5,02	5,15	5,27	6,15	0,35
0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,42	0,38	
0,74	0,76	0,78	0,81	0,83	0,85	0,87	0,90	0,95	0,99	1,31	
6,83	7,06	7,35	7,72	7,94	8,21	8,55	9,01	9,73	10,40	16,21	
4,52	4,56	4,60	4,66	4,70	4,74	4,79	4,86	4,97	5,06	5,71	0,30
0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,40	
0,71	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,84	0,87	0,91	1,14	
6,27	6,45	6,66	6,93	7,09	7,28	7,52	7,84	8,34	8,78	12,44	
4,44	4,47	4,51	4,56	4,58	4,62	4,66	4,71	4,79	4,86	5,33	0,25
0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,43	
0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,77	0,80	0,83	1,00	
5,75	5,88	6,03	6,21	6,32	6,46	6,62	6,83	7,16	7,45	9,69	
4,36	4,38	4,41	4,45	4,47	4,49	4,52	4,56	4,62	4,66	5,00	0,20
0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,45	
0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,75	0,88	
5,26	5,35	5,44	5,56	5,64	5,72	5,82	5,96	6,16	6,34	7,64	
4,27	4,29	4,31	4,33	4,35	4,37	4,39	4,41	4,45	4,48	4,71	0,15
0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,47	
0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,76	
4,81	4,86	4,91	4,98	5,02	5,07	5,13	5,21	5,32	5,41	6,09	
4,18	4,19	4,21	4,22	4,23	4,24	4,25	4,27	4,29	4,31	4,44	0,10
0,49	0,50	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	
0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62	0,67	
4,39	4,41	4,44	4,47	4,48	4,50	4,53	4,56	4,61	4,65	4,91	
4,09	4,10	4,11	4,11	4,12	4,12	4,13	4,14	4,15	4,16	4,21	0,05
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,58	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_c}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
1,00	μ_1	1,0	1,025	1,053	1,086	1,124	1,170	1,229	1,307	1,421	1,505
	μ_2	1,0	0,983	0,963	0,941	0,916	0,887	0,852	0,808	0,748	0,707
0,90	μ_1	1,0	1,025	1,054	1,088	1,127	1,175	1,235	1,316	1,434	1,521
	μ_2	1,0	0,984	0,965	0,944	0,921	0,893	0,860	0,818	0,760	0,721
0,80	μ_1	1,0	1,026	1,056	1,090	1,130	1,179	1,241	1,323	1,444	1,534
	μ_2	1,0	0,985	0,967	0,948	0,926	0,899	0,869	0,829	0,774	0,736
0,70	μ_1	1,0	1,027	1,057	1,092	1,133	1,183	1,246	1,330	1,452	1,542
	μ_2	1,0	0,986	0,970	0,952	0,931	0,906	0,877	0,839	0,786	0,750
0,60	μ_1	1,0	1,027	1,058	1,093	1,135	1,185	1,248	1,331	1,452	1,540
	μ_2	1,0	0,987	0,971	0,954	0,935	0,912	0,883	0,847	0,797	0,762
0,50	μ_1	1,0	1,027	1,057	1,093	1,134	1,183	1,244	1,324	1,439	1,520
	μ_2	1,0	0,987	0,973	0,957	0,938	0,916	0,889	0,855	0,808	0,776
0,45	μ_1	1,0	1,027	1,057	1,091	1,131	1,179	1,239	1,316	1,425	1,501
	μ_2	1,0	0,988	0,974	0,958	0,940	0,919	0,893	0,860	0,815	0,784
0,40	μ_1	1,0	1,026	1,055	1,089	1,128	1,174	1,230	1,303	1,405	1,475
	μ_2	1,0	0,988	0,975	0,960	0,942	0,922	0,897	0,866	0,823	0,794
0,35	μ_1	1,0	1,025	1,053	1,085	1,122	1,165	1,218	1,286	1,378	1,442
	μ_2	1,0	0,989	0,976	0,961	0,945	0,925	0,902	0,873	0,833	0,807
0,30	μ_1	1,0	1,024	1,050	1,080	1,114	1,154	1,202	1,263	1,345	1,401
	μ_2	1,0	0,989	0,977	0,964	0,948	0,930	0,909	0,882	0,846	0,822
0,25	μ_1	1,0	1,022	1,046	1,073	1,103	1,139	1,181	1,234	1,305	1,352
	μ_2	1,0	0,990	0,979	0,967	0,953	0,936	0,917	0,893	0,862	0,842
0,20	μ_1	1,0	1,019	1,040	1,063	1,090	1,120	1,156	1,200	1,258	1,296
	μ_2	1,0	0,991	0,981	0,970	0,958	0,944	0,928	0,908	0,882	0,864
0,15	μ_1	1,0	1,016	1,033	1,052	1,073	1,097	1,125	1,159	1,203	1,231
	μ_2	1,0	0,993	0,984	0,976	0,966	0,954	0,941	0,925	0,905	0,892
0,10	μ_1	1,0	1,011	1,024	1,037	1,052	1,069	1,089	1,112	1,142	1,160
	μ_2	1,0	0,994	0,988	0,982	0,975	0,967	0,957	0,946	0,932	0,923
0,05	μ_1	1,0	1,006	1,013	1,020	1,028	1,037	1,047	1,059	1,074	1,083
	μ_2	1,0	0,997	0,994	0,990	0,986	0,982	0,977	0,971	0,964	0,959
0	μ_1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	μ_2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = -\mu_1 \frac{pl^2}{12}$$

$$M_2 = -\mu_2 \frac{pl^2}{12}$$

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0	
1,572 0,676	1,628 0,652	1,697 0,622	1,789 0,586	1,847 0,563	1,920 0,536	2,012 0,504	2,153 0,458	2,391 0,389	2,632 0,327	6,000 0,000	1,00
1,590 0,691	1,648 0,667	1,720 0,638	1,814 0,603	1,875 0,581	1,951 0,555	2,047 0,523	2,191 0,478	2,436 0,410	2,683 0,349	5,410 0,010	0,90
1,604 0,708	1,663 0,685	1,737 0,657	1,833 0,622	1,894 0,601	1,971 0,576	2,069 0,544	2,212 0,501	2,454 0,432	2,694 0,373	4,840 0,040	0,80
1,613 0,723	1,672 0,700	1,744 0,674	1,839 0,640	1,900 0,619	1,974 0,595	2,069 0,564	2,205 0,522	2,432 0,457	2,648 0,399	4,290 0,090	0,70
1,609 0,736	1,665 0,715	1,734 0,689	1,825 0,657	1,880 0,638	1,948 0,614	2,035 0,585	2,156 0,546	2,353 0,486	2,534 0,433	3,760 0,160	0,60
1,583 0,751	1,634 0,731	1,696 0,708	1,775 0,679	1,824 0,661	1,883 0,640	1,956 0,614	2,057 0,579	2,215 0,527	2,355 0,482	3,250 0,250	0,50
1,560 0,761	1,607 0,742	1,664 0,720	1,736 0,693	1,781 0,676	1,834 0,656	1,899 0,632	1,988 0,601	2,126 0,553	2,246 0,513	3,003 0,303	0,45
1,529 0,772	1,572 0,755	1,623 0,735	1,688 0,710	1,727 0,695	1,774 0,677	1,831 0,655	1,908 0,627	2,025 0,585	2,127 0,549	2,760 0,360	0,40
1,490 0,787	1,528 0,771	1,572 0,754	1,629 0,731	1,663 0,717	1,703 0,701	1,752 0,682	1,817 0,657	1,915 0,620	1,999 0,590	2,523 0,423	0,35
1,442 0,805	1,475 0,791	1,514 0,775	1,561 0,755	1,590 0,744	1,623 0,730	1,664 0,714	1,718 0,692	1,796 0,662	1,866 0,635	2,290 0,490	0,30
1,387 0,826	1,414 0,815	1,446 0,801	1,484 0,785	1,508 0,775	1,535 0,763	1,568 0,750	1,610 0,732	1,674 0,706	1,727 0,685	2,063 0,563	0,25
1,323 0,852	1,345 0,843	1,370 0,832	1,400 0,818	1,418 0,811	1,439 0,801	1,464 0,791	1,496 0,777	1,544 0,756	1,585 0,740	1,840 0,640	0,20
1,252 0,882	1,268 0,875	1,286 0,867	1,308 0,857	1,321 0,851	1,336 0,844	1,354 0,836	1,377 0,826	1,412 0,811	1,440 0,798	1,623 0,723	0,15
1,174 0,917	1,184 0,912	1,196 0,907	1,210 0,900	1,219 0,896	1,228 0,892	1,240 0,886	1,254 0,879	1,276 0,870	1,294 0,861	1,410 0,810	0,10
1,090 0,956	1,095 0,954	1,102 0,951	1,108 0,948	1,112 0,946	1,116 0,944	1,122 0,941	1,129 0,938	1,139 0,933	1,147 0,929	1,203 0,903	0,05
1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,00

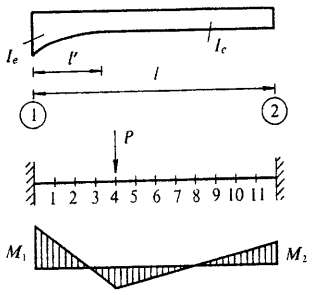
vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

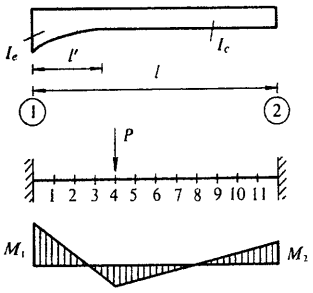
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,00	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	0,583	0,667	0,750	0,833	0,917
		μ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,03	μ_1	0,080	0,151	0,207	0,254	0,279	0,286	0,265	0,221	0,159	0,088	0,027
		μ_2	0,001	0,004	0,010	0,019	0,031	0,045	0,063	0,080	0,091	0,088	0,062
	0,05	μ_1	0,078	0,146	0,200	0,240	0,259	0,259	0,235	0,194	0,136	0,073	0,022
		μ_2	0,001	0,006	0,013	0,024	0,039	0,055	0,074	0,090	0,098	0,093	0,063
	0,10	μ_1	0,078	0,141	0,188	0,220	0,231	0,224	0,199	0,158	0,108	0,057	0,016
		μ_2	0,002	0,008	0,019	0,033	0,050	0,070	0,089	0,104	0,109	0,099	0,065
	0,20	μ_1	0,076	0,135	0,176	0,199	0,204	0,191	0,166	0,128	0,085	0,043	0,012
		μ_2	0,003	0,011	0,025	0,042	0,063	0,085	0,103	0,117	0,119	0,104	0,067.
	0,50	μ_1	0,070	0,122	0,154	0,168	0,166	0,151	0,125	0,094	0,060	0,030	0,008
		μ_2	0,006	0,019	0,037	0,060	0,085	0,108	0,126	0,136	0,132	0,111	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,50	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	0,521	0,444	0,313	0,167	0,048
		μ_2	—	—	—	—	—	—	0,012	0,037	0,063	0,074	0,058
	0,03	μ_1	0,082	0,157	0,222	0,269	0,293	0,281	0,242	0,184	0,120	0,062	0,018
		μ_2	0,000	0,003	0,010	0,021	0,039	0,062	0,086	0,105	0,112	0,100	0,065
	0,05	μ_1	0,082	0,154	0,216	0,259	0,274	0,260	0,222	0,168	0,110	0,055	0,016
		μ_2	0,001	0,005	0,013	0,026	0,047	0,071	0,095	0,112	0,117	0,104	0,067
	0,10	μ_1	0,079	0,148	0,212	0,235	0,244	0,228	0,193	0,144	0,094	0,047	0,014
		μ_2	0,002	0,008	0,018	0,035	0,058	0,083	0,105	0,120	0,122	0,106	0,067
	0,20	μ_1	0,078	0,141	0,187	0,211	0,212	0,195	0,162	0,122	0,078	0,038	0,011
		μ_2	0,002	0,011	0,025	0,046	0,070	0,095	0,116	0,129	0,128	0,110	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,127	0,161	0,175	0,171	0,153	0,126	0,093	0,060	0,029	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,037	0,061	0,088	0,112	0,131	0,140	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \dfrac{l'}{l}$ y $k = \dfrac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

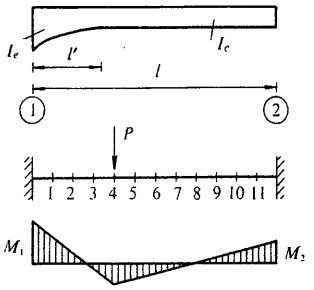
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,40	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,416	0,440	0,399	0,316	0,212	0,109	0,032
		μ_2	—	—	—	—	0,001	0,014	0,038	0,065	0,085	0,087	0,062
	0,03	μ_1	0,082	0,160	0,224	0,268	0,280	0,259	0,218	0,164	0,105	0,053	0,016
		μ_2	0,000	0,003	0,010	0,024	0,044	0,071	0,095	0,113	0,117	0,104	0,066
	0,05	μ_1	0,081	0,156	0,215	0,253	0,260	0,240	0,202	0,151	0,097	0,048	0,014
		μ_2	0,001	0,004	0,013	0,030	0,052	0,077	0,101	0,117	0,120	0,106	0,067
	0,10	μ_1	0,080	0,149	0,203	0,233	0,234	0,215	0,178	0,133	0,085	0,043	0,012
		μ_2	0,001	0,008	0,018	0,037	0,062	0,087	0,110	0,124	0,125	0,108	0,068
	0,20	μ_1	0,078	0,141	0,186	0,208	0,207	0,188	0,154	0,115	0,074	0,037	0,011
		μ_2	0,002	0,011	0,026	0,047	0,073	0,098	0,119	0,131	0,129	0,110	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,160	0,152	0,170	0,151	0,123	0,091	0,058	0,029	0,008
		μ_2	0,004	0,018	0,037	0,061	0,089	0,113	0,132	0,141	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,35	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,393	0,391	0,342	0,264	0,174	0,088	0,025
		μ_2	—	—	—	—	0,006	0,027	0,054	0,080	0,095	0,092	0,063
	0,03	μ_1	0,082	0,159	0,222	0,200	0,265	0,243	0,204	0,152	0,097	0,048	0,014
		μ_2	0,000	0,003	0,011	0,026	0,050	0,076	0,099	0,116	0,121	0,106	0,067
	0,05	μ_1	0,081	0,155	0,215	0,248	0,251	0,229	0,190	0,141	0,090	0,046	0,013
		μ_2	0,001	0,005	0,014	0,031	0,055	0,081	0,104	0,120	0,123	0,106	0,068
	0,10	μ_1	0,080	0,149	0,201	0,228	0,228	0,207	0,171	0,126	0,081	0,041	0,012
		μ_2	0,001	0,008	0,020	0,039	0,065	0,090	0,112	0,127	0,126	0,108	0,068
	0,20	μ_1	0,078	0,142	0,185	0,205	0,203	0,182	0,150	0,111	0,070	0,035	0,010
		μ_2	0,002	0,011	0,026	0,048	0,075	0,101	0,121	0,132	0,131	0,111	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,160	0,152	0,168	0,149	0,122	0,090	0,057	0,028	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,038	0,062	0,090	0,114	0,133	0,141	0,135	0,114	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \dfrac{l'}{l}$ y $k = \dfrac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P



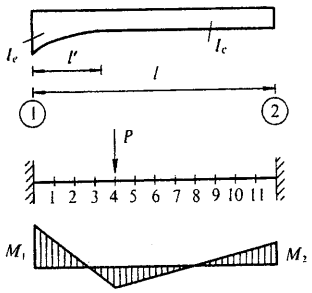
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,30	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,327	0,358	0,341	0,291	0,222	0,143	0,073	0,021
		μ_2	—	—	—	0,002	0,016	0,041	0,067	0,091	0,103	0,096	0,063
	0,03	μ_1	0,082	0,159	0,218	0,249	0,249	0,226	0,188	0,138	0,090	0,045	0,013
		μ_2	0,001	0,003	0,013	0,030	0,055	0,082	0,105	0,121	0,123	0,106	0,068
	0,05	μ_1	0,082	0,155	0,211	0,239	0,230	0,215	0,177	0,131	0,084	0,042	0,012
		μ_2	0,000	0,005	0,016	0,034	0,068	0,086	0,109	0,124	0,125	0,108	0,067
	0,10	μ_1	0,080	0,150	0,199	0,221	0,218	0,196	0,161	0,119	0,076	0,038	0,011
		μ_2	0,001	0,007	0,021	0,042	0,068	0,094	0,116	0,129	0,129	0,109	0,068
	0,20	μ_1	0,078	0,141	0,184	0,202	0,197	0,176	0,144	0,106	0,068	0,034	0,010
		μ_2	0,002	0,011	0,027	0,050	0,077	0,103	0,123	0,135	0,132	0,111	0,069
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,160	0,172	0,166	0,147	0,120	0,088	0,056	0,028	0,008
		μ_2	0,005	0,018	0,038	0,063	0,090	0,115	0,133	0,142	0,136	0,114	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,25	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,307	0,320	0,295	0,249	0,186	0,120	0,061	0,018
		μ_2	—	—	—	0,009	0,029	0,055	0,084	0,104	0,111	0,102	0,065
	0,03	μ_1	0,082	0,158	0,212	0,236	0,233	0,210	0,172	0,128	0,081	0,041	0,011
		μ_2	0,000	0.004	0,015	0,036	0,061	0,088	0,111	0,125	0,126	0,108	0,068
	0,05	μ_1	0,082	0,154	0,205	0,227	0,223	0,200	0,164	0,121	0,077	0,039	0,011
		μ_2	0,001	0,006	0,018	0,039	0,065	0,092	0,114	0,127	0,128	0,109	0,068
	0,10	μ_1	0,080	0,148	0,194	0,212	0,207	0,185	0,152	0,112	0,072	0,036	0,010
		μ_2	0,001	0,008	0,023	0,046	0,072	0,098	0,119	0,132	0,130	0,110	0,069
	0,20	μ_1	0,078	0,141	0,180	0,196	0,190	0,169	0,139	0,101	0,065	0,032	0,009
		μ_2	0,002	0,012	0,029	0,053	0,080	0,106	0,125	0,136	0,133	0,112	0,069
	0,50	μ_1	0,074	0,125	0,159	0,170	0,163	0,145	0,118	0,086	0,055	0,027	0,007
		μ_2	0,005	0,018	0,038	0,064	0,091	0,116	0,134	0,143	0,136	0,114	0,070
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

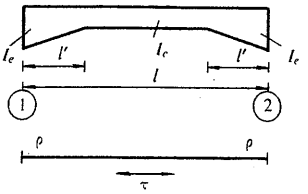
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

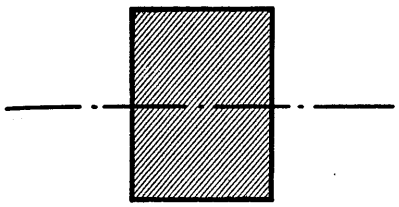
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,20	0,00	μ_1	0,083	0,167	0,240	0,279	0,278	0,254	0,210	0,156	0,100	0,049	0,013
		μ_2	—	—	0,003	0,019	0,042	0,070	0,096	0,113	0,118	0,104	0,067
	0,03	μ_1	0,081	0,155	0,202	0,220	0,215	0,192	0,157	0,115	0,074	0,036	0,010
		μ_2	0,000	0,006	0,019	0,042	0,069	0,095	0,117	0,130	0,128	0,110	0,068
	0,05	μ_1	0,081	0,151	0,196	0,213	0,207	0,185	0,151	0,111	0,071	0,035	0,010
		μ_2	0,001	0,007	0,022	0,045	0,072	0,098	0,119	0,132	0,129	0,110	0,069
	0,10	μ_1	0,079	0,146	0,187	0,201	0,195	0,174	0,142	0,104	0,067	0,033	0,009
		μ_2	0,001	0,009	0,026	0,050	0,077	0,103	0,123	0,135	0,131	0,111	0,069
	0,20	μ_1	0,077	0,140	0,170	0,188	0,182	0,161	0,131	0,096	0,062	0,030	0,008
		μ_2	0,003	0,013	0,033	0,056	0,083	0,104	0,128	0,138	0,133	0,113	0,069
	0,50	μ_1	0,073	0,125	0,157	0,167	0,160	0,142	0,115	0,084	0,054	0,026	0,007
		μ_2	0,005	0,019	0,039	0,066	0,093	0,117	0,135	0,143	0,137	0,114	0,070
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,10	0,00	μ_1	0,083	0,156	0,198	0,211	0,205	0,183	0,149	0,108	0,069	0,035	0,011
		μ_2	—	0,005	0,022	0,045	0,073	0,100	0,120	0,133	0,130	0,110	0,068
	0,03	μ_1	0,077	0,141	0,174	0,185	0,178	0,157	0,128	0,094	0,060	0,029	0,008
		μ_2	0,003	0,011	0,031	0,057	0,084	0,110	0,129	0,139	0,134	0,113	0,069
	0,05	μ_1	0,077	0,139	0,171	0,181	0,174	0,154	0,125	0,092	0,059	0,029	0,008
		μ_2	0,003	0,012	0,032	0,058	0,086	0,111	0,130	0,140	0,134	0,113	0,069
	0,10	μ_1	0,075	0,135	0,166	0,176	0,169	0,150	0,121	0,089	0,057	0,028	0,008
		μ_2	0,003	0,014	0,035	0,061	0,088	0,113	0,132	0,141	0,135	0,114	0,069
	0,20	μ_1	0,075	0,131	0,160	0,170	0,163	0,144	0,177	0,085	0,055	0,027	0,007
		μ_2	0,004	0,016	0,037	0,064	0,091	0,116	0,134	0,143	0,136	0,114	0,070
	0,50	μ_1	0,073	0,123	0,150	0,159	0,152	0,134	0,109	0,080	0,051	0,025	0,007
		μ_2	0,006	0,020	0,042	0,069	0,096	0,121	0,138	0,146	0,138	0,115	0,070
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0 125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos



$\lambda = \frac{I_e}{I_c}$	Coeficientes	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
0,50	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,29 0,51	4,67 0,52	5,12 0,53	5,69 0,55	6,47 0,57	7,56 0,59	9,26 0,61	12,36 0,65	15,20 0,68
0,45	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,28 0,51	4,63 0,52	5,05 0,54	5,59 0,55	6,31 0,57	7,31 0,60	8,84 0,62	11,58 0,67	14,04 0,69
0,40	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,26 0,51	4,59 0,53	4,98 0,54	5,48 0,55	6,13 0,58	7,02 0,60	8,37 0,63	10,72 0,67	12,77 0,70
0,35	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,25 0,51	4,54 0,53	4,90 0,54	5,35 0,56	5,92 0,58	6,70 0,60	7,86 0,63	9,79 0,67	11,41 0,70
0,30	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,22 0,51	4,49 0,53	4,81 0,54	5,20 0,56	5,69 0,57	6,35 0,60	7,30 0,63	8,82 0,67	10,03 0,69
0,25	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,20 0,51	4,43 0,52	4,70 0,54	5,03 0,55	5,44 0,57	5,97 0,59	6,71 0,62	7,84 0,65	8,69 0,67
0,20	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,17 0,51	4,36 0,52	4,58 0,53	4,85 0,55	5,17 0,56	5,58 0,58	6,12 0,60	6,90 0,63	7,46 0,65
0,15	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,13 0,51	4,28 0,52	4,45 0,53	4,65 0,54	4,88 0,55	5,17 0,57	5,53 0,58	6,03 0,61	6,37 0,62
0,10	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,09 0,51	4,20 0,51	4,31 0,52	4,44 0,53	4,59 0,54	4,76 0,55	4,98 0,56	5,26 0,57	5,44 0,58
0,05	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,05 0,50	4,10 0,51	4,16 0,51	4,22 0,52	4,29 0,52	4,37 0,53	4,47 0,53	4,58 0,54	4,65 0,54
0,00	$\frac{\rho}{\tau}$	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos



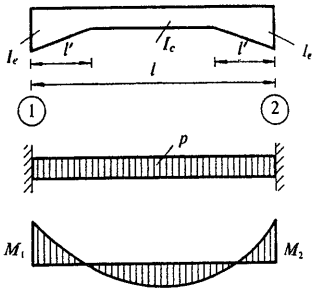
Valores de ρ y τ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R (rigidez en los extremos) $= \rho \frac{EI_c}{l}$

τ coeficiente de transmisión de 1 a 2 y de 2 a 1

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
17,86 0,70	20,40 0,71	24,02 0,73	29,73 0,75	34,05 0,77	40,24 0,78	50,01 0,80	68,16 0,83	116,72 0,87	202,00 0,90	∞ —	0,50
16,31 0,72	18,44 0,73	21,43 0,75	26,06 0,78	29,49 0,79	34,33 0,81	41,77 0,83	55,08 0,86	88,24 0,90	140,41 0,93	— —	0,45
14,62 0,72	16,32 0,74	18,64 0,76	22,14 0,78	24,65 0,80	28,09 0,81	33,16 0,83	41,67 0,86	60,45 0,89	85,01 0,92	375,5 0,99	0,40
12,83 0,72	14,10 0,74	15,77 0,75	18,21 0,78	19,88 0,79	22,09 0,80	25,18 0,82	30,00 0,84	39,30 0,87	49,45 0,89	114,4 0,94	0,35
11,05 0,71	11,93 0,72	13,05 0,74	14,62 0,76	15,65 0,77	16,96 0,78	18,70 0,80	21,23 0,81	25,57 0,84	29,74 0,85	49,38 0,90	0,30
9,38 0,69	9,95 0,70	10,66 0,71	11,61 0,73	12,20 0,74	12,98 0,75	13,86 0,76	15,14 0,77	17,16 0,79	18,92 0,81	26,00 0,85	0,25
7,89 0,66	8,24 0,67	8,66 0,68	9,20 0,69	9,53 0,70	9,92 0,71	10,40 0,72	11,02 0,73	11,96 0,74	12,73 0,75	15,56 0,79	0,20
6,62 0,63	6,82 0,63	7,05 0,64	7,34 0,65	7,51 0,66	7,70 0,66	7,94 0,67	8,24 0,68	8,67 0,69	9,00 0,70	10,14 0,72	0,15
5,57 0,59	5,67 0,59	5,78 0,60	5,92 0,60	5,99 0,61	6,08 0,61	6,19 0,62	6,32 0,62	6,50 0,63	6,64 0,63	7,11 0,65	0,10
4,70 0,55	4,74 0,55	4,78 0,55	4,83 0,55	4,86 0,56	4,89 0,56	4,93 0,56	4,97 0,56	5,03 0,56	5,08 0,57	5,23 0,57	0,05
4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	0,00

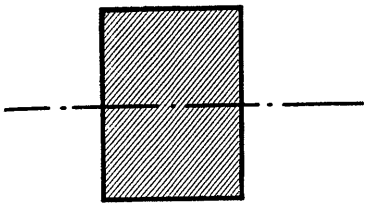
vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos



$k = \frac{I_c}{I_e}$

λ	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,12
0,50	1,000	1,012	1,028	1,044	1,062	1,084	1,109	1,141	1,183	1,211	1,231
0,45	1,000	1,013	1,031	1,048	1,068	1,091	1,119	1,154	1,199	1,229	1,251
0,40	1,000	1,014	1,032	1,050	1,072	1,096	1,125	1,160	1,207	1,237	1,259
0,35	1,000	1,015	1,033	1,052	1,073	1,097	1,126	1,161	1,207	1,236	1,256
0,30	1,000	1,015	1,032	1,051	1,072	1,095	1,123	1,156	1,199	1,225	1,244
0,25	1,000	1,015	1,031	1,048	1,068	1,090	1,115	1,145	1,183	1,207	1,223
0,20	1,000	1,013	1,028	1,043	1,061	1,080	1,102	1,128	1,160	1,180	1,194
0,15	1,000	1,011	1,023	1,036	1,051	1,067	1,084	1,105	1,131	1,146	1,157
0,10	1,000	1,008	1,017	1,027	1,037	1,049	1,062	1,077	1,094	1,104	1,112
0,05	1,000	1,005	1,010	1,015	1,020	1,027	1,033	1,041	1,050	1,056	1,060
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos



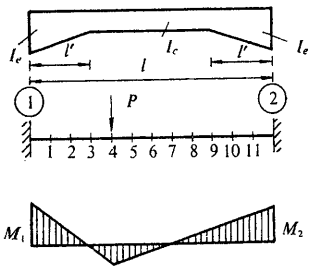
Valores de μ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = M_2 = -\mu \frac{pl^2}{12}$$

$k = \frac{I_c}{I_e}$										λ
0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0	
1,247	1,267	1,289	1,302	1,318	1,337	1,361	1,395	1,422	1,500	0,50
1,269	1,289	1,312	1,326	1,342	1,362	1,385	1,419	1,442	1,495	0,45
1,276	1,296	1,318	1,331	1,347	1,364	1,385	1,413	1,434	1,480	0,40
1,272	1,290	1,311	1,323	1,337	1,352	1,371	1,396	1,413	1,455	0,35
1,257	1,274	1,293	1,303	1,315	1,329	1,345	1,367	1,382	1,420	0,30
1,235	1,249	1,265	1,274	1,284	1,296	1,310	1,328	1,340	1,375	0,25
1,204	1,215	1,228	1,236	1,244	1,253	1,265	1,280	1,290	1,320	0,20
1,164	1,173	1,183	1,189	1,195	1,203	1,211	1,223	1,231	1,255	0,15
1,117	1,123	1,130	1,134	1,138	1,143	1,149	1,157	1,163	1,180	0,10
1,062	1,065	1,069	1,071	1,073	1,076	1,079	1,083	1,086	1,095	0,05
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,50	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	—	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	—	0,500	0,417	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,078	0,142	0,192	0,222	0,222	0,191	0,135	0,082	0,044	0,019	0,004
		μ_2	0,004	0,019	0,044	0,082	0,135	0,191	0,222	0,222	0,192	0,142	0,078
	0,05	μ_1	0,077	0,139	0,185	0,210	0,211	0,183	0,132	0,085	0,047	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,047	0,085	0,132	0,183	0,211	0,210	0,185	0,139	0,077
	0,10	μ_1	0,076	0,136	0,178	0,198	0,197	0,171	0,128	0,085	0,047	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,047	0,085	0,128	0,171	0,197	0,198	0,178	0,136	0,076
	0,20	μ_1	0,074	0,131	0,168	0,185	0,181	0,158	0,121	0,082	0,048	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,048	0,082	0,121	0,158	0,181	0,185	0,168	0,131	0,074
	0,50	μ_1	0,073	0,123	0,151	0,163	0,157	0,139	0,114	0,082	0,051	0,024	0,006
		μ_2	0,006	0,024	0,051	0,082	0,114	0,139	0,157	0,163	0,151	0,123	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,40	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,406	0,225	0,009	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	0,009	0,225	0,406	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,081	0,149	0,205	0,241	0,240	0,192	0,125	0,071	0,035	0,014	0,003
		μ_2	0,003	0,014	0,035	0,071	0,125	0,192	0,240	0,241	0,205	0,149	0,081
	0,05	μ_1	0,079	0,146	0,198	0,229	0,226	0,186	0,127	0,075	0,039	0,016	0,003
		μ_2	0,003	0,016	0,039	0,075	0,127	0,186	0,226	0,229	0,198	0,146	0,079
	0,10	μ_1	0,078	0,141	0,086	0,211	0,206	0,174	0,127	0,080	0,044	0,019	0,004
		μ_2	0,004	0,019	0,044	0,080	0,127	0,174	0,206	0,211	0,186	0,141	0,078
	0,20	μ_1	0,075	0,134	0,174	0,192	0,188	0,161	0,122	0,081	0,047	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,047	0,081	0,122	0,161	0,188	0,192	0,174	0,134	0,075
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,155	0,168	0,161	0,141	0,112	0,079	0,049	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,049	0,079	0,112	0,141	0,161	0,168	0,155	0,126	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

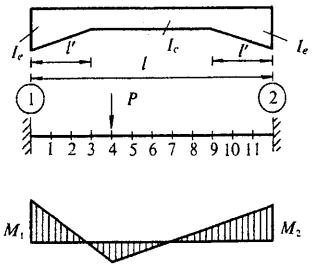
vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela recta en los extremos

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

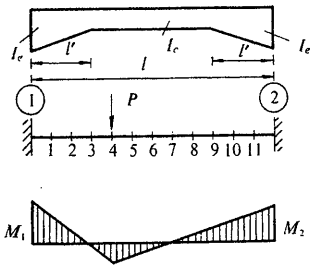
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,35	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,348	0,212	0,058	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	0,058	0,212	0,348	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,081	0,152	0,211	0,246	0,240	0,187	0,118	0,065	0,030	0,012	0,002
		μ_2	0,002	0,012	0,030	0,065	0,118	0,187	0,240	0,246	0,211	0,152	0,081
	0,05	μ_1	0,080	0,148	0,204	0,235	0,226	0,181	0,122	0,068	0,034	0,014	0,002
		μ_2	0,002	0,014	0,034	0,068	0,122	0,181	0,226	0,235	0,204	0,148	0,080
	0,10	μ_1	0,078	0,142	0,192	0,215	0,207	0,171	0,123	0,076	0,039	0,017	0,003
		μ_2	0,003	0,017	0,039	0,076	0 123	0,171	0,207	0,215	0,192	0,142	0,078
	0,20	μ_1	0,076	0,136	0,176	0,194	0,188	0,160	0,120	0,080	0,045	0,019	0,005
		μ_2	0,005	0,019	0,045	0,080	0,120	0,160	0,188	0,194	0,176	0,136	0,076
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,157	0,169	0,162	0,141	0,111	0,078	0,048	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,048	0,078	0,111	0,141	0,162	0,169	0,157	0,126	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,30	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,322	0,298	0,200	0,087	0,009	—	—	—
		μ_2	—	—	—	0,009	0,087	0,200	0,298	0,322	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,156	0,217	0,249	0,230	0,180	0,117	0,058	0,025	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,025	0,058	0,117	0,180	0,230	0,249	0,217	0.156	0,082
	0.05	μ_1	0,081	0,153	0,208	0,236	0,220	0,175	0,117	0,064	0,030	0,010	0,002
		μ_2	0,002	0,010	0,030	0,064	0,117	0,175	0,220	0,236	0,208	0,153	0,081
	0,10	μ_1	0,079	0,145	0,195	0,216	0,203	0,167	0,120	0,072	0,036	0,015	0,003
		μ_2	0,003	0,015	0,036	0,072	0,120	0.167	0,203	0,216	0.195	0,145	0,079
	0,20	μ_1	0,076	0,137	0,179	0,196	0,186	0,157	0,118	0,077	0,042	0,018	0,005
		μ_2	0,005	0,018	0,042	0,077	0,118	0,157	0,186	0,196	0,179	0,137	0,076
	0,50	μ_1	0,074	0,127	0,157	0,169	0,161	0,140	0,110	0,077	0,047	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,047	0,077	0,110	0,140	0,161	0,169	0,157	0,127	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,016	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0'074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

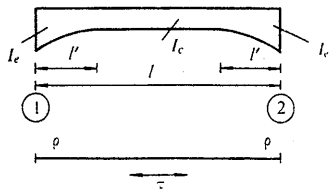
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

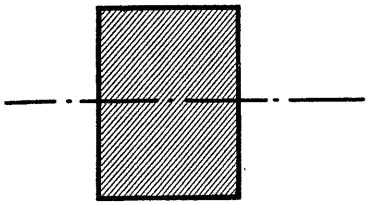
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,25	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,290	0,259	0,188	0,102	0,030	0,000	—	—
		μ_2	—	—	0,000	0,030	0,102	0,188	0,259	0,290	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,083	0,158	0,218	0,238	0,217	0,172	0,115	0,060	0,022	0,006	0,001
		μ_2	0,001	0,006	0,022	0,060	0,115	0,172	0,217	0,238	0,218	0,158	0,083
	0,05	μ_1	0,081	0,154	0,210	0,228	0,211	0,168	0,115	0,064	0,026	0,009	0,002
		μ_2	0,002	0,009	0,026	0,064	0,115	0,168	0,211	0,228	0,210	0,154	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,148	0,197	0,211	0,196	0,162	0,117	0,071	0,033	0,012	0,002
		μ_2	0,002	0,012	0,033	0,071	0,117	0,162	0,196	0,211	0,197	0,148	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,140	0,181	0,194	0,182	0,153	0,115	0,074	0,040	0,017	0,003
		μ_2	0,003	0,017	0,040	0,074	0,115	0,153	0,182	0,194	0,181	0,140	0,078
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,157	0,168	0,160	0,139	0,109	0,076	0,046	0,021	0,006
		μ_2	0,006	0,021	0,046	0,076	0,109	0,139	0,160	0,168	0,157	0,126	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,20	0	μ_1	0,083	0,167	0,238	0,256	0,229	0,175	0,110	0,048	0,008	—	—
		μ_2	—	—	0,008	0,048	0,110	0,175	0,229	0,256	0,238	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,081	0,154	0,207	0,222	0,203	0,163	0,113	0,064	0,027	0,006	0,001
		μ_2	0,001	0,006	0,027	0,064	0,113	0,163	0,203	0,222	0,207	0,154	0,081
	0,05	μ_1	0,080	0,151	0,201	0,214	0,197	0,160	0,114	0,067	0,030	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,030	0,067	0,114	0,160	0,197	0,214	0,201	0,151	0,080
	0,10	μ_1	0,078	0,145	0,190	0,202	0,188	0,155	0,114	0,070	0,035	0,012	0,002
		μ_2	0,002	0,012	0,035	0,070	0,114	0,155	0,188	0 202	0,190	0,145	0,078
	0,20	μ_1	0,076	0,136	0,177	0,188	0,176	0,149	0,112	0,074	0,040	0,017	0,003
		μ_2	0,003	0,017	0,040	0,074	0,112	0,149	0,176	0,188	0,177	0,136	0,076
	0,50	μ_1	0,073	0,125	0,157	0,166	0,158	0,137	0,108	0,075	0,045	0,021	0,006
		μ_2	0,006	0,021	0,045	0,075	0,108	0,137	0,158	0,166	0,157	0,125	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0 070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15
0,50	ρ	4,00	4,23	4,51	4,84	5,25	5,78	6,51	7,58	9,38	10,92
	τ	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59	0,62	0,65	0,68
0,45	ρ	4,00	4,22	4,47	4,78	5,16	5,64	6,30	7,24	8,81	10,11
	τ	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59	0,62	0,65	0,68
0,40	ρ	4,00	4,20	4,44	4,72	5,06	5,49	6,07	6,89	8,21	9,28
	τ	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,65	0,67
0,35	ρ	4,00	4,18	4,40	4,65	4,95	5,33	5,83	6,52	7,61	8,46
	τ	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,61	0,64	0,66
0,30	ρ	4,00	4,16	4,35	4,57	4,84	5,16	5,58	6,15	7,01	7,67
	τ	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65
0,25	ρ	4,00	4,14	4,30	4,49	4,71	4,98	5,32	5,77	6,43	6,91
	τ	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63
0,20	ρ	4,00	4,12	4,25	4,40	4,58	4,79	5,05	5,39	5,87	6,20
	τ	0,50	0,51	0,52	0,53	0,53	0,55	0,56	0,58	0,60	0,61
0,15	ρ	4,00	4,09	4,19	4,31	4,44	4,60	4,78	5,02	5,34	5,56
	τ	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59
0,10	ρ	4,00	4,06	4,13	4,21	4,30	4,40	4,52	4,66	4,85	4,98
	τ	0,50	0,50	0,51	0,52	0,60	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56
0,05	ρ	4,00	4,03	4,07	4,11	4,15	4,20	4,26	4,32	4,41	4,46
	τ	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53
0,00	ρ	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	τ	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



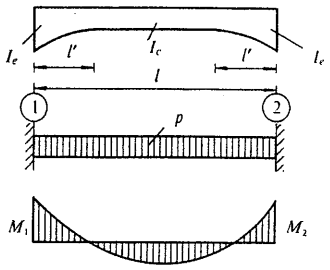
Valores de ρ y τ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R (rigidez en los extremos) $= \rho \frac{EI_c}{l}$

τ coeficiente de transmisión de 1 a 2 y de 2 a 1

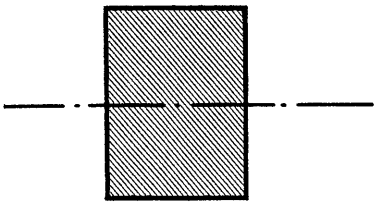
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,00	
12,28 0,70	13,52 0,71	15,21 0,73	17,69 0,75	19,47 0,76	21,90 0,78	25,46 0,80	31,52 0,82	45,32 0,86	65,09 0,88	∞ —	0,50
11,24 0,70	12,25 0,71	13,61 0,73	15,56 0,75	16,94 0,76	18,77 0,77	21,40 0,79	25,69 0,81	34,89 0,85	46,95 0,87	— —	0,45
10,19 0,69	10,99 0,70	12,05 0,72	13,52 0,74	14,54 0,75	15,86 0,76	17,71 0,77	20,61 0,80	26,40 0,83	33,33 0,85	375,5 0,99	0,40
9,17 0,68	9,78 0,69	10,56 0,70	11,64 0,72	12,36 0,73	13,27 0,74	14,52 0,76	16,39 0,78	19,90 0,80	23,75 0,83	114,4 0,94	0,35
8,19 0,66	8,64 0,67	9,20 0,69	9,95 0,70	10,44 0,71	11,05 0,72	11,86 0,73	13,03 0,75	15,10 0,77	17,21 0,79	49,38 0,90	0,30
7,29 0,64	7,60 0,65	7,99 0,66	8,49 0,68	8,81 0,68	9,20 0,69	9,71 0,70	10,42 0,72	11,60 0,74	12,75 0,75	26,00 0,85	0,25
6,46 0,62	6,67 0,63	6,92 0,64	7,24 0,65	7,44 0,65	7,68 0,66	7,99 0,67	8,40 0,68	9,07 0,69	9,68 0,71	15,56 0,79	0,20
5,72 0,59	5,85 0,60	6,00 0,61	6,20 0,61	6,31 0,62	6,45 0,62	6,62 0,63	6,85 0,64	7,21 0,65	7,52 0,66	10,14 0,72	0,15
5,07 0,56	5,14 0,57	5,22 0,57	5,32 0,58	5,39 0,58	5,46 0,58	5,54 0,59	5,66 0,59	5,83 0,60	5,98 0,61	7,11 0,65	0,10
4,50 0,53	4,53 0,54	4,56 0,54	4,61 0,54	4,63 0,54	4,66 0,54	4,69 0,55	4,74 0,55	4,80 0,55	4,86 0,56	5,23 0,57	0,05
4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	0,00

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$										
	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,12
0,50	1,000	1,014	1,029	1,046	1,065	1,087	1,113	1,145	1,186	1,213	1,233
0,45	1,000	1,014	1,029	1,046	1,066	1,088	1,113	1,145	1,185	1,212	1,231
0,40	1,000	1,014	1,029	1,046	1,064	1,086	1,111	1,141	1,180	1,206	1,224
0,35	1,000	1,013	1,028	1,044	1,062	1,082	1,106	1,135	1,172	1,195	1,212
0,30	1,000	1,013	1,026	1,041	1,058	1,077	1,099	1,125	1,159	1,180	1,196
0,25	1,000	1,011	1,024	1,038	1,053	1,070	1,089	1,113	1,142	1,161	1,174
0,20	1,000	1,010	1,021	1,033	1,046	1,060	1,077	1,097	1,122	1,137	1,149
0,15	1,000	1,008	1,017	1,026	1,037	1,049	1,062	1,078	1,097	1,109	1,118
0,10	1,000	1,006	1,012	1,019	1,027	1,035	1,044	1,055	1,069	1,077	1,083
0,05	1,000	1,003	1,007	1,010	1,014	1,019	1,024	1,029	1,037	1,041	1,044
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



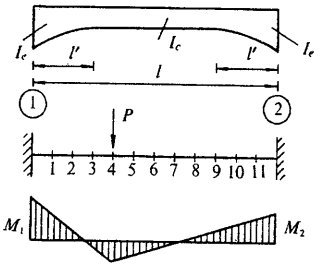
Valores de μ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = M_2 = -\mu \frac{pl^2}{12}$$

$k = \frac{I_c}{I_e}$										λ
0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0	
1,248	1,266	1,287	1,299	1,314	1,331	1,352	1,384	1,408	1,500	0,50
1,246	1,263	1,283	1,295	1,309	1,326	1,346	1,376	1,400	1,495	0,45
1,238	1,254	1,273	1,285	1,298	1,313	1,333	1,360	1,383	1,480	0,40
1,225	1,240	1,258	1,268	1,280	1,294	1,312	1,338	1,358	1,455	0,35
1,207	1,221	1,237	1,246	1,257	1,269	1,285	1,308	1,326	1,420	0,30
1,185	1,196	1,210	1,218	1,227	1,238	1,252	1,272	1,288	1,375	0,25
1,157	1,167	1,178	1,185	1,193	1,202	1,213	1,230	1,243	1,320	0,20
1,125	1,132	1,141	1,146	1,152	1,160	1,168	1,181	1,192	1,255	0,15
1,088	1,093	1,099	1,103	1,107	1,112	1,118	1,127	1,134	1,180	0,10
1,047	1,049	1,053	1,054	1,057	1,059	1,062	1,067	1,071	1,095	0,05
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

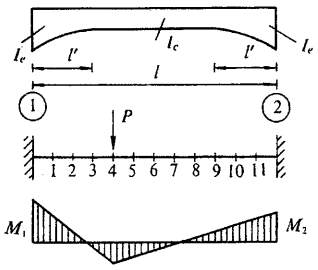
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,50	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500	—	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	—	0,500	0,417	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,080	0,150	0,206	0,234	0,228	0,184	0,123	0,070	0,033	0,013	0,002
		μ_2	0,002	0,013	0,033	0,070	0,123	0,184	0,228	0,234	0,206	0,150	0,080
	0,05	μ_1	0,080	0,147	0,199	0,225	0,215	0,178	0,124	0,072	0,036	0,014	0,002
		μ_2	0,002	0,014	0,036	0,072	0,124	0,178	0,215	0,225	0,199	0,147	0,080
	0,10	μ_1	0,079	0,141	0,187	0,206	0,199	0,168	0,122	0,078	0,041	0,018	0,003
		μ_2	0,003	0,018	0,041	0,078	0,122	0,168	0,199	0,206	0,187	0,141	0,079
	0,20	μ_1	0,076	0,135	0,174	0,190	0,182	0,156	0,119	0,079	0,044	0,020	0,004
		μ_2	0,004	0,020	0,044	0,079	0,119	0,156	0,182	0,190	0,174	0,135	0,076
	0,50	μ_1	0,074	0,124	0,155	0,167	0,159	0,139	0,110	0,077	0 047	0,022	0,005
		μ_2	0,005	0,022	0,047	0,077	0,110	0,139	0,159	0,167	0,155	0,124	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0 142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,40	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,406	0,225	0,009	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	0,009	0,225	0,406	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,154	0,210	0,238	0,222	0,178	0,120	0,064	0,029	0,009	0,001
		μ_2	0,001	0,009	0,029	0,064	0,120	0,178	0,222	0,238	0,210	0,154	0,082
	0,05	μ_1	0,080	0,149	0,201	0,224	0,212	0,172	0,120	0,069	0,034	0,012	0,002
		μ_2	0,002	0,012	0,034	0,069	0,120	0,172	0,212	0,224	0,201	0,149	0,080
	0,10	μ_1	0,079	0,143	0,192	0,208	0,197	0,163	0,119	0,074	0,039	0,016	0,003
		μ_2	0,003	0,016	0,039	0,074	0,119	0,163	0,197	0,208	0,192	0,143	0,079
	0,20	μ_1	0,076	0,138	0,176	0,191	0,180	0,154	0,117	0,077	0,043	0,018	0,004
		μ_2	0,004	0,018	0,043	0,077	0,117	0,154	0,180	0,191	0,176	0,138	0,076
	0,50	μ_1	0,073	0,124	0,155	0,167	0,159	0,138	0,109	0,076	0,046	0,022	0,005
		μ_2	0,005	0,022	0,046	0,076	0,109	0,138	0,159	0,167	0,155	0,124	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

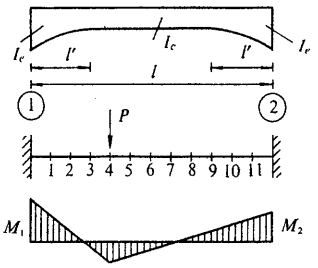
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,35	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,333	0,348	0,212	0,058	—	—	—	—
		μ_2	—	—	—	—	0,058	0,212	0,348	0,333	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,156	0,210	0,234	0,216	0,173	0,118	0,063	0,027	0,008	0,000
		μ_2	0,000	0,008	0,027	0,063	0,118	0,173	0,216	0,234	0,210	0,156	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,150	0,203	0,221	0,206	0,168	0,119	0,069	0,031	0,011	0,002
		μ_2	0,002	0,011	0,031	0,069	0,119	0,168	0,206	0,221	0,203	0,150	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,145	0,190	0,206	0,193	0,160	0,117	0,072	0,036	0,014	0,002
		μ_2	0,002	0,014	0,036	0,072	0,117	0,160	0,193	0,206	0,190	0,145	0,080
	0,20	μ_1	0,077	0,137	0,177	0,189	0,179	0,151	0,115	0,075	0,041	0,018	0,004
		μ_2	0,004	0,018	0,041	0,075	0,115	0,151	0,179	0,189	0,177	0,137	0,077
	0,50	μ_1	0,073	0,124	0,156	0,166	0,158	0,137	0,109	0,076	0,046	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,046	0,076	0,109	0,137	0,158	0,166	0,156	0,124	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,30	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,322	0,298	0,200	0,087	0,009	—	—	—
		μ_2	—	—	—	0,009	0,087	0,200	0,298	0,322	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,156	0,210	0,225	0,209	0,167	0,115	0,065	0,025	0,007	0,001
		μ_2	0,001	0,007	0,025	0,065	0,115	0,167	0,209	0,225	0,210	0,156	0,082
	0,05	μ_1	0,082	0,151	0,202	0,216	0,200	0,163	0,116	0,068	0,030	0,011	0,002
		μ_2	0,002	0,011	0,030	0,068	0,116	0,163	0,200	0,216	0,202	0,151	0,082
	0,10	μ_1	0,080	0,146	0,189	0,202	0,189	0,157	0,115	0,072	0,036	0,013	0,003
		μ_2	0,003	0,013	0,036	0,072	0,115	0,157	0,189	0,202	0,189	0,146	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,138	0,175	0,187	0,176	0,149	0,113	0,075	0,041	0,017	0,004
		μ_2	0,004	0,017	0,041	0,075	0,113	0,149	0,176	0,187	0,175	0,138	0,078
	0,50	μ_1	0,073	0,124	0,156	0,165	0,157	0,136	0,108	0,076	0,046	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,046	0,076	0,108	0,136	0,157	0,165	0,156	0,124	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable empotradas en los extremos
sección rectangular
cartela parabólica en los extremos



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,25	0	μ_1	0,083	0,167	0,250	0,290	0,259	0,188	0,102	0,030	0,000	—	—
		μ_2	—	—	0,000	0,030	0,102	0,188	0,259	0,290	0,250	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,155	0,204	0,216	0,197	0,161	0,114	0,066	0,028	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,028	0,066	0,114	0,161	0,197	0,216	0,204	0,155	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,151	0,196	0,208	0,192	0,158	0,114	0,069	0,032	0,010	0,001
		μ_2	0,001	0,010	0,032	0,069	0,114	0,158	0,192	0,208	0,196	0,151	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,146	0,186	0,196	0,182	0,152	0,114	0,072	0,036	0,012	0,002
		μ_2	0,002	0,012	0,036	0,072	0,114	0,152	0,182	0,196	0,186	0,146	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,138	0,173	0,183	0,171	0,146	0,112	0,074	0,041	0,016	0,003
		μ_2	0,003	0,016	0,041	0,074	0,112	0,146	0,171	0,183	0,173	0,138	0,078
	0,50	μ_1	0,073	0,123	0,154	0,164	0,156	0,135	0,107	0,075	0,046	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,046	0,075	0,107	0,135	0,156	0,164	0,154	0,123	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,20	0	μ_1	0,083	0,167	0,238	0,256	0,229	0,175	0,110	0,048	0,008	—	—
		μ_2	—	—	0,008	0,048	0,110	0,175	0,229	0,256	0,238	0,167	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,152	0,192	0,203	0,187	0,154	0,112	0,069	0,033	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,033	0,069	0,112	0,154	0,187	0,203	0,192	0,152	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,149	0,187	0,197	0,182	0,152	0,112	0,070	0,035	0,010	0,001
		μ_2	0,001	0,010	0,035	0,070	0,112	0,152	0,182	0,197	0,187	0,149	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,140	0,178	0,188	0,175	0,147	0,111	0,072	0,038	0,014	0,002
		μ_2	0,002	0,014	0,038	0,072	0,111	0,147	0,175	0,188	0,178	0,140	0,080
	0,20	μ_1	0,077	0,131	0,168	0,178	0,167	0,142	0,109	0,074	0,042	0,017	0,003
		μ_2	0,003	0,017	0,042	0,074	0,109	0,142	0,167	0,178	0,168	0,131	0,077
	0,50	μ_1	0,073	0,123	0,153	0,162	0,154	0,133	0,106	0,075	0,046	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,046	0,075	0,106	0,133	0,154	0,162	0,153	0,123	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,007
		μ_2	0,007	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

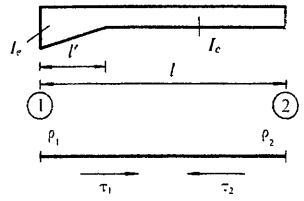
vigas de inercia variable

empotradas en los extremos con cartela de inercia variable

sección de dos platabandas

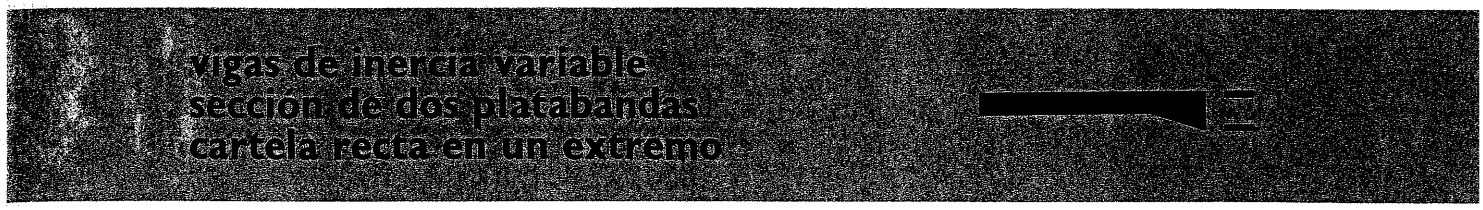
- cartela recta en un extremo
- cartela recta en los extremos

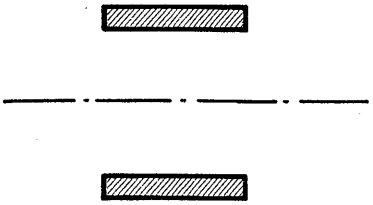
vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_c}$									
		1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,150
1,00	ρ_1	4,00	4,33	4,73	5,24	5,89	6,77	8,05	10,08	13,89	17,48
	ρ_2	4,00	4,11	4,23	4,38	4,56	4,79	5,09	5,52	6,21	6,77
	τ_1	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,42	0,40	0,37	0,33	0,30
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,63	0,67	0,74	0,79
0,90	ρ_1	4,00	4,32	4,71	5,19	5,82	6,66	7,87	9,77	13,30	16 59
	ρ_2	4,00	4,08	4,17	4,28	4,40	4,56	4,76	5,03	5,44	5,75
	τ_1	0,50	0,49	0,47	0,45	0,44	0,41	0,39	0,36	0,32	0,29
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,64	0,70	0,78	0,85
0,80	ρ_1	4,00	4,31	4,68	5,15	5,75	6,55	7,69	9,47	12,74	15,75
	ρ_2	4,00	4,06	4,13	4,21	4,31	4,42	4,57	4,77	5,06	5,28
	τ_1	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,42	0,39	0,37	0,33	0,31
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,62	0,66	0,73	0,83	0,91
0,70	ρ_1	4,00	4,30	4,65	5,10	5,66	6,42	7,48	9,12	12,05	14,70
	ρ_2	4,00	4,05	4,11	4,17	4,25	4,35	4,47	4,63	4,88	5,08
	τ_1	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,43	0,40	0,38	0,35	0,33
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,68	0,75	0,86	0,95
0,60	ρ_1	4,00	4,28	4,62	5,03	5,55	6,24	7,20	8,64	11,15	13,33
	ρ_2	4,00	4,04	4,09	4,15	4,22	4,31	4,42	4,57	4,80	4,98
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,40	0,37	0,36
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,60	0,63	0,68	0,75	0,86	0,95
0,50	ρ_1	4,00	4,26	4,56	4,94	5,40	6,01	6,83	8,03	10,03	11,68
	ρ_2	4,00	4,04	4,09	4,14	4,21	4,29	4,39	4,53	4,75	4,92
	τ_1	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,68	0,75	0,85	0,92
0,45	ρ_1	4,00	4,24	4,53	4,88	5,31	5,87	6,61	7,68	9,40	10,78
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,14	4,20	4,28	4,38	4,51	4,72	4,87
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,41	0,40
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,63	0,67	0,74	0,83	0,89
0,40	ρ_1	4,00	4,23	4,50	4,82	5,21	5,71	6,37	7,29	8,75	9,87
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,13	4,19	4,27	4,36	4,49	4,68	4,82
	τ_1	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,44	0,43	0,42
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62	0,66	0,72	0,80	0,86

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo





Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{E\,I_c}{l}$

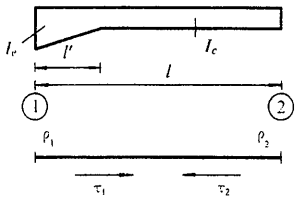
R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{E\,I_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

τ_2 coeficiente de transmisión de 2 a 1

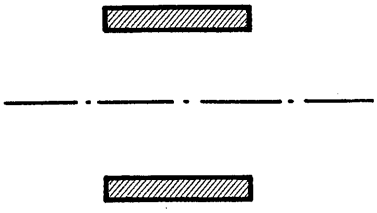
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,120	0,100	0,080	0,060	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005	0,001	
20,94	24,28	29,15	36,97	43,02	51,86	66,12	93,42	170,26	313,63	1 340,37	1,00
7,25	7,68	8,25	9,06	9,62	10,37	11,45	13,21	17,02	22,14	41,47	
0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,14	0,11	0,06	
0,83	0,86	0,90	0,96	1,00	1,05	1,11	1,21	1,38	1,57	2,07	
19,72	22,73	27,08	33,99	39,29	46,95	59,17	82,20	145,03	257,14	956,35	0,90
6,00	6,21	6,48	6,84	7,08	7,38	7,77	8,36	9,44	10,66	14,49	
0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,18	0,16	0,13	0,11	0,08	
0,91	0,95	1,02	1,11	1,17	1,26	1,38	1,57	2,00	2,60	4,99	
18,58	21,27	25,11	31,13	35,67	42,14	52,24	70,58	116,98	189,47	482,58	0,80
5,46	5,61	5,81	6,07	6,24	6,47	6,77	7,25	8,20	9,40	13,15	
0,29	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,12	
0,98	1,04	1,12	1,24	1,32	1,43	1,59	1,84	2,36	2,99	4,58	
17,13	19,41	22,59	27,43	30,99	35,90	43,26	55,79	83,57	118,89	209,38	0,70
5,23	5,37	5,55	5,79	5,96	6,17	6,47	6,93	7,84	8,86	11,12	
0,31	0,30	0,29	0,27	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,18	
1,02	1,09	1,18	1,30	1,38	1,49	1,63	1,85	2,26	2,66	3,38	
15,27	17,04	19,44	22,93	25,39	28,66	33,28	40,53	54,38	68,77	95,81	0,60
5,13	5,27	5,43	5,66	5,82	6,01	6,28	6,67	7,36	8,02	9,13	
0,34	0,33	0,32	0,31	0,31	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	
1,02	1,08	1,16	1,27	1,33	1,42	1,53	1,69	1,94	2,16	2,49	
13,09	14,33	15,94	18,18	19,68	21,58	24,12	27,79	33,95	39,44	48,00	0,50
5,05	5,17	5,32	5,51	5,64	5,79	5,99	6,27	6,71	7,08	7,60	
0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	
0,98	1,03	1,09	1,17	1,22	1,28	1,35	1,45	1,60	1,71	1,87	
11,94	12,93	14,20	15,92	17,04	18,43	20,23	22,75	26,75	30,12	35,05	0,45
5,00	5,10	5,23	5,40	5,51	5,64	5,81	6,03	6,36	6,63	6,99	
0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	
0,94	0,99	1,04	1,10	1,15	1,19	1,25	1,33	1,44	1,52	1,63	
10,79	11,57	12,54	13,81	14,63	15,62	16,87	18,56	21,13	23,20	26,06	0,40
4,93	5,02	5,13	5,28	5,37	5,47	5,60	5,78	6,02	6,22	6,46	
0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	
0,90	0,94	0,98	1,04	1,07	1,11	1,15	1,21	1,29	1,35	1,43	

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo



$\lambda = \frac{l'}{l}$	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I'}$									
		1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,150
0,35	ρ_1	4,00	4,21	4,45	4,74	5,09	5,53	6,10	6,89	8,08	8,97
	ρ_2	4,00	4,04	4,08	4,13	4,18	4,25	4,34	4,46	4,63	4,75
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
	τ_2	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,61	0,65	0,70	0,77	0,82
0,30	ρ_1	4,00	4,19	4,41	4,66	4,97	5,34	5,82	6,47	7,41	8,09
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,12	4,17	4,23	4,31	4,42	4,57	4,67
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45
	τ_2	0,50	0,52	0,53	0,55	0,58	0,60	0,64	0,68	0,74	0,78
0,25	ρ_1	4,00	4,16	4,35	4,57	4,83	5,14	5,53	6,04	6,76	7,26
	ρ_2	4,00	4,03	4,07	4,11	4,16	4,21	4,28	4,37	4,49	4,58
	τ_1	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,65	0,70	0,73
0,20	ρ_1	4,00	4,14	4,29	4,47	4,68	4,92	5,22	5,61	6,13	6,48
	ρ_2	4,00	4,03	4,06	4,09	4,14	4,18	4,24	4,31	4,41	4,47
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48
	τ_2	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,60	0,63	0,66	0,69
0,15	ρ_1	4,00	4,11	4,23	4,36	4,52	4,70	4,91	5,18	5,53	5,76
	ρ_2	4,00	4,02	4,05	4,08	4,11	5,15	4,19	4,25	4,32	4,36
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64
0,10	ρ_1	4,00	4,08	4,16	4,25	4,35	4,47	4,60	4,77	4,97	5,10
	ρ_2	4,00	4,02	4,04	4,06	4,08	4,10	4,13	4,17	4,22	4,24
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49
	τ_2	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59
0,05	ρ_1	4,00	4,04	4,08	4,13	4,18	4,23	4,30	4,37	4,46	4,51
	ρ_2	4,00	4,01	4,02	4,03	4,04	4,06	4,07	4,09	4,11	4,12
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,55
0,00	ρ_1	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	ρ_2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	τ_1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	τ_2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo



Valores de ρ_1, ρ_2, τ_1 y τ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

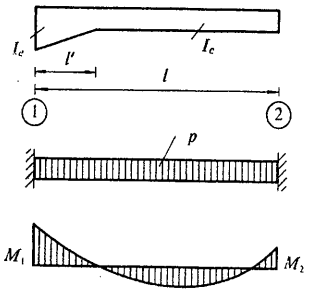
R_1 (rigidez en el extremo 1) $= \rho_1 \frac{E\,I_c}{l}$

R_2 (rigidez en el extremo 2) $= \rho_2 \frac{E\,I_c}{l}$

τ_1 coeficiente de transmisión de 1 a 2

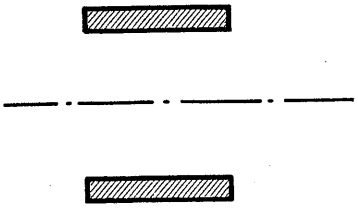
τ_3 coeficiente de transmisión de 2 a 1

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,120	0,100	0,080	0,060	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005	0,001	
9,68	10,27	10,99	11,91	12,48	13,17	14,02	15,13	16,77	18,02	19,69	
4,85	4,92	5,02	5,13	5,20	5,29	5,39	5,52	5,70	5,84	6,00	0,35
0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	
0,86	0,89	0,92	0,96	0,99	1,02	1,05	1,10	1,16	1,20	1,26	
8,62	9,05	9,57	10,21	10,61	11,07	11,64	12,36	13,37	14,13	15,09	
4,75	4,81	4,89	4,98	5,03	5,10	5,17	5,27	5,40	5,49	5,60	0,30
0,45	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	
0,81	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,96	0,99	1,03	1,07	1,10	
7,64	7,94	8,30	8,73	9,00	9,30	9,66	10,11	10,73	11,18	11,71	
4,64	4,69	4,75	4,81	4,85	4,90	4,96	5,02	5,11	5,17	5,25	0,25
0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	
0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	0,97	
6,74	6,94	7,17	7,46	7,62	7,81	8,03	8,31	8,67	8,92	9,20	
4,52	4,56	4,60	4,65	4,78	4,71	4,74	4,79	4,85	4,89	4,93	0,20
0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	
0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,84	0,85	
5,92	6,05	6,19	6,36	6,46	6,57	6,70	6,85	7,04	7,17	7,31	
4,39	4,42	4,45	4,48	4,50	4,52	4,54	4,57	4,61	4,63	4,65	0,15
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	
0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	
5,20	5,27	5,34	5,43	5,48	5,54	5,60	5,67	5,75	5,81	5,86	
4,26	4,28	4,29	4,31	4,32	4,33	4,35	4,36	4,38	4,39	4,40	0,10
0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65	
4,55	4,57	4,60	4,63	4,64	4,66	4,68	4,70	4,72	4,73	4,74	
4,13	4,13	4,14	4,15	4,15	4,16	4,16	4,16	4,17	4,17	4,17	0,05
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	



$\frac{l'}{l}$	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,150
1,00	μ_1	1,000	1,021	1,045	1,072	1,104	1,142	1,189	1,251	1,339	1,401
	μ_2	1,000	0,979	0,956	0,930	0,900	0,866	0,824	0,773	0,704	0,657
0,90	μ_1	1,000	1,023	1,048	1,078	1,112	1,154	1,206	1,274	1,373	1,445
	μ_2	1,000	0,978	0,955	0,928	0,898	0,862	0,820	0,767	0,696	0,649
0,80	μ_1	1,000	1,024	1,050	1,081	1,118	1,162	1,217	1,290	1,398	1,477
	μ_2	1,000	0,980	0,958	0,933	0,905	0,873	0,834	0,786	0,721	0,678
0,70	μ_1	1,000	1,025	1,053	1,086	1,124	1,171	1,231	1,311	1,432	1,522
	μ_2	1,000	0,982	0,962	0,940	0,915	0,886	0,851	0,807	0,748	0,708
0,60	μ_1	1,000	1,026	1,056	1,091	1,133	1,184	1,249	1,338	1,472	1,575
	μ_2	1,000	0,984	0,967	0,947	0,924	0,897	0,865	0,824	0,767	0,727
0,50	μ_1	1,000	1,028	1,060	1,098	1,142	1,197	1,267	1,362	1,505	1,612
	μ_2	1,000	0,986	0,969	0,951	0,929	0,904	0,873	0,833	0,776	0,736
0,45	μ_1	1,000	1,029	1,062	1,100	1,146	1,202	1,273	1,369	1,511	1,617
	μ_2	1,000	0,986	0,970	0,952	0,931	0,906	0,876	0,836	0,779	0,740
0,40	μ_1	1,000	1,029	1,063	1,101	1,147	1,203	1,274	1,369	1,507	1,608
	μ_2	1,000	0,986	0,971	0,953	0,933	0,908	0,878	0,839	0,784	0,745
0,35	μ_1	1,000	1,029	1,063	1,101	1,147	1,202	1,271	1,362	1,492	1,584
	μ_2	1,000	0,987	0,971	0,954	0,934	0,910	0,881	0,843	0,790	0,754
0,30	μ_1	1,000	1,029	1,061	1,099	1,143	1,195	1,260	1,344	1,462	1,543
	μ_2	1,000	0,987	0,972	0,956	0,936	0,913	0,885	0,850	0,801	0,768
0,25	μ_1	1,000	1,027	1,058	1,093	1,134	1,182	1,241	1,316	1,418	1,487
	μ_2	1,000	0,988	0,974	0,958	0,940	0,918	0,893	0,860	0,817	0,788
0,20	μ_1	1,000	1,025	1,053	1,084	1,120	1,163	1,213	1,276	1,360	1,414
	μ_2	1,000	0,989	0,976	0,961	0,945	0,926	0,903	0,876	0,839	0,815
0,15	μ_1	1,000	1,021	1,045	1,071	1,101	1,135	1,175	1,224	1,288	1,328
	μ_2	1,000	0,990	0,979	0,967	0,953	0,937	0,919	0,897	0,868	0,850
0,10	μ_1	1,000	1,016	1,034	1,053	1,075	1,099	1,127	1,161	1,202	1,228
	μ_2	1,000	0,992	0,984	0,975	0,965	0,953	0,940	0,924	0,904	0,892
0,05	μ_1	1,000	1,009	1,019	1,030	1,041	1,054	1,069	1,085	1,105	1,117
	μ_2	1,000	0,996	0,991	0,986	0,980	0,974	0,967	0,959	0,949	0,943
0,00	μ_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	μ_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

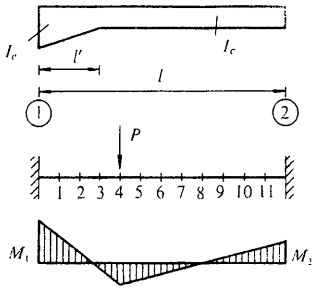
Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = -\mu_1 \frac{pl^2}{12}$$

$$M_2 = -\mu_2 \frac{pl^2}{12}$$

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,120	0,100	0,080	0,060	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005	0,001	
1,450 0,622	1,490 0,594	1,538 0,561	1,601 0,521	1,640 0,497	1,688 0,468	1,749 0,433	1,834 0,386	1,974 0,316	2,106 0,256	2,385 0,148	1,00
1,501 0,613	1,548 0,586	1,605 0,553	1,680 0,513	1,728 0,489	1,787 0,460	1,864 0,426	1,974 0,382	2,166 0,318	2,366 0,265	2,918 0,175	0,90
1,541 0,646	1,594 0,620	1,661 0,591	1,750 0,554	1,809 0,532	1,882 0,506	1,981 0,474	2,128 0,431	2,408 0,365	2,729 0,304	3,608 0,178	0,80
1,596 0,677	1,659 0,653	1,739 0,624	1,847 0,587	1,919 0,565	2,010 0,537	2,134 0,503	2,319 0,455	2,661 0,377	3,019 0,305	3,736 0 176	0,70
1,658 0,696	1,729 0,671	1,819 0,641	1,940 0,602	2,019 0,578	2,118 0,548	2,249 0,511	2,437 0,460	2,753 0,380	3,038 0,313	3,482 0,215	0,60
1,698 0,705	1,770 0,679	1,859 0,649	1,976 0,610	2,051 0,586	2,141 0,557	2,256 0,522	2,411 0,475	2,648 0,407	2,836 0,355	3,091 0,288	0,50
1,700 0,709	1,769 0,684	1,853 0,654	1,962 0,617	2,029 0,594	2,111 0,567	2,212 0,535	2,344 0,492	2,538 0,433	2,686 0,389	2,878 0,335	0,45
1,686 0,716	1,749 0,692	1,826 0,664	1,923 0,630	1,982 0,609	2,053 0,584	2,138 0,555	2,248 0,518	2,403 0,468	2,517 0,431	2,660 0,388	0,40
1,654 0,727	1,711 0,705	1,778 0,680	1,861 0,649	1,911 0,630	1,970 0,609	2,040 0,584	2,128 0,553	2,249 0,511	2,336 0,481	2,441 0,447	0,35
1,604 0,744	1,653 0,724	1,709 0,702	1,778 0,675	1,819 0,660	1,866 0,642	1,921 0,621	1,990 0,595	2,082 0,562	2,146 0,538	2,222 0,512	0,30
1,537 0,767	1,577 0,751	1,622 0,732	1,677 0,710	1,709 0,697	1,745 0,683	1,787 0,666	1,839 0,646	1,096 0,620	1,953 0,602	2,006 0,582	0,25
1,454 0,798	1,484 0,785	1,519 0,770	1,560 0,753	1,584 0,743	1,610 0,732	1,641 0,719	1,678 0,704	1,725 0,685	1,757 0,672	1,792 0,658	020
1,356 0,837	1,378 0,827	1,403 0,817	1,431 0,804	1,447 0,797	1,466 0,789	1,486 0,780	1,510 0,769	1,541 0,756	1,560 0,748	1,581 0,739	0,15
1,247 0,884	1,260 0,878	1,275 0,871	1,292 0,863	1,302 0,858	1,312 0,854	1,324 0,848	1,338 0,842	1,354 0,835	1,364 0,830	1,373 0,826	0,10
1,125 0,939	1,131 0,937	1,137 0,934	1,143 0,930	1,147 0,929	1,151 0,927	1,155 0,925	1,159 0,923	1,164 0,920	1,167 0,919	1,169 0,918	0,05
1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	1,000 1,000	0,00

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P



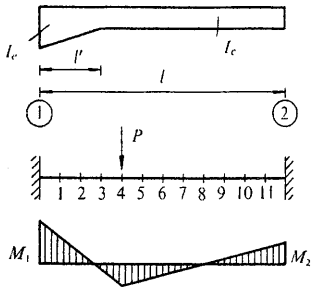
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,00	0,01	μ_1	0,077	0,142	0,194	0,231	0,254	0,260	0,250	0,222	0,176	0,115	0,045
		μ_2	0,001	0,003	0,007	0,013	0,020	0,028	0,037	0,046	0,053	0,055	0,045
	0,03	μ_1	0,076	0,138	0,186	0,217	0,234	0,233	0,217	0,186	0,140	0,085	0,030
		μ_2	0,001	0,005	0,012	0,020	0,030	0,042	0,054	0,065	0,072	0,071	0,053
	0,05	μ_1	0,076	0,136	0,181	0,210	0,223	0,219	0,201	0,168	0,123	0,072	0,024
		μ_2	0,002	0,006	0,014	0,025	0,037	0,050	0,064	0,075	0,082	0,078	0,057
	0,10	μ_1	0,075	0,133	0,174	0,198	0,206	0,199	0,177	0,144	0,102	0,057	0,018
		μ_2	0,002	0,009	0,019	0,032	0,047	0,064	0,079	0,091	0,096	0,088	0,061
	0,20	μ_1	0,074	0,129	1,065	0,185	0,188	0,177	0,153	0,121	0,082	0,044	0,013
		μ_2	0,003	0,012	0,025	0,042	0,061	0,079	0,096	0,108	0,110	0,098	0,064
	0,50	μ_1	0,072	0,122	0,152	0,165	0,162	0,147	0,123	0,093	0,060	0,031	0,009
		μ_2	0,005	0,017	0,036	0,058	0,082	0,104	0,121	0,131	0,128	0,109	0,068
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,50	0,01	μ_1	0,082	0,161	0,237	0,307	0,368	0,409	0,392	0,320	0,219	0,114	0,033
		μ_2	0,000	0,002	0,004	0,008	0,014	0,024	0,044	0,068	0,086	0,087	0,062
	0,03	μ_1	0,081	0,155	0,222	0,280	0,323	0,341	0,315	0,251	0,169	0,088	0,025
		μ_2	0,001	0,004	0,009	0,017	0,028	0,045	0,066	0,087	0,099	0,094	0,064
	0,05	μ_1	0,080	0,151	0,213	0,263	0,296	0,305	0,276	0,217	0,145	0,075	0,021
		μ_2	0,001	0,005	0,012	0,022	0,037	0,056	0,078	0,097	0,106	0,098	0,065
	0,10	μ_1	0,078	0,145	0,199	0,238	0,258	0,255	0,225	0,174	0,115	0,059	0,017
		μ_2	0,002	0,008	0,018	0,032	0,050	0,072	0,094	0,111	0,116	0,103	0,066
	0,20	μ_1	0,076	0,137	0,183	0,211	0,220	0,209	0,179	0,136	0,089	0,045	0,013
		μ_2	0,003	0,011	0,025	0,043	0,065	0,089	0,110	0,124	0,124	0,107	0,068
	0,50	μ_1	0,073	0,126	0,159	0,174	0,173	0,157	0,130	0,097	0,062	0,031	0,009
		μ_2	0,005	0,017	0,036	0,060	0,086	0,110	0,129	0,138	0,134	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

Vigas de inercia variable
Sección de dos platabandas
Cartela recta en un extremo



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

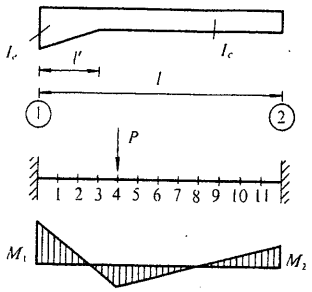
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,40	0,01	μ_1	0,083	0,163	0,241	0,313	0,367	0,370	0,327	0,254	0,168	0,086	0,024
		μ_2	0,000	0,001	0,003	0,007	0,015	0,035	0,060	0,084	0,098	0,094	0,064
	0,03	μ_1	0,081	0,158	0,229	0,289	0,327	0,321	0,279	0,215	0,141	0,072	0,020
		μ_2	0,001	0,003	0,008	0,015	0,029	0,051	0,076	0,096	0,106	0,098	0,065
	0,05	μ_1	0,081	0,155	0,220	0,273	0,302	0,292	0,252	0,193	0,126	0,064	0,018
		μ_2	0,001	0,004	0,011	0,021	0,038	0,060	0,085	0,104	0,111	0,101	0,066
	0,10	μ_1	0,079	0,148	0,206	0,247	0,264	0,251	0,213	0,162	0,105	0,053	0,015
		μ_2	0,002	0,007	0,017	0,031	0,051	0,075	0,098	0,114	0,118	0,104	0,067
	0,20	μ_1	0,077	0,140	0,188	0,217	0,225	0,208	0,175	0,131	0,085	0,042	0,012
		μ_2	0,003	0,011	0,024	0,043	0,066	0,091	0,112	0,125	0,126	0,108	0,068
	0,50	μ_1	0,073	0,127	0,161	0,177	0,175	0,157	0,130	0,096	0,061	0,030	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,036	0,060	0,086	0,111	0,130	0,139	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,35	0,01	μ_1	0,083	0,164	0,242	0,313	0,349	0,338	0,290	0,222	0,145	0,073	0,021
		μ_2	0,000	0,001	0,003	0,007	0,020	0,044	0,070	0,093	0,104	0,097	0,065
	0,03	μ_1	0,082	0,159	0,231	0,290	0,315	0,299	0,255	0,194	0,126	0,064	0,018
		μ_2	0,001	0,003	0,007	0,016	0,033	0,057	0,082	0,102	0,110	0,100	0,066
	0,05	μ_1	0,081	0,156	0,223	0,274	0,293	0,276	0,234	0,177	0,115	0,058	0,016
		μ_2	0,001	0,004	0,010	0,021	0,040	0,065	0,090	0,108	0,114	0,102	0,066
	0,10	μ_1	0,079	0,150	0,208	0,248	0,259	0,241	0,203	0,152	0,098	0,049	0,014
		μ_2	0,002	0,007	0,016	0,031	0,053	0,078	0,101	0,117	0,120	0,105	0,067
	0,20	μ_1	0,077	0,142	0,190	0,219	0,223	0,204	0,170	0,127	0,081	0,041	0,011
		μ_2	0,003	0,010	0,024	0,043	0,067	0,092	0,114	0,127	0,127	0,109	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,128	0,163	0,178	0,175	0,157	0,128	0,095	0,060	0,030	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,036	0,061	0,087	0,111	0,130	0,139	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

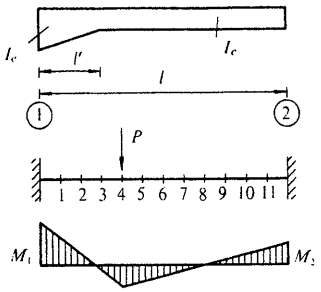
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,30	0,01	μ_1	0,083	0,164	0,242	0,305	0,324	0,304	0,257	0,194	0,126	0,063	0,018
		μ_2	0,000	0,001	0,003	0,010	0,028	0,054	0,080	0,101	0,110	0,100	0,066
	0,03	μ_1	0,082	0,160	0,232	0,283	0,295	0,275	0,231	0,174	0,112	0,056	0,016
		μ_2	0,001	0,003	0,007	0,018	0,039	0,065	0,090	0,109	0,115	0,103	0,066
	0,05	μ_1	0,081	0,157	0,224	0,269	0,278	0,257	0,215	0,161	0,104	0,052	0,014
		μ_2	0,001	0,004	0,010	0,023	0,045	0,071	0,096	0,113	0,118	0,104	0,067
	0,10	μ_1	0,080	0,151	0,210	0,245	0,250	0,229	0,190	0,142	0,091	0,046	0,013
		μ_2	0,001	0,006	0,016	0,033	0,056	0,082	0,105	0,120	0,123	0,107	0,067
	0,20	μ_1	0,078	0,143	0,192	0,217	0,217	0,197	0,163	0,121	0,077	0,039	0,011
		μ_2	0,002	0,010	0,024	0,044	0,069	0,095	0,116	0,129	0,128	0,109	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,129	0,163	0,178	0,173	0,155	0,127	0,093	0,059	0,029	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,036	0,061	0,087	0,112	0,131	0,140	0,135	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,25	0,01	μ_1	0,083	0,164	0,241	0,286	0,292	0,268	0,224	0,167	0,107	0,054	0,015
		μ_2	0,000	0,001	0,004	0,016	0,039	0,066	0,091	0,110	0,116	0,103	0,067
	0,03	μ_1	0,082	0,161	0,230	0,268	0,271	0,248	0,206	0,153	0,098	0,049	0,014
		μ_2	0,001	0,003	0,008	0,023	0,047	0,074	0,098	0,115	0,119	0,105	0,067
	0,05	μ_1	0,082	0,158	0,222	0,256	0,258	0,235	0,195	0,145	0,093	0,046	0,013
		μ_2	0,001	0,004	0,011	0,028	0,052	0,079	0,103	0,119	0,121	0,106	0,067
	0,10	μ_1	0,080	0,152	0,209	0,236	0,236	0,213	0,176	0,131	0,083	0,042	0,012
		μ_2	0,001	0,006	0,017	0,036	0,061	0,087	0,110	0,124	0,125	0,108	0,068
	0,20	μ_1	0,078	0,144	0,191	0,212	0,209	0,188	0,155	0,114	0,073	0,036	0,010
		μ_2	0,002	0,010	0,024	0,046	0,072	0,098	0,119	0,131	0,130	0,110	0,068
	0,50	μ_1	0,074	0,129	0,163	0,176	0,171	0,152	0,124	0,091	0,058	0,029	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,036	0,062	0,088	0,113	0,132	0,141	0,136	0,113	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en un extremo



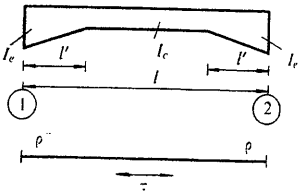
Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

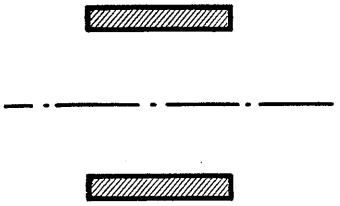
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,20	0,01	μ_1	0,083	0,164	0,231	0,262	0,261	0,236	0,195	0,145	0,092	0,046	0,013
		μ_2	0,000	0,001	0,007	0,025	0,050	0,077	0,102	0,118	0,121	0,106	0,067
	0,03	μ_1	0,082	0,161	0,221	0,248	0,246	0,222	0,182	0,135	0,086	0,043	0,012
		μ_2	0,000	0,003	0,011	0,030	0,056	0,083	0,107	0,122	0,124	0,107	0,068
	0,05	μ_1	0,082	0,158	0,215	0,239	0,236	0,212	0,174	0,129	0,082	0,041	0,011
		μ_2	0,001	0,004	0,014	0,034	0,060	0,087	0,110	0,124	0,125	0,108	0,068
	0,10	μ_1	0,080	0,152	0,203	0,223	0,219	0,197	0,161	0,119	0,076	0,038	0,010
		μ_2	0,001	0,006	0,019	0,041	0,067	0,094	0,116	0,129	0,128	0,109	0,068
	0,20	μ_1	0,079	0,144	0,187	0,204	0,199	0,178	0,145	0,107	0,068	0,034	0,009
		μ_2	0,002	0,010	0,026	0,049	0,076	0,102	0,122	0,134	0,131	0,111	0,069
	0,50	μ_1	0,074	0,129	0,162	0,173	0,167	0,148	0,121	0,089	0,056	0,028	0,008
		μ_2	0,004	0,017	0,037	0,063	0,090	0,114	0,133	0,142	0,136	0,114	0,069
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,10	0,01	μ_1	0,083	0,151	0,189	0,202	0,195	0,172	0,140	0,103	0,065	0,032	0,009
		μ_2	0,000	0,007	0,024	0,049	0,077	0,103	0,124	0,135	0,132	0,111	0,069
	0,03	μ_1	0,082	0,148	0,185	0,197	0,190	0,168	0,137	0,100	0,064	0,032	0,009
		μ_2	0,001	0,008	0,026	0,051	0,079	0,105	0,125	0,136	0,133	0,112	0,069
	0,05	μ_1	0,082	0,146	0,182	0,194	0,187	0,165	0,135	0,099	0,063	0,031	0,009
		μ_2	0,001	0,009	0,028	0,053	0,080	0,106	0,126	0,137	0,133	0,112	0,069
	0,10	μ_1	0,080	0,142	0,176	0,188	0,181	0,160	0,130	0,095	0,060	0,030	0,008
		μ_2	0,001	0,011	0,030	0,056	0,083	0,109	0,128	0,138	0,134	0,113	0,069
	0,20	μ_1	0,079	0,136	0,168	0,179	0,172	0,152	0,124	0,091	0,057	0,028	0,008
		μ_2	0,002	0,013	0,034	0,060	0,087	0,112	0,131	0,140	0,136	0,113	0,069
	0,50	μ_1	0,074	0,126	0,154	0,163	0,157	0,138	0,112	0,082	0,052	0,026	0,007
		μ_2	0,004	0,018	0,040	0,067	0,094	0,119	0,137	0,144	0,138	0,115	0,070
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070



λ	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,150
0,50	ρ τ	4,00 0,50	4,30 0,51	4,67 0,52	5,12 0,53	5,71 0,55	6,51 0,57	7,64 0,59	9,43 0,61	12,76 0,65	15,89 0,67
0,45	ρ τ	4,00 0,50	4,29 0,51	4,63 0,52	5,06 0,54	5,61 0,55	6,34 0,57	7,38 0,60	9,00 0,63	11,96 0,67	14,67 0,70
0,40	ρ τ	4,00 0,50	4,27 0,51	4,59 0,52	4,99 0,54	5,49 0,56	6,16 0,58	7,10 0,60	8,52 0,63	11,07 0,68	13,34 0,71
0,35	ρ τ	4,00 0,50	4,25 0,51	4,55 0,52	4,91 0,54	5,36 0,56	5,95 0,58	6,77 0,60	7,99 0,63	10,09 0,68	11,89 0,71
0,30	ρ τ	4,00 0,50	4,23 0,51	4,49 0,52	4,81 0,54	5,21 0,56	5,72 0,58	6,41 0,60	7,41 0,63	9,06 0,67	10,40 0,70
0,25	ρ τ	4,00 0,50	4,20 0,51	4,43 0,52	4,71 0,54	5,04 0,55	5,47 0,57	6,02 0,59	6,80 0,62	8,02 0,66	8,96 0,68
0,20	ρ τ	4,00 0,50	4,17 0,51	4,36 0,52	4,59 0,53	4,86 0,55	5,19 0,56	5,61 0,58	6,18 0,61	7,03 0,63	7,64 0,65
0,15	ρ τ	4,00 0,50	4,13 0,51	4,28 0,52	4,46 0,53	4,66 0,54	4,90 0,55	5,20 0,57	5,58 0,59	6,11 0,61	6,48 0,62
0,10	ρ τ	4,00 0,50	4,09 0,51	4,20 0,51	4,31 0,52	4,45 0,53	4,60 0,54	4,78 0,55	5,01 0,56	5,30 0,58	5,50 0,59
0,05	ρ τ	4,00 0,50	4,05 0,50	4,10 0,51	4,16 0,51	4,22 0,52	4,30 0,52	4,38 0,53	4,48 0,53	4,59 0,54	4,66 0,54
0,00	ρ τ	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en los extremos





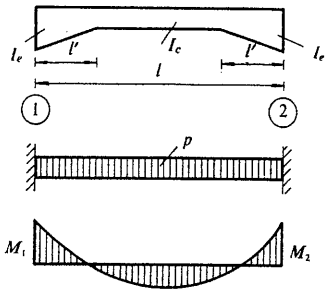
Valores de ρ y τ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

R (rigidez en los extremos) $= \rho \frac{EI_c}{l}$

τ coeficiente de transmisión de 1 a 2 y de 2 a 1

$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,120	0,100	0,080	0,060	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005	0,001	
18,88 0,69	21,76 0,71	25,96 0,73	32,68 0,75	37,88 0,76	45,47 0,78	57,72 0,80	81,21 0,83	147,61 0,87	272,57 0,90	1 190,76 0,95	0,50
17,23 0,72	19,67 0,74	23,17 0,76	28,67 0,78	32,85 0,80	38,86 0,82	48,33 0,84	65,90 0,87	112,39 0,91	191,15 0,94	595,69 0,97	0,45
15,43 0,73	17,38 0,75	20,11 0,77	24,28 0,79	27,35 0,81	31,62 0,82	38,07 0,84	49,23 0,87	74,84 0,90	109,24 0,93	206,32 0,96	0,40
13,49 0,73	14,95 0,74	16,92 0,76	19,79 0,79	21,82 0,80	24,52 0,81	28,36 0,83	34,45 0,85	46,30 0,88	58,95 0,90	83,09 0,93	0,35
11,55 0,72	12,55 0,73	13,87 0,75	15,69 0,77	16,91 0,78	18,46 0,79	20,55 0,81	23,59 0,83	28,74 0,85	33,38 0,87	40,48 0,88	0,30
9,73 0,69	10,38 0,71	11,19 0,72	12,26 0,74	12,95 0,75	13,79 0,76	14,87 0,77	16,32 0,79	18,55 0,80	20,34 0,82	22,71 0,83	0,25
8,12 0,67	8,51 0,68	8,98 0,69	9,58 0,70	9,95 0,71	10,38 0,72	10,91 0,73	11,59 0,74	12,55 0,75	13,26 0,76	14,11 0,77	0,20
6,76 0,63	6,97 0,64	7,23 0,65	7,54 0,66	7,72 0,66	7,93 0,67	8,18 0,68	8,48 0,68	8,88 0,69	9,16 0,70	9,45 0,71	0,15
5,63 0,59	5,74 0,60	5,86 0,60	6,00 0,61	6,08 0,61	6,17 0,61	6,27 0,62	6,39 0,62	6,53 0,63	6,62 0,63	6,71 0,64	0,10
4,71 0,55	4,75 0,55	4,78 0,55	4,83 0,55	4,85 0,55	4,87 0,56	4,90 0,56	4,92 0,56	4,95 0,56	4,97 0,56	4,99 0,56	0,05
4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	4,00 0,50	0,00

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas, cartela recta en los extremos



$\frac{l'}{l}$	Coeficientes	$k = \frac{I_c}{I_e}$									
		1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,150
0,50	μ	1,000	1,013	1,028	1,044	1,062	1,083	1,109	1,140	1,181	1,209
0,45	μ	1,000	1,014	1,030	1,048	1,068	1,091	1,119	1,154	1,201	1,231
0,40	μ	1,000	1,015	1,032	1,051	1,072	1,097	1,126	1,162	1,210	1,241
0,35	μ	1,000	1,015	1,033	1,052	1,073	1,098	1,128	1,164	1,211	1,241
0,30	μ	1,000	1,015	1,032	1,051	1,072	1,096	1,125	1,159	1,203	1,231
0,25	μ	1,000	1,015	1,031	1,048	1,068	1,091	1,117	1,148	1,188	1,212
0,20	μ	1,000	1,013	1,028	1,044	1,061	1,081	1,104	1,131	1,165	1,185
0,15	μ	1,000	1,011	1,023	1,037	1,051	1,067	1,086	1,108	1,134	1,150
0,10	μ	1,000	1,008	1,017	1,027	1,038	1,049	1,063	1,078	1,097	1,108
0,05	μ	1,000	1,005	1,010	1,015	1,021	1,027	1,034	1,042	1,051	1,057
0,00	μ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en los extremos







Valores de μ para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$

Momentos de empotramiento originados por una carga p distribuida uniformemente:

$$M_1 = M_2 = -\mu \frac{pl^2}{12}$$

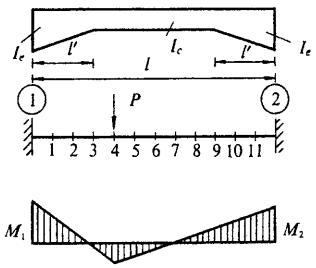
$k = \frac{I_c}{I_e}$											λ
0,120	0,100	0,080	0,060	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005	0,001	
1,229	1,245	1,263	1,286	1,299	1,315	1,333	1,357	1,391	1,419	1,441	0,50
1,254	1,272	1,292	1,317	1,331	1,348	1,368	1,393	1,427	1,451	1,481	0,45
1,264	1,282	1,302	1,326	1,340	1,356	1,374	1,396	1,425	1,445	1,468	0,40
1,263	1,279	1,298	1,320	1,333	1,347	1,363	1,382	1,407	1,424	1,443	0,35
1,251	1,266	1,283	1,302	1,313	1,326	1,340	1,356	1,378	1,392	1,407	0,30
1,230	1,243	1,257	1,274	1,283	1,294	1,306	1,320	1,338	1,349	1,362	0,25
1,200	1,211	1,223	1,236	1,244	1,253	1,262	1,274	1,288	1,297	1,307	0,20
1,162	1,170	1,179	1,190	1,196	1,202	1,209	1,218	1,228	1,235	1,241	0,15
1,115	1,121	1,127	1,134	1,138	1,142	1,147	1,152	1,158	1,162	1,166	0,10
1,060	1,063	1,066	1,069	1,070	1,072	1,074	1,076	1,078	1,079	1,080	0,05
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,00

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

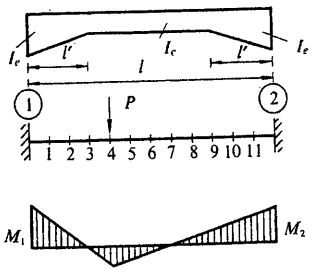
Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,50	0,01	μ_1	0,078	0,144	0,195	0,228	0,237	0,207	0,141	0,086	0,046	0,019	0,005
		μ_2	0,005	0,019	0,046	0,086	0,141	0,207	0,237	0,228	0,195	0,144	0,078
	0,03	μ_1	0,077	0,140	0,187	0,215	0,219	0,191	0,137	0,086	0,047	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,047	0,086	0,137	0,191	0,219	0,215	0,187	0,140	0,077
	0,05	μ_1	0,076	0,138	0,183	0,208	0,209	0,183	0,134	0,086	0,048	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,048	0,086	0,134	0,183	0,209	0,208	0,183	0,138	0,076
	0,10	μ_1	0,076	0,135	0,175	0,196	0,195	0,171	0,129	0,085	0,049	0,022	0,005
		μ_2	0,005	0,022	0,049	0,085	0,129	0,171	0,195	0,196	0,175	0,135	0,076
	0,20	μ_1	0,074	0,130	0,167	0,183	0,180	0,158	0,122	0,083	0,049	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,049	0,083	0,122	0,158	0,180	0,183	0,167	0,130	0,074
	0,50	μ_1	0,072	0,123	0,153	0,164	0,158	0,139	0,111	0,079	0,048	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,048	0,079	0,111	0,139	0,158	0,164	0,153	0,123	0,072
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,40	0,01	μ_1	0,081	0,154	0,219	0,269	0,280	0,208	0,111	0,056	0,027	0,011	0,003
		μ_2	0,003	0,011	0,027	0,056	0,111	0,208	0,280	0,269	0,219	0,154	0,081
	0,03	μ_1	0,079	0,148	0,205	0,242	0,245	0,196	0,126	0,072	0,037	0,015	0,004
		μ_2	0,004	0,015	0,037	0,072	0,126	0,196	0,245	0,242	0,205	0,148	0,079
	0,05	μ_1	0,078	0,145	0,197	0,229	0,229	0,188	0,128	0,077	0,040	0,017	0,004
		μ_2	0,004	0,017	0,040	0,077	0,128	0,188	0,229	0,229	0,197	0,145	0,078
	0,10	μ_1	0,077	0,140	0,186	0,211	0,209	0,176	0,128	0,081	0,044	0,019	0,005
		μ_2	0,005	0,019	0,044	0,081	0,128	0,176	0,209	0,211	0,186	0,140	0,077
	0,20	μ_1	0,075	0,134	0,174	0,193	0,188	0,162	0,123	0,082	0,047	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,047	0,082	0,123	0,162	0,188	0,193	0,174	0,134	0,075
	0,50	μ_1	0,073	0,124	0,156	0,167	0,161	0,141	0,112	0,079	0,048	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,048	0,079	0,112	0,141	0,161	0,167	0,156	0,124	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0 101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

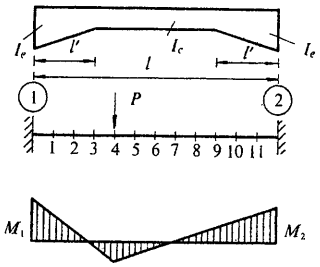
λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,35	0,01	μ_1	0,082	0,159	0,229	0,284	0,276	0,199	0,104	0,041	0,018	0,007	0,002
		μ_2	0,002	0,007	0,018	0,041	0,104	0,199	0,276	0,284	0,229	0,159	0,082
	0,03	μ_1	0,080	0,152	0,213	0,253	0,245	0,190	0,118	0,061	0,029	0,012	0,003
		μ_2	0,003	0,012	0,029	0,061	0,118	0,190	0,245	0,253	0,213	0,152	0,080
	0,05	μ_1	0,079	0,149	0,204	0,238	0,230	0,184	0,122	0,068	0,034	0,014	0,003
		μ_2	0,003	0,014	0,034	0,068	0,122	0,184	0,230	0,238	0,204	0,149	0,079
	0,10	μ_1	0,078	0,143	0,192	0,217	0,209	0,173	0,124	0,076	0,040	0,017	0,004
		μ_2	0,004	0,017	0,040	0,076	0,124	0,173	0,209	0,217	0,192	0,143	0,078
	0,20	μ_1	0,076	0,136	0,177	0,196	0,189	0,160	0,121	0,079	0,045	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,045	0,079	0,121	0,160	0,189	0,196	0,177	0,136	0,076
	0,50	μ_1	0,073	0,125	0,157	0,169	0,162	0,141	0,111	0,078	0,047	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,047	0,078	0,111	0,141	0,162	0,169	0,157	0,125	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,30	0,01	μ_1	0,082	0,161	0,234	0,281	0,259	0,190	0,107	0,039	0,013	0,005	0,001
		μ_2	0,001	0,005	0,013	0,039	0,107	0,190	0,259	0,281	0,234	0,161	0,082
	0,03	μ_1	0,081	0,156	0,219	0,254	0,236	0,183	0,115	0,056	0,023	0,009	0,002
		μ_2	0,002	0,009	0,023	0,056	0,115	0,183	0,236	0,254	0,219	0,156	0,081
	0,05	μ_1	0,080	0,152	0,210	0,239	0,224	0,177	0,118	0,063	0,029	0,011	0,003
		μ_2	0,003	0,011	0,029	0,063	0,118	0,177	0,224	0,239	0,210	0,152	0,080
	0,10	μ_1	0,079	0,146	0,196	0,219	0,206	0,169	0,120	0,072	0,036	0,015	0,003
		μ_2	0,003	0,015	0,036	0,072	0,120	0,169	0,206	0,219	0,196	0,146	0,079
	0,20	μ_1	0,077	0,138	0,180	0,197	0,187	0,158	0,118	0,077	0,042	0,018	0,004
		μ_2	0,004	0,018	0,042	0,077	0,118	0,158	0,187	0,197	0,180	0,138	0,077
	0,50	μ_1	0,073	0,126	0,158	0,169	0,161	0,140	0,110	0,077	0,046	0,022	0,006
		μ_2	0,006	0,022	0,046	0,077	0,110	0,140	0,161	0,169	0,158	0,126	0,073
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

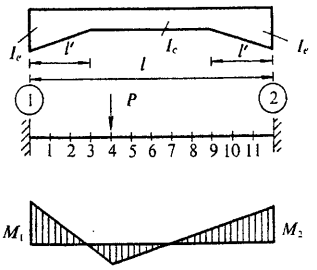
$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$



λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,25	0,01	μ_1	0,083	0,163	0,235	0,262	0,237	0,180	0,110	0,047	0,011	0,003	0,001
		μ_2	0,001	0,003	0,011	0,047	0,110	0,180	0,237	0,262	0,235	0,163	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,158	0,221	0,243	0,222	0,174	0,114	0,058	0,020	0,007	0,001
		μ_2	0,001	0,007	0,020	0,058	0,114	0,174	0,222	0,243	0,221	0,158	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,154	0,212	0,231	0,213	0,170	0,116	0,063	0,026	0,009	0,002
		μ_2	0,002	0,009	0,026	0,063	0,116	0,170	0,213	0,231	0,212	0,154	0,081
	0,10	μ_1	0,079	0,148	0,198	0,214	0,199	0,163	0,117	0,070	0,033	0,013	0,003
		μ_2	0,003	0,013	0,033	0,070	0,117	0,163	0,199	0,214	0,198	0,148	0,079
	0,20	μ_1	0,077	0,140	0,182	0,195	0,183	0,154	0,115	0,075	0,040	0,016	0,004
		μ_2	0,004	0,016	0,040	0,075	0,115	0,154	0,183	0,195	0,182	0,140	0,077
	0,50	μ_1	0,074	0,127	0,159	0,168	0,160	0,139	0,109	0,076	0,045	0,021	0,005
		μ_2	0,005	0,021	0,045	0,076	0,109	0,139	0,160	0,168	0,159	0,127	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,20	0,01	μ_1	0,083	0,163	0,225	0,239	0,216	0,170	0,112	0,057	0,016	0,002	0,000
		μ_2	0,000	0,002	0,016	0,057	0,112	0,170	0,216	0,239	0,225	0,163	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,159	0,213	0,226	0,206	0,165	0,114	0,063	0,023	0,005	0,001
		μ_2	0,001	0,005	0,023	0,063	0,114	0,165	0,206	0,226	0,213	0,159	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,155	0,206	0,218	0,200	0,162	0,114	0,066	0,027	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,027	0,066	0,114	0,162	0,200	0,218	0,206	0,155	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,149	0,194	0,205	0,190	0,157	0,114	0,070	0,033	0,011	0,002
		μ_2	0,002	0,011	0,033	0,070	0,114	0,157	0,190	0,205	0,194	0,149	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,141	0,179	0,189	0,177	0,149	0,113	0,074	0,039	0,015	0,003
		μ_2	0,003	0,015	0,039	0,074	0,113	0,149	0,177	0,189	0,179	0,141	0,078
	0,50	μ_1	0,074	0,128	0,158	0,167	0,158	0,137	0,108	0,076	0,045	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,045	0,076	0,108	0,137	0,158	0,167	0,158	0,128	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable
sección de dos platabandas
cartela recta en los extremos



Valores de μ_1 y μ_2 para: $\lambda = \frac{l'}{l}$ y $k = \frac{I_c}{I_e}$, variables con la situación en la viga de la carga puntual P

Momentos de empotramiento originados por una carga puntual P:

$$M_1 = -\mu_1 Pl$$

$$M_2 = -\mu_2 Pl$$

λ	$k = \frac{I_c}{I_e}$	Coeficientes	Sección de la viga										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,15	0,01	μ_1	0,083	0,161	0,205	0,214	0,195	0,159	0,112	0,065	0,026	0,004	0,000
		μ_2	0,000	0,004	0,026	0,065	0,112	0,159	0,195	0,214	0,205	0,161	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,156	0,198	0,206	0,189	0,155	0,112	0,067	0,030	0,006	0,001
		μ_2	0,001	0,006	0,030	0,067	0,112	0,155	0,189	0,206	0,198	0,156	0,082
	0,05	μ_1	0,082	0,153	0,193	0,201	0,185	0,153	0,112	0,069	0,032	0,008	0,001
		μ_2	0,001	0,008	0,032	0,069	0,112	0,153	0,185	0,201	0,193	0,153	0,082
	0,10	μ_1	0,080	0,147	0,184	0,192	0,178	0,149	0,111	0,071	0,036	0,011	0,002
		μ_2	0,002	0,011	0,036	0,071	0,111	0,149	0,178	0,192	0,184	0,147	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,140	0,173	0,181	0,170	0,144	0,110	0,073	0,040	0,015	0,003
		μ_2	0,003	0,015	0,040	0,073	0,110	0,144	0,170	0,181	0,173	0,140	0,078
	0,50	μ_1	0,074	0,127	0,156	0,164	0,155	0,134	0,106	0,075	0,045	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,045	0,075	0,106	0,134	0,155	0,164	0,156	0,127	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070
0,10	0,01	μ_1	0,083	0,149	0,182	0,189	0,175	0,146	0,110	0,070	0,035	0,010	0,000
		μ_2	0,000	0,010	0,035	0,070	0,110	0,146	0,175	0,189	0,182	0,149	0,083
	0,03	μ_1	0,082	0,146	0,179	0,185	0,172	0,145	0,109	0,071	0,037	0,011	0,001
		μ_2	0,001	0,011	0,037	0,071	0,109	0,145	0,172	0,185	0,179	0,146	0,082
	0,05	μ_1	0,081	0,144	0,176	0,183	0,170	0,144	0,109	0,072	0,038	0,012	0,001
		μ_2	0,001	0,012	0,038	0,072	0,109	0,144	0,170	0,183	0,176	0,144	0,081
	0,10	μ_1	0,080	0,140	0,171	0,178	0,166	0,141	0,108	0,073	0,039	0,014	0,002
		μ_2	0,002	0,014	0,039	0,073	0,108	0,141	0,166	0,178	0,171	0,140	0,080
	0,20	μ_1	0,078	0,135	0,164	0,171	0,161	0,138	0,107	0,074	0,042	0,017	0,003
		μ_2	0,003	0,017	0,042	0,074	0,107	0,138	0,161	0,171	0,164	0,135	0,078
	0,50	μ_1	0,074	0,125	0,152	0,159	0,151	0,132	0,105	0,074	0,045	0,020	0,005
		μ_2	0,005	0,020	0,045	0,074	0,105	0,132	0,151	0,159	0,152	0,125	0,074
	1,00	μ_1	0,070	0,116	0,141	0,148	0,142	0,125	0,101	0,074	0,047	0,023	0,006
		μ_2	0,006	0,023	0,047	0,074	0,101	0,125	0,142	0,148	0,141	0,116	0,070

vigas de inercia variable
tramos de inercia constante

En las tablas que se exponen a continuación se expresan los valores de los coeficientes ρ, τ, μ y μ_i que permiten resolver, mediante el método de Cross, las estructuras hiperestáticas formadas por barras de inercia variable.

En estas tablas se recoge el caso, muy frecuente en la práctica, de viga en I con inercia variable conseguida mediante la adición o supresión de platabandas, lo que determina una subdivisión de la viga en distintos tramos de inercia constante.

Significado de los coeficientes:

ρ — coeficiente que permite obtener la rigidez de la viga en el extremo al multiplicarlo por $\frac{EI}{l}$. (I es el momento de inercia del tramo central en las vigas empotradas en los extremos y del tramo apoyado en las vigas empotradas en un extremo y apoyadas en el otro).

τ — coeficiente de transmisión del momento.

μ — coeficiente que al multiplicarlo por pl^2 permite obtener el momento de empotramiento perfecto, originado por una carga uniformemente repartida.

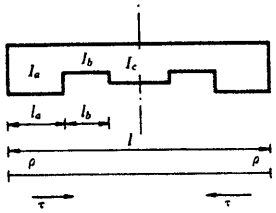
μ_i — coeficiente que al multiplicarlo por Pl permite obtener el momento de empotramiento perfecto, originado por una carga puntual situada en un punto de abscisa il.

Estas tablas han sido elaboradas por Ramiro Rodríguez Borlado, Julio Martínez Calzón y Francisco Morán Cabré, del Instituto «Eduardo Torroja», del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

vigas de inercia variable

tramos de inercia constante

empotradas en los extremos, simétricas, divididas en cinco tramos de inercia constante



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
0,10	0,50	1,3206	0,2428	—0,0488	—0,0488	—0,0674	—0,0760
0,10	1,00	1,3987	0,2474	—0,0496	—0,0474	—0,0675	—0,0771
0,10	1,25	1,4154	0,2484	—0,0497	—0,0471	—0,0675	—0,0773
0,10	1,50	1,4268	0,2491	—0,0499	—0,0469	—0,0675	—0,0774
0,10	2,00	1,4413	0,2499	—0,0500	—0,0466	—0,0675	—0,0776
0,10	4,00	1,4636	0,2512	—0,0502	—0,0462	—0,0676	—0,0780
0,10	10,00	1,4774	0,2521	—0,0503	—0,0460	—0,0676	—0,0781
0,50	0,10	1,4305	0,3010	—0,0578	—0,0733	—0,0890	—0,0941
0,50	0,50	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
0,50	1,00	3,2694	0,4439	—0,0769	—0,0726	—0,1133	—0,1307
0,50	1,25	3,3697	0,4504	—0,0776	—0,0725	—0,1144	—0,1324
0,50	1,50	3,4403	0,4550	—0,0782	—0,0724	—0,1152	—0,1336
0,50	2,00	3,5330	0,4609	—0,0789	—0,0724	—0,1162	—0,1351
0,50	4,00	3,6826	0,4701	—0,0799	—0,0722	—0,1179	—0,1375
0,50	10,00	3,7790	0,4760	—0,0806	—0,0722	—0,1189	—0,1390
1,00	0,10	1,5422	0,3175	—0,0602	—0,0768	—0,0935	—0,0988
1,00	0,50	3,3742	0,4611	—0,0789	—0,0801	—0,1203	—0,1365
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,1565	0,5090	—0,0843	—0,0812	—0,1299	—0,1495
1,00	1,50	4,2684	0,5153	—0,0850	—0,0813	—0,1312	—0,1512
1,00	2,00	4,4177	0,5235	—0,0859	—0,0815	—0,1329	—0,1535
1,00	4,00	4,6642	0,5364	—0,0873	—0,0818	—0,1357	—0,1572
1,00	10,00	4,8270	0,5447	—0,0882	—0,0820	—0,1375	—0,1596
1,25	0,10	1,5668	0,3210	—0,0608	—0,0776	—0,0945	—0,0999
1,25	0,50	3,5059	0,4718	—0,0801	—0,0819	—0,1231	—0,1396
1,25	1,00	4,1923	0,5132	—0,0848	—0,0831	—0,1317	—0,1510
1,25	1,25	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537
1,25	1,50	4,4909	0,5296	—0,0866	—0,0836	—0,1352	—0,1556
1,25	2,00	4,6582	0,5383	—0,0375	—0,0839	—0,1372	—0,1582
1,25	4,00	4,9361	0,5523	—0,0889	—0,0843	—0,1403	—0,1623
1,25	10,00	5,1209	0,5612	—0,0899	—0,0846	—0,1424	—0,1649

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

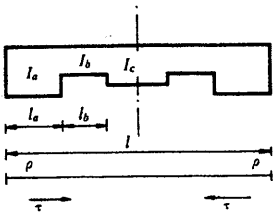
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,6}$	b	a
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	0,10	0,10
—0,0763	—0,0700	—0,0587	—0,0440	—0,0276	—0,0112	0,50	0,10
—0,0779	—0,0717	—0,0603	—0,0453	—0,0286	—0,0118	1,00	0,10
—0,0782	—0,0721	—0,0606	—0,0456	—0,0288	—0,0119	1,25	0,10
—0,0785	—0,0723	—0,0608	—0,0458	—0,0289	—0,0120	1,50	0,10
—0,0787	—0,0726	—0,0611	—0,0460	—0,0291	—0,0122	2,00	0,10
—0,0792	—0,0731	—0,0616	—0,0464	—0,0293	—0,0123	4,00	0,10
—0,0795	—0,0734	—0,0618	—0,0466	—0,0295	—0,0125	10,00	0,10
—0,0905	—0,0800	—0,0645	—0,0459	—0,0260	—0,0067	0,10	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	0,50	0,50
—0,1297	—0,1148	—0,0908	—0,0624	—0,0344	—0,0115	1,00	0,50
—0,1314	—0,1162	—0,0918	—0,0630	—0,0347	—0,0118	1,25	0,50
—0,1326	—0,1172	—0,0924	—0,0633	—0,0348	—0,0119	1,50	0,50
—0,1341	—0,1185	—0,0933	—0,0637	—0,0350	—0,0122	2,00	0,50
—0,1366	—0,1204	—0,0945	—0,0643	—0,0352	—0,0125	4,00	0,50
—0,1381	—0,1217	—0,0953	—0,0647	—0,0353	—0,0127	10,00	0,50
—0,0948	—0,0836	—0,0670	—0,0472	—0,0262	—0,0061	0,10	1,00
—0,1338	—0,1170	—0,0912	—0,0612	—0,0320	—0,0085	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1464	—0,1268	—0,0970	—0,0633	—0,0319	—0,0091	1,25	1,00
—0,1480	—0,1280	—0,0977	—0,0634	—0,0318	—0,0092	1,50	1,00
—0,1502	—0,1296	—0,0985	—0,0636	—0,0316	—0,0093	2,00	1,00
—0,1537	—0,1321	—0,0997	—0,0637	—0,0312	—0,0094	4,00	1,00
—0,1559	—0,1337	—0,1005	—0,0637	—0,0309	—0,0095	10,00	1,00
—0,0958	—0,0843	—0,0675	—0,0475	—0,0263	—0,0059	0,10	1,25
—0,1365	—0,1190	—0,0922	—0,0613	—0,0315	—0,0079	0,50	1,25
—0,1474	—0,1273	—0,0970	—0,0628	—0,0311	—0,0082	1,00	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,25	1,25
—0,1518	—0,1305	—0,0986	—0,0630	—0,0306	—0,0083	1,50	1,25
—0,1541	—0,1321	—0,0994	—0,0631	—0,0303	—0,0083	2,00	1,25
—0,1579	—0,1347	—0,1006	—0,0630	—0,0297	—0,0084	4,00	1,25
—0,1603	—0,1364	—0,1012	—0,0629	—0,0293	—0,0084	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,5837	0,3235	—0,0611	—0,0781	—0,0952	—0,1006
1,50	0,50	3,6002	0,4792	—0,0810	—0,0832	—0,1252	—0,1418
1,50	1,00	4,3324	0,5224	—0,0858	—0,0847	—0,1343	—0,1538
1,50	1,25	4,5195	0,5325	—0,0869	—0,0850	—0,1366	—0,1568
1,50	1,50	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588
1,50	2,00	4,8354	0,5488	—0,0886	—0,0856	—0,1403	—0,1615
1,50	4,00	5,1380	0,5635	—0,0901	—0,0862	—0,1437	—0,1659
1,50	10,00	5,3402	0,5728	—0,0910	—0,0865	—0,1460	—0,1688
2,00	0,10	1,6053	0,3266	—0,0615	—0,0788	—0,0960	—0,1015
2,00	0,50	3,7263	0,4888	—0,0821	—0,0849	—0,1278	—0,1447
2,00	1,00	4,5228	0,5345	—0,0871	—0,0867	—0,1379	—0,1576
2,00	1,25	4,7289	0,5452	—0,0882	—0,0872	—0,1403	—0,1608
2,00	1,50	4,8780	0,5527	—0,0890	—0,0875	—0,1421	—0,1630
2,00	2,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
2,00	4,00	5,4179	0,5781	—0,0916	—0,0887	—0,1483	—0,1709
2,00	10,00	5,6458	0,5881	—0,0926	—0,0892	—0,1509	—0,1740
4,00	0,10	1,6390	0,3313	—0,0622	—0,0798	—0,0974	—0,1028
4,00	0,50	3,9349	0,5041	—0,0838	—0,0876	—0,1322	—0,1493
4,00	1,00	4,8464	0,5539	—0,0891	—0,0902	—0,1437	—0,1639
4,00	1,25	5,0872	0,5656	—0,0903	—0,0908	—0,1466	—0,1675
4,00	1,50	5,2628	0,5738	—0,0911	—0,0913	—0,1487	—0,1701
4,00	2,00	5,5017	0,5845	—0,0922	—0,0919	—0,1515	—0,1735
4,00	4,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792
4,00	10,00	6,1856	0,6128	—0,0950	—0,0937	—0,1593	—0,1830
10,00	0,10	1,6599	0,3343	—0,0626	—0,0805	—0,0982	—0,1037
10,00	0,50	4,0730	0,5138	—0,0849	—0,0894	—0,1350	—0,1523
10,00	1,00	5,0666	0,5662	—0,0904	—0,0925	—0,1477	—0,1680
10,00	1,25	5,3329	0,5786	—0,0916	—0,0933	—0,1509	—0,1720
10,00	1,50	5,5281	0,5873	—0,0925	—0,0939	—0,1532	—0,1748
10,00	2,00	5,7953	0,5987	—0,0936	—0,0947	—0,1563	—0,1786
10,00	4,00	6,2536	0,6170	—0,0954	—0,0960	—0,1616	—0,1849
10,00	10,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_4 para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

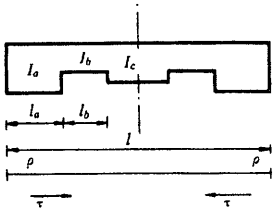
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_4\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0964	—0,0848	—0,0679	—0,0477	—0,0263	—0,0058	0,10	1,50
—0,1384	—0,1203	—0,0928	—0,0613	—0,0311	—0,0074	0,50	1,50
—0,1498	—0,1289	—0,0976	—0,0625	—0,0303	—0,0076	1,00	1,50
—0,1525	—0,1308	—0,0985	—0,0626	—0,0300	—0,0076	1,25	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0626	—0,0297	—0,0076	1,50	1,50
—0,1569	—0,1339	—0,0999	—0,0626	—0,0293	—0,0076	2,00	1,50
—0,1609	—0,1366	—0,1010	—0,0623	—0,0285	—0,0075	4,00	1,50
—0,1634	—0,1383	—0,1017	—0,0621	—0,0279	—0,0075	10,00	1,50
—0,0972	—0,0855	—0,0683	—0,0479	—0,0263	—0,0057	0,10	2,00
—0,1409	—0,1220	—0,0936	—0,0613	—0,0305	—0,0068	0,50	2,00
—0,1530	—0,1309	—0,0983	—0,0621	—0,0292	—0,0067	1,00	2,00
—0,1559	—0,1329	—0,0992	—0,0621	—0,0288	—0,0066	1,25	2,00
—0,1579	—0,1343	—0,0998	—0,0620	—0,0284	—0,0066	1,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	2,00	2,00
—0,1649	—0,1389	—0,1015	—0,0613	—0,0267	—0,0063	4,00	2,00
—0,1677	—0,1407	—0,1021	—0,0608	—0,0259	—0,0062	10,00	2,00
—0,0985	—0,0865	—0,0690	—0,0482	—0,0263	—0,0054	0,10	4,00
—0,1448	—0,1247	—0,0948	—0,0610	—0,0294	—0,0057	0,50	4,00
—0,1582	—0,1341	—0,0993	—0,0611	—0,0272	—0,0051	1,00	4,00
—0,1614	—0,1363	—0,1001	—0,0608	—0,0264	—0,0049	1,25	4,00
—0,1637	—0,1377	—0,1006	—0,0605	—0,0258	—0,0047	1,50	4,00
—0,1667	—0,1396	—0,1012	—0,0600	—0,0249	—0,0045	2,00	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	4,00	4,00
—0,1747	—0,1445	—0,1024	—0,0582	—0,0220	—0,0037	10,00	4,00
—0,0993	—0,0871	—0,0694	—0,0484	—0,0263	—0,0053	0,10	10,00
—0,1474	—0,1264	—0,0954	—0,0608	—0,0286	—0,0049	0,50	10,00
—0,1615	—0,1361	—0,0997	—0,0603	—0,0257	—0,0039	1,00	10,00
—0,1650	—0,1383	—0,1005	—0,0598	—0,0247	—0,0036	1,25	10,00
—0,1674	—0,1399	—0,1009	—0,0593	—0,0239	—0,0034	1,50	10,00
—0,1707	—0,1419	—0,1014	—0,0586	—0,0227	—0,0030	2,00	10,00
—0,1760	—0,1450	—0,1020	—0,0572	—0,0206	—0,0024	4,00	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}10$

a	b	c	τ	d	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,7042	0,2324	—0,0472	—0,0662	—0,0770	—0,0759
0,10	0,50	1,2605	0,2444	—0,0491	—0,0511	—0,0694	—0,0769
0,10	1,00	1,3987	0,2474	—0,0496	—0,0474	—0,0675	—0,0771
0,10	1,25	1,4300	0,2481	—0,0497	—0,0466	—0,0670	—0,0771
0,10	1,50	1,4517	0,2485	—0,0498	—0,0460	—0,0667	—0,0771
0,10	2,00	1,4798	0,2491	—0,0499	—0,0452	—0,0664	—0,0772
0,10	4,00	1,5240	0,2501	—0,0500	—0,0440	—0,0657	—0,0772
0,10	10,00	1,5518	0,2507	—0,0501	—0,0432	—0,0654	—0,0773
0,50	0,10	0,9771	0,2942	—0,0568	—0,0817	—0,0964	—0,0946
0,50	0,50	2,5797	0,4036	—0,0719	—0,0754	—0,1089	—0,1213
0,50	1,00	3,2694	0,4439	—0,0769	—0,0726	—0,1133	—0,1307
0,50	1,25	3,4564	0,4541	—0,0781	—0,0718	—0,1144	—0,1331
0,50	1,50	3,5939	0,4615	—0,0789	—0,0712	—0,1151	—0,1348
0,50	2,00	3,7829	0,4713	—0,0801	—0,0704	—0,1162	—0,1371
0,50	4,00	4,1092	0,4877	—0,0820	—0,0690	—0,1179	—0,1410
0,50	10,00	4,3351	0,4985	—0,0832	—0,0681	—0,1190	—0,1435
1,00	0,10	1,0277	0,3050	—0,0584	—0,0845	—0,0998	—0,0979
1,00	0,50	2,9978	0,4440	—0,0769	—0,0823	—0,1198	—0,1329
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,2926	0,5147	—0,0849	—0,0806	—0,1302	—0,1508
1,00	1,50	4,5144	0,5253	—0,0861	—0,0803	—0,1318	—0,1535
1,00	2,00	4,8286	0,5398	—0,0876	—0,0798	—0,1341	—0,1573
1,00	4,00	5,3988	0,5642	—0,0902	—0,0789	—0,1380	—0,1639
1,00	10,00	5,8165	0,5807	—0,0918	—0,0783	—0,1407	—0,1685
1,25	0,10	1,0385	0,3072	—0,0588	—0,0851	—0,1005	—0,0986
1,25	0,50	3,1000	0,4533	—0,0780	—0,0840	—0,1224	—0,1356
1,25	1,00	4,1923	0,5132	—0,0848	—0,0831	—0,1317	—0,1510
1,25	1,25	4,5177	0,5290	—0,0865	—0,0829	—0,1342	—0,1552
1,25	1,50	4,7663	0,5406	—0,0877	—0,0826	—0,1361	—0,1583
1,25	2,00	5,1215	0,5562	—0,0894	—0,0823	—0,1388	—0,1625
1,25	4,00	5,7759	0,5828	—0,0921	—0,0817	—0,1434	—0,1700
1,25	10,00	6,2634	0,6009	—0,0938	—0,0812	—0,1467	—0,1753

Vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

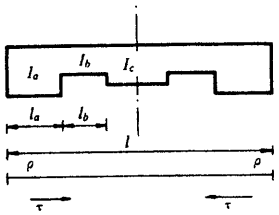
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0703	—0,0611	—0,0493	—0,0356	—0,0210	—0,0067	0,10	0,10
—0,0764	—0,0696	—0,0581	—0,0434	—0,0270	—0,0108	0,50	0,10
—0,0779	—0,0717	—0,0603	—0,0453	—0,0286	—0,0118	1,00	0,10
—0,0782	—0,0722	—0,0608	—0,0457	—0,0289	—0,0121	1,25	0,10
—0,0785	—0,0725	—0,0611	—0,0460	—0,0292	—0,0122	1,50	0,10
—0,0787	—0,0729	—0,0615	—0,0464	—0,0295	—0,0124	2,00	0,10
—0,0792	—0,0736	—0,0622	—0,0470	—0,0300	—0,0128	4,00	0,10
—0,0795	—0,0740	—0,0626	—0,0474	—0,0303	—0,0130	10,00	0,10
—0,0870	—0,0746	—0,0587	—0,0407	—0,0217	—0,0045	0,10	0,50
—0,1187	—0,1048	—0,0832	—0,0576	—0,0314	—0,0092	0,50	0,50
—0,1297	—0,1148	—0,0908	—0,0624	—0,0344	—0,0115	1,00	0,50
—0,1324	—0,1172	—0,0926	—0,0636	—0,0352	—0,0122	1,25	0,50
—0,1344	—0,1190	—0,0939	—0,0643	—0,0357	—0,0127	1,50	0,50
—0,1370	—0,1213	—0,0955	—0,0654	—0,0363	—0,0133	2,00	0,50
—0,1413	—0,1250	—0,0982	—0,0669	—0,0374	—0,0145	4,00	0,50
—0,1442	—0,1274	—0,0998	—0,0679	—0,0380	—0,0153	10,00	0,50
—0,0898	—0,0768	—0,0602	—0,0413	—0,0216	—0,0039	0,10	1,00
—0,1290	—0,1125	—0,0876	—0,0587	—0,0302	—0,0072	0 50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1479	—0,1281	—0,0979	—0,0638	—0,0323	—0,0095	1,25	1,00
—0,1507	—0,1304	—0,0993	—0,0643	—0,0324	—0,0099	1,50	1,00
—0,1546	—0,1333	—0,1010	—0,0649	—0,0326	—0,0105	2,00	1,00
—0,1612	—0,1382	—0,1035	—0,0655	—0,0326	—0,0115	4,00	1,00
—0,1657	—0,1415	—0,1051	—0,0657	—0,0325	—0,0122	10,00	1,00
—0,0904	—0,0772	—0,0605	—0,0415	—0,0216	—0,0037	0,10	1,25
—0,1314	—0,1142	—0,0885	—0,0589	—0,0297	—0,0067	0,50	1,25
—0,1474	—0,1273	—0,0970	—0,0628	—0,0311	—0,0082	1,00	1,25
—0,1517	—0,1306	—0,0989	—0,0634	—0,0312	—0,0086	1,25	1,25
—0,1547	—0,1329	—0,1002	—0,0638	—0,0312	—0,0090	1,50	1,25
—0,1590	—0,1361	—0,1018	—0,0642	—0,0311	—0,0095	2,00	1,25
—0,1662	—0,1413	—0,1043	—0,0643	—0,0307	—0,0104	4,00	1,25
—0,1712	—0,1447	—0,1056	—0,0641	—0,0301	—0,0110	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.2}$	$\mu_{0.3}$
1,50	0,10	1,0458	0,3088	—0,0590	—0,0855	—0,1010	—0,0991
1,50	0,50	3,1726	0,4597	—0,0787	—0,0852	—0,1242	—0,1375
1,50	1,00	4,3324	0,5224	—0,0858	—0,0847	—0,1343	—0,1538
1,50	1,25	4,6829	0,5391	—0,0876	—0,0845	—0,1372	—0,1583
1,50	1,50	4,9523	0,5513	—0,0888	—0,0843	—0,1393	—0,1617
1,50	2,00	5,3399	0,5678	—0,0905	—0,0841	—0,1422	—0,1663
1,50	4,00	6,0619	0,5960	—0,0934	—0,0837	—0,1475	—0,1745
1,50	10,00	6,6067	0,6152	—0,0952	—0,0833	—0,1513	—0,1803
2,00	0,10	1,0551	0,3107	—0,0593	—0,0860	—0,1017	—0,0997
2,00	0,50	3,2686	0,4679	—0,0797	—0,0867	—0,1265	—0,1400
2,00	1,00	4,5228	0,5345	—0,0871	—0,0867	—0,1379	—0,1576
2,00	1,25	4,9094	0,5523	—0,0890	—0,0867	—0,1411	—0,1626
2,00	1,50	5,2091	0,5653	—0,0903	—0,0867	—0,1435	—0,1663
2,00	2,00	5,6441	0,5831	—0,0921	—0,0866	—0,1469	—0,1714
2,00	4,00	6,4674	0,6134	—0,0951	—0,0865	—0,1531	—0,1807
2,00	10,00	7,1003	0,6342	—0,0970	—0,0864	—0,1577	—0,1874
4,00	0,10	1,0694	0,3137	—0,0597	—0,0868	—0,1026	—0,1006
4,00	0,50	3,4254	0,4810	—0,0812	—0,0892	—0,1303	—0,1440
4,00	1,00	4,8464	0,5539	—0,0891	—0,0902	—0,1437	—0,1639
4,00	1,25	5,2992	0,5735	—0,0911	—0,0905	—0,1477	—0,1696
4,00	1,50	5,6555	0,5880	—0,0926	—0,0907	—0,1507	—0,1740
4,00	2,00	6,1811	0,6078	—0,0945	—0,0910	—0,1550	—0,1801
4,00	4,00	7,2046	0,6418	—0,0977	—0,0915	—0,1630	—0,1914
4,00	10,00	8,0186	0,6652	—0,0999	—0,0919	—0,1691	—0,1999
10,00	0,10	1,0782	0,3155	—0,0600	—0,0873	—0,1032	—0,1012
10,00	0,50	3,5276	0,4892	—0,0821	—0,0908	—0,1328	—0,1465
10,00	1,00	5,0666	0,5662	—0,0904	—0,0925	—0,1477	—0,1680
10,00	1,25	5,5683	0,5872	—0,0925	—0,0930	—0,1521	—0,1743
10,00	1,50	5,9672	0,6026	—0,0940	—0,0934	—0,1556	—0,1792
10,00	2,00	6,5622	0,6237	—0,0960	—0,0940	—0,1606	—0,1861
10,00	4,00	7,7453	0,6602	—0,0994	—0,0951	—0,1701	—0,1990
10,00	10,00	8,7102	0,6855	—0,1017	—0,0959	—0,1775	—0,2089

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



'alores de ρ, τ, μ y μ_t para:

— inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

— inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

— longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

— longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

— coeficiente de rigidez en los extremos

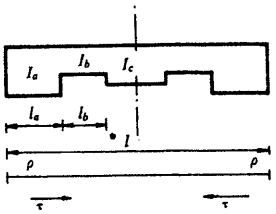
— coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0908	—0,0776	—0,0607	—0,0416	—0,0216	—0,0036	0,10	1,50
—0,1330	—0,1154	—0,0891	—0,0589	—0,0294	—0,0063	0,50	1,50
—0,1498	—0,1289	—0,0976	—0,0625	—0,0303	—0,0076	1,00	1,50
—0,1543	—0,1323	—0,0995	—0,0631	—0,0303	—0,0080	1,25	1,50
—0,1576	—0,1347	—0,1007	—0,0633	—0,0302	—0,0082	1,50	1,50
—0,1621	—0,1380	—0,1023	—0,0635	—0,0299	—0,0087	2,00	1,50
—0,1699	—0,1434	—0,1046	—0,0633	—0,0290	—0,0094	4,00	1,50
—0,1753	—0,1469	—0,1058	—0,0627	—0,0282	—0,0100	10,00	1,50
—0,0913	—0,0780	—0,0609	—0,0417	—0,0215	—0,0035	0,10	2,00
—0,1352	—0,1168	—0,0898	—0,0589	—0,0289	—0,0057	0,50	2,00
—0,1530	—0,1309	—0,0983	—0,0621	—0,0292	—0,0067	1,00	2,00
—0,1578	—0,1345	—0,1001	—0,0624	—0,0290	—0,0070	1,25	2,00
—0,1614	—0,1370	—0,1014	—0,0625	—0,0287	—0,0072	1,50	2,00
—0,1663	—0,1404	—0,1028	—0,0624	—0,0281	—0,0075	2,00	2,00
—0,1748	—0,1461	—0,1048	—0,0615	—0,0266	—0,0080	4,00	2,00
—0,1809	—0,1498	—0,1058	—0,0604	—0,0251	—0,0084	10,00	2,00
—0,0921	—0,0786	—0,0613	—0,0418	—0,0215	—0,0033	0,10	4,00
—0,1385	—0,1192	—0,0909	—0,0588	—0,0280	—0,0047	0,50	4,00
—0,1582	—0,1341	—0,0993	—0,0611	—0,0272	—0,0051	1,00	4,00
—0,1636	—0,1379	—0,1010	—0,0610	—0,0265	—0,0052	1,25	4,00
—0,1676	—0,1407	—0,1020	—0,0607	—0,0258	—0,0052	1,50	4,00
—0,1732	—0,1443	—0,1033	—0,0600	—0,0246	—0,0052	2,00	4,00
—0,1833	—0,1504	—0,1046	—0,0578	—0,0217	—0,0053	4,00	4,00
—0,1906	—0,1544	—0,1049	—0,0553	—0,0190	—0,0053	10,00	4,00
—0,0926	—0,0789	—0,0616	—0,0419	—0,0214	—0,0032	0,10	10,00
—0,1407	—0,1206	—0,0915	—0,0587	—0,0273	—0,0040	0,50	10,00
—0,1615	—0,1361	—0,0997	—0,0603	—0,0257	—0,0039	1,00	10,00
—0,1674	—0,1401	—0,1013	—0,0599	—0,0246	—0,0038	1,25	10,00
—0,1718	—0,1429	—0,1023	—0,0593	—0,0236	—0,0037	1,50	10,00
—0,1779	—0,1468	—0,1033	—0,0581	—0,0218	—0,0036	2,00	10,00
—0,1891	—0,1531	—0,1040	—0,0546	—0,0178	—0,0031	4,00	10,00
—0,1973	—0,1574	—0,1037	—0,0510	—0,0139	—0,0027	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ_0	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,5198	0,3005	—0,0578	—0,0751	—0,1050	—0,1003	
0,10	0,50	1,1768	0,2611	—0,0518	—0,0544	—0,0770	—0,0829	
0,10	1,00	1,3987	0,2474	—0,0496	—0,0474	—0,0675	—0,0771	
0,10	1,25	1,4536	0,2440	—0,0490	—0,0457	—0,0651	—0,0756	
0,10	1,50	1,4926	0,2416	—0,0486	—0,0444	—0,0635	—0,0746	
0,10	2,00	1,5446	0,2383	—0,0481	—0,0428	—0,0612	—0,0732	
0,10	4,00	1,6297	0,2330	—0,0472	—0,0401	—0,0576	—0,0710	
0,10	10,00	1,6855	0,2295	—0,0467	—0,0383	—0,0552	—0,0695	
0,50	0,10	0,6601	0,3553	—0,0655	—0,0877	—0,1246	—0,1182	
0,50	0,50	2,2667	0,4118	—0,0729	—0,0784	—0,1179	—0,1266	
0,50	1,00	3,2694	0,4439	—0,0769	—0,0726	—0,1133	—0,1307	
0,50	1,25	3,5886	0,4536	—0,0780	—0,0707	—0,1118	—0,1319	
0,50	1,50	3,8391	0,4611	—0,0789	—0,0693	—0,1106	—0,1328	
0,50	2,00	4,2071	0,4718	—0,0801	—0,0671	—0,1088	—0,1340	
0,50	4,00	4,9175	0,4916	—0,0824	—0,0630	—0,1052	—0,1361	
0,50	10,00	5,4756	0,5064	—0,0840	—0,0597	—0,1024	—0,1376	
1,00	0,10	0,6835	0,3639	—0,0667	—0,0897	—0,1278	—0,1210	
1,00	0,50	2,5846	0,4473	—0,0773	—0,0848	—0,1284	—0,1373	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,4991	0,5168	—0,0852	—0,0797	—0,1277	—0,1500	
1,00	1,50	4,9101	0,5300	—0,0866	—0,0785	—0,1274	—0,1524	
1,00	2,00	5,5480	0,5494	—0,0886	—0,0768	—0,1269	—0,1558	
1,00	4,00	6,9130	0,5867	—0,0924	—0,0731	—0,1254	—0,1623	
1,00	10,00	8,1357	0,6159	—0,0953	—0,0697	—0,1239	—0,1674	
1,25	0,10	0,6884	0,3657	—0,0669	—0,0902	—0,1285	—0,1216	
1,25	0,50	2,6604	0,4552	—0,0782	—0,0863	—0,1309	—0,1398	
1,25	1,00	4,1923	0,5132	—0,0848	—0,0831	—0,1317	—0,1510	
1,25	1,25	4,7475	0,5319	—0,0868	—0,0820	—0,1318	—0,1546	
1,25	1,50	5,2108	0,5467	—0,0884	—0,0810	—0,1318	—0,1574	
1,25	2,00	5,9419	0,5685	—0,0906	—0,0795	—0,1318	—0,1615	
1,25	4,00	7,5583	0,6109	—0,0948	—0,0760	—0,1313	—0,1697	
1,25	10,00	9,0719	0,6444	—0,0980	—0,0728	—0,1305	—0,1763	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_4 para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

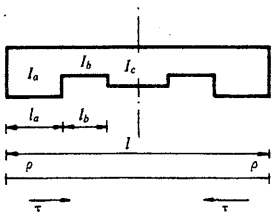
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_4\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0883	—0,0739	—0,0576	—0,0401	—0,0222	—0,0067	0,10	0,10
—0,0805	—0,0723	—0,0597	—0,0442	—0,0274	—0,0108	0,50	0,10
—0,0779	—0,0717	—0,0603	—0,0453	—0,0286	—0,0118	1,00	0,10
—0,0772	—0,0716	—0,0604	—0,0455	—0,0288	—0,0120	1,25	0,10
—0,0768	—0,0715	—0,0605	—0,0457	—0,0290	—0,0122	1,50	0,10
—0,0762	—0,0713	—0,0606	—0,0459	—0,0292	—0,0124	2,00	0,10
—0,0752	—0,0711	—0,0608	—0,0462	—0,0295	—0,0126	4,00	0,10
—0,0745	—0,0709	—0,0609	—0,0464	—0,0297	—0,0128	10,00	0,10
—0,1028	—0,0843	—0,0637	—0,0419	—0,0201	—0,0038	0,10	0,50
—0,1203	—0,1042	—0,0814	—0,0551	—0,0288	—0,0083	0,50	0,50
—0,1297	—0,1148	—0,0908	—0,0624	—0,0344	—0,0115	1,00	0,50
—0,1324	—0,1179	—0,0936	—0,0647	—0,0363	—0,0126	1,25	0,50
—0,1345	—0,1203	—0,0957	—0,0663	—0,0377	—0,0135	1,50	0,50
—0,1375	—0,1236	—0,0987	—0,0688	—0,0398	—0,0148	2,00	0,50
—0,1428	—0,1297	—0,1041	—0,0733	—0,0440	—0,0175	4,00	0,50
—0,1467	—0,1341	—0,1080	—0,0766	—0,0473	—0,0197	10,00	0,50
—0,1050	—0,0859	—0,0646	—0,0420	—0,0195	—0,0032	0,10	1,00
—0,1295	—0,1107	—0,0848	—0,0555	—0,0269	—0,0063	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1485	—0,1293	—0,0993	—0,0652	—0,0337	—0,0100	1,25	1,00
—0,1520	—0,1327	—0,1018	—0,0669	—0,0351	—0,0109	1,50	1,00
—0,1572	—0,1375	—0,1053	—0,0692	—0,0372	—0,0123	2,00	1,00
—0,1670	—0,1464	—0,1116	—0,0734	—0,0415	—0,0153	4,00	1,00
—0,1746	—0,1531	—0,1160	—0,0764	—0,0453	—0,0182	10,00	1,00
—0,1055	—0,0862	—0,0647	—0,0420	—0,0194	—0,0031	0,10	1,25
—0,1315	—0,1121	—0,0855	—0,0555	—0,0264	—0,0058	0,50	1,25
—0,1474	—0,1273	—0,0970	—0,0628	—0,0311	—0,0082	1,00	1,25
—0,1524	—0,1319	—0,1003	—0,0649	—0,0326	—0,0091	1,25	1,25
—0,1564	—0,1355	—0,1029	—0,0664	—0,0339	—0,0099	1,50	1,25
—0,1622	—0,1407	—0,1064	—0,0686	—0,0358	—0,0112	2,00	1,25
—0,1735	—0,1504	—0,1126	—0,0722	—0,0399	—0,0142	4,00	1,25
—0,1825	—0,1577	—0,1167	—0,0745	—0,0433	—0,0172	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
1,50	0,10	0,6917	0,3669	—0,0671	—0,0905	—0,1289	—0,1220	
1,50	0,50	2,7136	0,4607	—0,0789	—0,0873	—0,1326	—0,1415	
1,50	1,00	4,3324	0,5224	—0,0858	—0,0847	—0,1343	—0,1538	
1,50	1,25	4,9307	0,5425	—0,0879	—0,0837	—0,1348	—0,1579	
1,50	1,50	5,4353	0,5584	—0,0896	—0,0828	—0,1351	—0,1610	
1,50	2,00	6,2413	0,5820	—0,0920	—0,0815	—0,1354	—0,1658	
1,50	4,00	8,0693	0,6282	—0,0965	—0,0783	—0,1358	—0,1753	
1,50	10,00	9,8436	0,6651	—0,0999	—0,0752	—0,1356	—0,1833	
2,00	0,10	0,6959	0,3684	—0,0673	—0,0908	—0,1295	—0,1225	
2,00	0,50	2,7836	0,4678	—0,0797	—0,0887	—0,1348	—0,1437	
2,00	1,00	4,5228	0,5345	—0,0871	—0,0867	—0,1379	—0,1576	
2,00	1,25	5,1833	0,5565	—0,0894	—0,0860	—0,1388	—0,1623	
2,00	1,50	5,7482	0,5740	—0,0912	—0,0853	—0,1395	—0,1660	
2,00	2,00	6,6667	0,6000	—0,0937	—0,0842	—0,1404	—0,1716	
2,00	4,00	8,8289	0,6515	—0,0986	—0,0816	—0,1422	—0,1833	
2,00	10,00	11,0436	0,6931	—0,1023	—0,0788	—0,1433	—0,1937	
4,00	0,10	0,7023	0,3707	—0,0676	—0,0914	—0,1303	—0,1233	
4,00	0,50	2,8964	0,4789	—0,0810	—0,0908	—0,1384	—0,1473	
4,00	1,00	4,8464	0,5539	—0,0891	—0,0902	—0,1437	—0,1639	
4,00	1,25	5,6216	0,5790	—0,0917	—0,0899	—0,1456	—0,1696	
4,00	1,50	6,3016	0,5991	—0,0937	—0,0896	—0,1470	—0,1744	
4,00	2,00	7,4430	0,6294	—0,0966	—0,0891	—0,1493	—0,1818	
4,00	4,00	10,3273	0,6901	—0,1021	—0,0878	—0,1542	—0,1981	
4,00	10,00	13,6206	0,7401	—0,1063	—0,0862	—0,1588	—0,2143	
10,00	0,10	0,7062	0,3721	—0,0678	—0,0917	—0,1309	—0,1238	
10,00	0,50	2,9691	0,4858	—0,0817	—0,0922	—0,1406	—0,1495	
10,00	1,00	5,0666	0,5662	—0,0904	—0,0925	—0,1477	—0,1680	
10,00	1,25	5,9270	0,5934	—0,0931	—0,0926	—0,1502	—0,1746	
10,00	1,50	6,6952	0,6154	—0,0952	—0,0926	—0,1523	—0,1801	
10,00	2,00	8,0149	0,6485	—0,0984	—0,0926	—0,1556	—0,1889	
10,00	4,00	11,5371	0,7158	—0,1043	—0,0926	—0,1634	—0,2094	
10,00	10,00	15,9358	0,7718	—0,1089	—0,0925	—0,1719	—0,2315	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

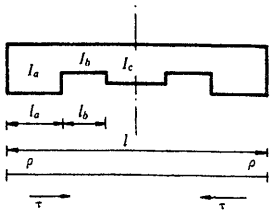
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1058	—0,0864	—0,0648	—0,0420	—0,0193	—0,0030	0,10	1,50
—0,1329	—0,1131	—0,0860	—0,0554	—0,0260	—0,0054	0,50	1,50
—0,1498	—0,1289	—0,0976	—0,0625	—0,0303	—0,0076	1,00	1,50
—0,1552	—0,1337	—0,1010	—0,0645	—0,0318	—0,0084	1,25	1,50
—0,1595	—0,1375	—0,1035	—0,0660	—0,0329	—0,0092	1,50	1,50
—0,1658	—0,1429	—0,1070	—0,0679	—0,0347	—0,0104	2,00	1,50
—0,1783	—0,1531	—0,1130	—0,0709	—0,0383	—0,0133	4,00	1,50
—0,1885	—0,1609	—0,1167	—0,0724	—0,0414	—0,0161	10,00	1,50
—0,1062	—0,0867	—0,0650	—0,0420	—0,0192	—0,0029	0,10	2,00
—0,1348	—0,1144	—0,0865	—0,0553	—0,0254	—0,0048	0,50	2,00
—0,1530	—0,1309	—0,0983	—0,0621	—0,0292	—0,0067	1,00	2,00
—0,1589	—0,1361	—0,1017	—0,0639	—0,0305	—0,0074	1,25	2,00
—0,1637	—0,1401	—0,1042	—0,0651	—0,0315	—0,0081	1,50	2,00
—0,1707	—0,1458	—0,1076	—0,0667	—0,0329	—0,0091	2,00	2,00
—0,1850	—0,1567	—0,1131	—0,0686	—0,0357	—0,0117	4,00	2,00
—0,1972	—0,1650	—0,1160	—0,0686	—0,0380	—0,0144	10,00	2,00
—0,1068	—0,0871	—0,0652	—0,0420	—0,0190	—0,0027	0,10	4,00
—0,1377	—0,1163	—0,0873	—0,0551	—0,0244	—0,0040	0,50	4,00
—0,1582	—0,1341	—0,0993	—0,0611	—0,0272	—0,0051	1,00	4,00
—0,1650	—0,1397	—0,1026	—0,0625	—0,0280	—0,0055	1,25	4,00
—0,1706	—0,1441	—0,1049	—0,0633	—0,0285	—0,0059	1,50	4,00
—0,1791	—0,1504	—0,1080	—0,0639	—0,0291	—0,0066	2,00	4,00
—0,1970	—0,1625	—0,1120	—0,0629	—0,0298	—0,0082	4,00	4,00
—0,2137	—0,1718	—0,1122	—0,0585	—0,0295	—0,0100	10,00	4,00
—0,1072	—0,0873	—0,0653	—0,0420	—0,0189	—0,0026	0,10	10,00
—0,1395	—0,1175	—0,0878	—0,0549	—0,0237	—0,0034	0,50	10,00
—0,1615	—0,1361	—0,0997	—0,0603	—0,0257	—0,0039	1,00	10,00
—0,1691	—0,1420	—0,1029	—0,0612	—0,0260	—0,0041	1,25	10,00
—0,1752	—0,1466	—0,1051	—0,0616	—0,0262	—0,0043	1,50	10,00
—0,1848	—0,1533	—0,1078	—0,0614	—0,0261	—0,0045	2,00	10,00
—0,2059	—0,1662	—0,1101	—0,0574	—0,0245	—0,0051	4,00	10,00
—0,2270	—0,1761	—0,1070	—0,0480	—0,0208	—0,0057	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}30$

a	b	β	τ	μ	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.2}$	$\mu_{0.3}$
0,10	0,10	0,4445	0,3836	—0,0693	—0,0788	—0,1193	—0,1277
0,10	0,50	1,1245	0,2885	—0,0560	—0,0565	—0,0826	—0,0920
0,10	1,00	1,3987	0,2474	—0,0496	—0,0474	—0,0675	—0,0771
0,10	1,25	1,4713	0,2363	—0,0478	—0,0450	—0,0634	—0,0730
0,10	1,50	1,5243	0,2282	—0,0464	—0,0432	—0,0605	—0,0701
0,10	2,00	1,5965	0,2170	—0,0446	—0,0408	—0,0565	—0,0661
0,10	4,00	1,7197	0,1979	—0,0413	—0,0367	—0,0496	—0,0591
0,10	10,00	1,8040	0,1848	—0,0390	—0,0339	—0,0448	—0,0543
0,50	0,10	0,5492	0,4397	—0,0764	—0,0898	—0,1378	—0,1468
0,50	0,50	2,1088	0,4421	—0,0766	—0,0799	—0,1238	—0,1376
0,50	1,00	3,2694	0,4439	—0,0769	—0,0726	—0,1138	—0,1307
0,50	1,25	3,6739	0,4445	—0,0769	—0,0700	—0,1096	—0,1283
0,50	1,50	4,0041	0,4450	—0,0770	—0,0679	—0,1066	—0,1264
0,50	2,00	4,5109	0,4458	—0,0771	—0,0647	—0,1021	—0,1234
0,50	4,00	5,5680	0,4474	—0,0773	—0,0580	—0,0925	—0,1171
0,50	10,00	6,4791	0,4488	—0,0774	—0,0522	—0,0843	—0,1117
1,00	0,10	0,5662	0,4481	—0,0774	—0,0916	—0,1407	—0,1497
1,00	0,50	2,3876	0,4765	—0,0807	—0,0860	—0,1341	—0,1485
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,6264	0,5087	—0,0843	—0,0791	—0,1256	—0,1463
1,00	1,50	5,1664	0,5161	—0,0851	—0,0774	—0,1236	—0,1457
1,00	2,00	6,0511	0,5278	—0,0864	—0,0747	—0,1201	—0,1446
1,00	4,00	8,1540	0,5540	—0,0891	—0,0682	—0,1119	—0,1416
1,00	10,00	10,3217	0,5788	—0,0916	—0,0615	—0,1033	—0,1380
1,25	0,10	0,5697	0,4498	—0,0776	—0,0919	—0,1413	—0,1503
1,25	0,50	2,4535	0,4841	—0,0815	—0,0874	—0,1364	—0,1510
1,25	1,00	4,1923	0,5132	—0,0848	—0,0831	—0,1317	—0,1510
1,25	1,25	4,8876	0,5242	—0,0860	—0,0814	—0,1297	—0,1509
1,25	1,50	5,4967	0,5335	—0,0870	—0,0800	—0,1280	—0,1507
1,25	2,00	6,5143	0,5485	—0,0886	—0,0775	—0,1251	—0,1503
1,25	4,00	9,0416	0,5826	—0,0920	—0,0713	—0,1177	—0,1486
1,25	10,00	11,8269	0,6157	—0,0953	—0,0645	—0,1092	—0,1460

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

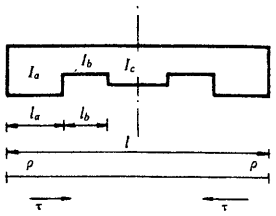
Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1125	—0,0926	—0,0714	—0,0490	—0,0259	—0,0075	0,10	0,10
—0,0884	—0,0785	—0,0646	—0,0480	—0,0294	—0,0115	0,50	0,10
—0,0779	—0,0717	—0,0603	—0,0453	—0,0286	—0,0118	1,00	0,10
—0,0750	—0,0698	—0,0590	—0,0444	—0,0281	—0,0117	1,25	0,10
—0,0729	—0,0684	—0,0580	—0,0436	—0,0277	—0,0117	1,50	0,10
—0,0700	—0,0664	—0,0565	—0,0425	—0,0271	—0,0115	2,00	0,10
—0,0650	—0,0629	—0,0539	—0,0404	—0,0259	—0,0111	4,00	0,10
—0,0615	—0,0605	—0,0521	—0,0389	—0,0249	—0,0107	10,00	0,10
—0,1274	—0,1025	—0,0761	—0,0486	—0,0222	—0,0040	0,10	0,50
—0,1287	—0,1096	—0,0845	—0,0565	—0,0292	—0,0083	0,50	0,50
—0,1297	—0,1148	—0,0908	—0,0624	—0,0344	—0,0115	1,00	0,50
—0,1300	—0,1166	—0,0930	—0,0645	—0,0363	—0,0126	1,25	0,50
—0,1302	—0,1181	—0,0948	—0,0662	—0,0378	—0,0136	1,50	0,50
—0,1306	—0,1203	—0,0975	—0,0688	—0,0401	—0,0150	2,00	0,50
—0,1314	—0,1250	—0,1032	—0,0742	—0,0450	—0,0180	4,00	0,50
—0,1321	—0,1290	—0,1081	—0,0789	—0,0492	—0,0205	10,00	0,50
—0,1296	—0,1039	—0,0766	—0,0483	—0,0214	—0,0034	0,10	1,00
—0,1377	—0,1156	—0,0873	—0,0562	—0,0269	—0,0062	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1462	—0,1284	—0,0992	—0,0656	—0,0340	—0,0101	1,25	1,00
—0,1481	—0,1313	—0,1019	—0,0678	—0,0358	—0,0111	1,50	1,00
—0,1510	—0,1357	—0,1062	—0,0715	—0,0388	—0,0128	2,00	1,00
—0,1571	—0,1455	—0,1156	—0,0800	—0,0460	—0,0170	4,00	1,00
—0,1625	—0,1543	—0,1245	—0,0886	—0,0538	—0,0217	10,00	1,00
—0,1301	—0,1042	—0,0767	—0,0483	—0,0212	—0,0032	0,10	1,25
—0,1397	—0,1169	—0,0878	—0,0560	—0,0262	—0,0057	0,50	1,25
—0,1474	—0,1273	—0,0970	—0,0628	—0,0311	—0,0082	1,00	1,25
—0,1502	—0,1311	—0,1004	—0,0654	—0,0330	—0,0093	1,25	1,25
—0,1526	—0,1343	—0,1032	—0,0677	—0,0348	—0,0102	1,50	1,25
—0,1562	—0,1393	—0,1078	—0,0714	—0,0378	—0,0119	2,00	1,25
—0,1641	—0,1505	—0,1179	—0,0804	—0,0453	—0,0162	4,00	1,25
—0,1712	—0,1608	—0,1276	—0,0898	—0,0538	—0,0213	10,00	1,25

Vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ_a	$\mu_{a,1}$	$\mu_{a,2}$	$\mu_{a,3}$
1,50	0,10	0,5721	0,4509	—0,0777	—0,0922	—0,1418	—0,1507
1,50	0,50	2,4997	0,4893	—0,0821	—0,0883	—0,1381	—0,1527
1,50	1,00	4,3324	0,5224	—0,0858	—0,0847	—0,1343	—0,1538
1,50	1,25	5,0809	0,5351	—0,0871	—0,0832	—0,1327	—0,1541
1,50	1,50	5,7444	0,5459	—0,0883	—0,0818	—0,1313	—0,1543
1,50	2,00	6,8699	0,5633	—0,0901	—0,0796	—0,1288	—0,1544
1,50	4,00	9,7650	0,6036	—0,0941	—0,0737	—0,1222	—0,1540
1,50	10,00	13,1403	0,6433	—0,0979	—0,0669	—0,1140	—0,1523
2,00	0,10	0,5752	0,4524	—0,0779	—0,0925	—0,1423	—0,1513
2,00	0,50	2,5603	0,4960	—0,0829	—0,0896	—0,1402	—0,1549
2,00	1,00	4,5228	0,5345	—0,0871	—0,0867	—0,1379	—0,1576
2,00	1,25	5,3479	0,5494	—0,0886	—0,0855	—0,1368	—0,1585
2,00	1,50	6,0915	0,5622	—0,0900	—0,0844	—0,1358	—0,1592
2,00	2,00	7,3807	0,5831	—0,0921	—0,0825	—0,1340	—0,1602
2,00	4,00	10,8757	0,6322	—0,0968	—0,0773	—0,1287	—0,1617
2,00	10,00	15,3312	0,6818	—0,1014	—0,0706	—0,1213	—0,1617
4,00	0,10	0,5798	0,4546	—0,0781	—0,0929	—0,1430	—0,1520
4,00	0,50	2,6574	0,5065	—0,0841	—0,0916	—0,1436	—0,1585
4,00	1,00	4,8464	0,5539	—0,0891	—0,0902	—0,1437	—0,1639
4,00	1,25	5,8130	0,5726	—0,0910	—0,0895	—0,1437	—0,1659
4,00	1,50	6,7103	0,5889	—0,0927	—0,0889	—0,1435	—0,1676
4,00	2,00	8,3302	0,6159	—0,0953	—0,0878	—0,1432	—0,1704
4,00	4,00	13,2061	0,6812	—0,1013	—0,0844	—0,1414	—0,1764
4,00	10,00	20,7847	0,7501	—0,1071	—0,0790	—0,1371	—0,1818
10,00	0,10	0,5826	0,4559	—0,0783	—0,0932	—0,1435	—0,1525
10,00	0,50	2,7197	0,5130	—0,0848	—0,0929	—0,1458	—0,1607
10,00	1,00	5,0666	0,5662	—0,0904	—0,0925	—0,1477	—0,1680
10,00	1,25	6,1383	0,5876	—0,0925	—0,0923	—0,1484	—0,1709
10,00	1,50	7,1545	0,6063	—0,0944	—0,0921	—0,1489	—0,1734
10,00	2,00	9,0449	0,6375	—0,0973	—0,0917	—0,1498	—0,1776
10,00	4,00	15,2401	0,7147	—0,1042	—0,0903	—0,1517	—0,1881
10,00	10,00	26,8379	0,7986	—0,1110	—0,0874	—0,1528	—0,2010

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

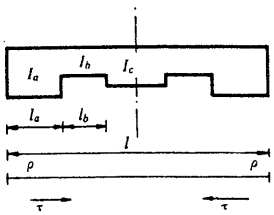
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1304	—0,1044	—0,0768	—0,0482	—0,0211	—0,0031	0,10	1,50
—0,1411	—0,1178	—0,0882	—0,0558	—0,0258	—0,0053	0,50	1,50
—0,1498	—0,1289	—0,0976	—0,0625	—0,0303	—0,0076	1,00	1,50
—0,1530	—0,1330	—0,1011	—0 0652	—0,0322	—0,0086	1,25	1,50
—0,1557	—0,1364	—0,1040	—0,0674	—0,0339	—0,0095	1,50	1,50
—0,1600	—0,1419	—0,1087	—0,0712	—0,0368	—0,0110	2,00	1,50
—0,1694	—0,1540	—0,1193	—0,0803	—0,0444	—0,0154	4,00	1,50
—0,1780	—0,1654	—0,1294	—0,0901	—0,0534	—0,0208	10,00	1,50
—0,1308	—0,1046	—0,0769	—0,0482	—0,0209	—0,0030	0,10	2,00
—0,1429	—0,1190	—0,0886	—0,0555	—0,0251	—0,0048	0,50	2,00
—0,1530	—0,1309	—0,0983	—0,0621	—0,0292	—0,0067	1,00	2,00
—0,1568	—0,1354	—0,1019	—0,0647	—0,0310	—0,0075	1,25	2,00
—0,1600	—0,1392	—0,1050	—0,0669	—0,0325	—0,0084	1,50	2,00
—0,1652	—0,1452	—0,1098	—0,0705	—0,0352	—0,0098	2,00	2,00
—0,1768	—0,1588	—0,1207	—0,0795	—0,0426	—0,0139	4,00	2,00
—0,1880	—0,1716	—0,1309	—0,0895	—0,0519	—0,0196	10,00	2,00
—0,1314	—0,1050	—0,0770	—0,0481	—0,0207	—0,0028	0,10	4,00
—0,1457	—0,1207	—0,0891	—0,0551	—0,0240	—0,0039	0,50	4,00
—0,1582	—0,1341	—0,0993	—0,0611	—0,0272	—0,0051	1,00	4,00
—0,1630	—0,1392	—0,1030	—0,0634	—0,0285	—0,0056	1,25	4,00
—0,1672	—0,1435	—0,1061	—0,0654	—0,0297	—0,0062	1,50	4,00
—0,1740	—0,1505	—0,1110	—0,0686	—0,0318	—0,0072	2,00	4,00
—0,1903	—0,1664	—0,1215	—0,0762	—0,0376	—0,0103	4,00	4,00
—0,2082	—0,1820	—0,1298	—0,0841	—0,0457	—0,0155	10,00	4,00
—0,1318	—0,1052	—0,0771	—0,0480	—0,0206	—0,0027	0,10	10,00
—0,1475	—0,1218	—0,0895	—0,0547	—0,0233	—0,0033	0,50	10,00
—0,1615	—0,1361	—0,0997	—0,0603	—0,0257	—0,0039	1,00	10,00
—0,1671	—0,1416	—0,1035	—0,0623	—0,0266	—0,0042	1,25	10,00
—0,1720	—0,1463	—0,1066	—0,0640	—0,0275	—0,0045	1,50	10,00
—0,1801	—0,1539	—0,1113	—0,0667	—0,0288	—0,0050	2,00	10,00
—0,2006	—0,1715	—0,1205	—0,0720	—0,0323	—0,0067	4,00	10,00
—0,2265	—0,1889	—0,1242	—0,0747	—0,0364	—0,0099	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}40$

a	b	σ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4102	0,4642	—0,0793	—0,0805	—0,1260	—0,1425
0,10	0,50	1,0903	0,3206	—0,0607	—0,0578	—0,0863	—0,0987
0,10	1,00	1,3987	0,2474	—0,0496	—0,0474	—0,0675	—0,0771
0,10	1,25	1,4856	0,2263	—0,0461	—0,0444	—0,0621	—0,0707
0,10	1,50	1,5508	0,2104	—0,0435	—0,0422	—0,0580	—0,0659
0,10	2,00	1,6423	0,1881	—0,0396	—0,0391	—0,0522	—0,0591
0,10	4,00	1,8062	0,1482	—0,0323	—0,0335	—0,0418	—0,0466
0,10	10,00	1,9251	0,1196	—0,0267	—0,0294	—0,0341	—0,0374
0,50	0,10	0,5040	0,5219	—0,0857	—0,0907	—0,1434	—0,1611
0,50	0,50	2,0271	0,4807	—0,0812	—0,0807	—0,1269	—0,1446
0,50	1,00	3,2694	0,4439	—0,0769	—0,0726	—0,1133	—0,1307
0,50	1,25	3,7295	0,4295	—0,0751	—0,0695	—0,1082	—0,1255
0,50	1,50	4,1173	0,4171	—0,0736	—0,0670	—0,1039	—0,1211
0,50	2,00	4,7362	0,3967	—0,0710	—0,0629	—0,0970	—0,1139
0,50	4,00	6,1379	0,3483	—0,0646	—0,0536	—0,0811	—0,0974
0,50	10,00	7,5033	0,2986	—0,0575	—0,0445	—0,0654	—0,0808
1,00	0,10	0,5192	0,5302	—0,0866	—0,0923	—0,1462	—0,1640
1,00	0,50	2,2917	0,5152	—0,0850	—0,0865	—0,1369	—0,1554
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,7017	0,4936	—0,0826	—0,0787	—0,1243	—0,1436
1,00	1,50	5,3249	0,4878	—0,0820	—0,0767	—0,1211	—0,1405
1,00	2,00	6,3836	0,4778	—0,0808	—0,0733	—0,1155	—0,1353
1,00	4,00	9,1079	0,4510	—0,0777	—0,0644	—0,1012	—0,1218
1,00	10,00	12,2721	0,4180	—0,0737	—0,0540	—0,0844	—0,1060
1,25	0,10	0,5224	0,5319	—0,0868	—0,0926	—0,1467	—0,1646
1,25	0,50	2,3541	0,5227	—0,0858	—0,0879	—0,1392	—0,1578
1,25	1,00	4,1923	0,5132	—0,0848	—0,0831	—0,1317	—0,1510
1,25	1,25	4,9686	0,5091	—0,0843	—0,0811	—0,1285	—0,1481
1,25	1,50	5,6685	0,5054	—0,0839	—0,0793	—0,1256	—0,1455
1,25	2,00	6,8805	0,4988	—0,0832	—0,0762	—0,1207	—0,1410
1,25	4,00	10,1353	0,4807	—0,0812	—0,0677	—0,1073	—0,1290
1,25	10,00	14,1696	0,4571	—0,0784	—0,0573	—0,0906	—0,1140

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

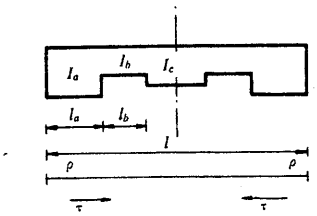
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1359	—0,1139	—0,0882	—0,0586	—0,0301	—0,0085	0,10	0,10
—0,0980	—0,0875	—0,0724	—0,0531	—0,0322	—0,0125	0,50	0,10
—0,0779	—0,0717	—0,0603	—0,0453	—0,0286	—0,0118	1,00	0,10
—0,0719	—0,0668	—0,0563	—0,0425	—0,0270	—0,0113	1,25	0,10
—0,0673	—0,0630	—0,0531	—0,0402	—0,0257	—0,0108	1,50	0,10
—0,0607	—0,0575	—0,0485	—0,0367	—0,0236	—0,0101	2,00	0,10
—0,0485	—0,0471	—0,0395	—0,0298	—0,0193	—0,0084	4,00	0,10
—0,0393	—0,0392	—0,0325	—0,0243	—0,0157	—0,0068	10,00	0,10
—0,1514	—0,1236	—0,0920	—0,0570	—0,0252	—0,0045	0,10	0,50
—0,1397	—0,1191	—0,0919	—0,0607	—0,0310	—0,0087	0,50	0,50
—0,1297	—0,1148	—0,0908	—0,0624	—0,0344	—0,0115	1,00	0,50
—0,1258	—0,1130	—0,0901	—0,0628	—0,0354	—0,0124	1,25	0,50
—0,1225	—0,1115	—0,0895	—0,0629	—0,0361	—0,0130	1,50	0,50
—0,1172	—0,1089	—0,0882	—0,0628	—0,0370	—0,0139	2,00	0,50
—0,1045	—0,1025	—0,0842	—0,0614	—0,0377	—0,0152	4,00	0,50
—0,0915	—0,0954	—0,0788	—0,0580	—0,0366	—0,0154	10,00	0,50
—0,1537	—0,1250	—0,0923	—0,0564	—0,0243	—0,0037	0,10	1,00
—0,1488	—0,1250	—0,0943	—0,0599	—0,0284	—0,0065	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1420	—0,1250	—0,0967	—0,0642	—0,0334	—0,0100	1,25	1,00
—0,1403	—0,1250	—0,0972	—0,0652	—0,0346	—0,0108	1,50	1,00
—0,1373	—0,1250	—0,0981	—0,0668	—0,0366	—0,0122	2,00	1,00
—0,1295	—0,1250	—0,1001	—0,0704	—0,0410	—0,0153	4,00	1,00
—0,1205	—0,1250	—0,1019	—0,0735	—0,0451	—0,0183	10,00	1,00
—0,1542	—0,1253	—0,0924	—0,0563	—0,0241	—0,0036	0,10	1,25
—0,1508	—0,1263	—0,0947	—0,0596	—0,0276	—0,0059	0,50	1,25
—0,1474	—0,1273	—0,0970	—0,0628	—0,0311	—0,0082	1,00	1,25
—0,1460	—0,1277	—0,0979	—0,0641	—0,0325	—0,0091	1,25	1,25
—0,1447	—0,1282	—0,0987	—0,0652	—0,0337	—0,0099	1,50	1,25
—0,1425	—0,1289	—0,1002	—0,0671	—0,0358	—0,0113	2,00	1,25
—0,1366	—0,1309	—0,1039	—0,0720	—0,0411	—0,0148	4,00	1,25
—0,1293	—0,1337	—0,1082	—0,0774	—0,0469	—0,0187	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}40$

α	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	0,5245	0,5331	—0,0869	—0,0928	—0,1471	—0,1650
1,50	0,50	2,3979	0,5279	—0,0864	—0,0888	—0,1408	—0,1595
1,50	1,00	4,3324	0,5224	—0,0858	—0,0847	—0,1343	—0,1538
1,50	1,25	5,1660	0,5201	—0,0855	—0,0829	—0,1315	—0,1514
1,50	1,50	5,9263	0,5179	—0,0853	—0,0812	—0,1290	—0,1492
1,50	2,00	7,2626	0,5140	—0,0849	—0,0784	—0,1245	—0,1453
1,50	4,00	10,9766	0,5031	—0,0837	—0,0704	—0,1120	—0,1345
1,50	10,00	15,8434	0,4882	—0,0820	—0,0599	—0,0957	—0,1203
2,00	0,10	0,5272	0,5345	—0,0871	—0,0931	—0,1476	—0,1655
2,00	0,50	2,4553	0,5345	—0,0871	—0,0900	—0,1429	—0,1617
2,00	1,00	4,5228	0,5345	—0,0871	—0,0867	—0,1379	—0,1576
2,00	1,25	5,4389	0,5345	—0,0871	—0,0853	—0,1356	—0,1558
2,00	1,50	6,2879	0,5345	—0,0871	—0,0839	—0,1336	—0,1542
2,00	2,00	7,8122	0,5345	—0,0871	—0,0815	—0,1299	—0,1512
2,00	4,00	12,2763	0,5345	—0,0871	—0,0743	—0,1190	—0,1425
2,00	10,00	18,6813	0,5345	—0,0871	—0,0641	—0,1035	—0,1299
4,00	0,10	0,5313	0,5367	—0,0873	—0,0936	—0,1483	—0,1662
4,00	0,50	2,5472	0,5448	—0,0882	—0,0920	—0,1462	—0,1652
4,00	1,00	4,8464	0,5539	—0,0891	—0,0902	—0,1437	—0,1639
4,00	1,25	5,9144	0,5580	—0,0895	—0,0893	—0,1426	—0,1633
4,00	1,50	6,9333	0,5618	—0,0899	—0,0885	—0,1415	—0,1627
4,00	2,00	8,8372	0,5689	—0,0907	—0,0871	—0,1395	—0,1616
4,00	4,00	15,0410	0,5909	—0,0929	—0,0822	—0,1328	—0,1577
4,00	10,00	26,0720	0,6258	—0,0962	—0,0735	—0,1206	—0,1501
10,00	0,10	0,5338	0,5380	—0,0875	—0,0938	—0,1487	—0,1667
10,00	0,50	2,6062	0,5512	—0,0888	—0,0932	—0,1483	—0,1674
10,00	1,00	5,0666	0,5662	—0,0904	—0,0925	—0,1477	—0,1680
10,00	1,25	6,2473	0,5732	—0,0911	—0,0921	—0,1474	—0,1683
10,00	1,50	7,3974	0,5797	—0,0917	—0,0918	—0,1471	—0,1686
10,00	2,00	9,6119	0,5920	—0,0930	—0,0912	—0,1464	—0,1690
10,00	4,00	17,5047	0,6314	—0,0968	—0,0888	—0,1441	—0,1699
10,00	10,00	34,9956	0,6992	—0,1029	—0,0835	—0,1379	—0,1693

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

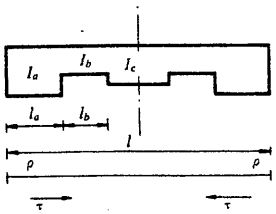
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}05$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1545	—0,1255	—0,0924	—0,0563	—0,0239	—0,0035	0,10	1,50
—0,1522	—0,1271	—0,0950	—0,0594	—0,0271	—0,0055	0,50	1,50
—0,1498	—0,1289	—0,0976	—0,0625	—0,0303	—0,0076	1,00	1,50
—0,1488	—0,1296	—0,0987	—0,0639	—0,0317	—0,0084	1,25	1,50
—0,1479	—0,1304	—0,0997	—0,0651	—0,0329	—0,0092	1,50	1,50
—0,1463	—0,1316	—0,1015	—0,0672	—0,0351	—0,0106	2,00	1,50
—0,1419	—0,1352	—0,1064	—0,0729	—0,0408	—0,0143	4,00	1,50
—0,1362	—0,1402	—0,1128	—0,0800	—0,0479	—0,0188	10,00	1,50
—0,1549	—0,1257	—0,0925	—0,0562	—0,0238	—0,0033	0,10	2,00
—0,1540	—0,1282	—0,0953	—0,0590	—0,0264	—0,0050	0,50	2,00
—0,1530	—0,1309	—0,0983	—0,0621	—0,0292	—0,0067	1,00	2,00
—0,1526	—0,1321	—0,0996	—0,0635	—0,0305	—0,0075	1,25	2,00
—0,1522	—0,1332	—0,1009	—0,0647	—0,0317	—0,0082	1,50	2,00
—0,1514	—0,1352	—0,1031	—0,0670	—0,0338	—0,0094	2,00	2,00
—0,1493	—0,1411	—0,1096	—0,0736	—0,0399	—0,0132	4,00	2,00
—0,1463	—0,1495	—0,1189	—0,0831	—0,0487	—0,0185	10,00	2,00
—0,1555	—0,1260	—0,0926	—0,0560	—0,0235	—0,0031	0,10	4,00
—0,1568	—0,1299	—0,0957	—0,0584	—0,0252	—0,0040	0,50	4,00
—0,1582	—0,1341	—0,0993	—0,0611	—0,0272	—0,0051	1,00	4,00
—0,1588	—0,1360	—0,1009	—0,0624	—0,0281	—0,0056	1,25	4,00
—0,1593	—0,1378	—0,1024	—0,0636	—0,0291	—0,0061	1,50	4,00
—0,1603	—0,1411	—0,1052	—0,0658	—0,0308	—0,0070	2,00	4,00
—0,1630	—0,1510	—0,1139	—0,0731	—0,0365	—0,0101	4,00	4,00
—0,1662	—0,1662	—0,1283	—0,0859	—0,0471	—0,0161	10,00	4,00
—0,1559	—0,1262	—0,0926	—0,0559	—0,0233	—0,0030	0,10	10,00
—0,1586	—0,1309	—0,0960	—0,0579	—0,0244	—0,0034	0,50	10,00
—0,1615	—0,1361	—0,0997	—0,0603	—0,0257	—0,0039	1,00	10,00
—0,1629	—0,1385	—0,1015	—0,0614	—0,0263	—0,0042	1,25	10,00
—0,1641	—0,1407	—0,1031	—0,0624	—0,0269	—0,0044	1,50	10,00
—0,1664	—0,1449	—0,1061	—0,0643	—0,0281	—0,0049	2,00	10,00
—0,1733	—0,1577	—0,1158	—0,0709	—0,0321	—0,0068	4,00	10,00
—0,1835	—0,1783	—0,1323	—0,0834	—0,0410	—0,0112	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ_α	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,8}$
0,10	0,10	0,7042	0,2324	—0,0472	—0,0662	—0,0770	—0,0759
0,10	0,50	0,8843	0,2201	—0,0451	—0,0576	—0,0680	—0,0709
0,10	1,00	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
0,10	1,25	0,9196	0,2177	—0,0447	—0,0559	—0,0663	—0,0699
0,10	1,50	0,9237	0,2174	—0,0446	—0,0557	—0,0661	—0,0698
0,10	2,00	0,9289	0,2170	—0,0446	—0,0554	—0,0658	—0,0696
0,10	4,00	0,9367	0,2165	—0,0445	—0,0551	—0,0654	—0,0694
0,10	10,00	0,9415	0,2162	—0,0444	—0,0548	—0,0652	—0,0693
0,50	0,10	1,4732	0,3535	—0,0653	—0,0859	—0,1109	—0,1116
0,50	0,50	2,5797	0,4036	—0,0719	—0,0754	—0,1089	—0,1213
0,50	1,00	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
0,50	1,25	2,9104	0,4176	—0,0737	—0,0723	—0,1082	—0,1238
0,50	1,50	2,9526	0,4194	—0,0739	—0,0719	—0,1081	—0,1242
0,50	2,00	3,0071	0,4217	—0,0741	—0,0714	—0,1080	—0,1246
0,50	4,00	3,0927	0,4252	—0,0746	—0,0705	—0,1078	—0,1252
0,50	10,00	3,1466	0,4274	—0,0749	—0,0700	—0,1076	—0,1256
1,00	0,10	1,7163	0,3867	—0,0697	—0,0918	—0,1207	—0,1215
1,00	0,50	3,4754	0,4768	—0,0807	—0,0835	—0,1267	—0,1419
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,1254	0,5053	—0,0839	—0,0804	—0,1283	—0,1482
1,00	1,50	4,2136	0,5090	—0,0843	—0,0800	—0,1285	—0,1490
1,00	2,00	4,3295	0,5137	—0,0848	—0,0794	—0,1288	—0,1501
1,00	4,00	4,5165	0,5213	—0,0857	—0,0786	—0,1292	—0,1517
1,00	10,00	4,6371	0,5260	—0,0862	—0,0780	—0,1294	—0,1528
1,25	0,10	1,7756	0,3944	—0,0707	—0,0932	—0,1231	—0,1239
1,25	0,50	3,7435	0,4960	—0,0829	—0,0858	—0,1316	—0,1475
1,25	1,00	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537
1,25	1,25	4,5177	0,5290	—0,0865	—0,0829	—0,1342	—0,1552
1,25	1,50	4,6250	0,5333	—0,0870	—0,0824	—0,1346	—0,1562
1,25	2,00	4,7668	0,5389	—0,0876	—0,0819	—0,1350	—0,1575
1,25	4,00	4,9977	0,5478	—0,0885	—0,0810	—0,1357	—0,1596
1,25	10,00	5,1478	0,5534	—0,0891	—0,0805	—0,1362	—0,1609

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

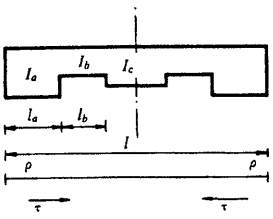
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0703	—0,0611	—0,0493	—0,0356	—0,0210	—0,0067	0,10	0,10
—0,0681	—0,0608	—0,0500	—0,0369	—0,0225	—0,0079	0,50	0,10
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,00	0,10
—0,0676	—0,0607	—0,0502	—0,0371	—0,0228	—0,0081	1,25	0,10
—0,0676	—0,0607	—0,0502	—0,0372	—0,0228	—0,0082	1,50	0,10
—0,0675	—0,0607	—0,0502	—0,0372	—0,0228	—0,0082	2,00	0,10
—0,0674	—0,0607	—0,0502	—0,0373	—0,0229	—0,0082	4,00	0,10
—0,0674	—0,0607	—0,0502	—0,0373	—0,0229	—0,0083	10,00	0,10
—0,1035	—0,0887	—0,0691	—0,0467	—0,0236	—0,0045	0,10	0,50
—0,1187	—0,1048	—0,0832	—0,0576	—0,0314	—0,0092	0,50	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	1,00	0,50
—0,1228	—0,1091	—0,0870	—0,0605	—0,0338	—0,0108	1,25	0,50
—0,1233	—0,1096	—0,0874	—0,0608	—0,0341	—0,0110	1,50	0,50
—0,1239	—0,1103	—0,0880	—0,0613	—0,0344	—0,0113	2,00	0,50
—0,1249	—0,1114	—0,0889	—0,0620	—0,0350	—0,0117	4,00	0,50
—0,1256	—0,1120	—0,0895	—0,0625	—0,0354	—0,0120	10,00	0,50
—0,1123	—0,0954	—0,0732	—0,0482	—0,0227	—0,0029	0,10	1,00
—0,1377	—0,1193	—0,0918	—0,0604	—0,0302	—0,0074	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1454	—0,1263	—0,0969	—0,0636	—0,0324	—0,0094	1,25	1,00
—0,1464	—0,1272	—0,0975	—0,0639	—0,0327	—0,0097	1,50	1,00
—0,1477	—0,1283	—0,0983	—0,0644	—0,0331	—0,0100	2,00	1,00
—0,1497	—0,1301	—0,0996	—0,0652	—0,0337	—0,0106	4,00	1,00
—0,1510	—0,1312	—0,1004	—0,0656	—0,0340	—0,0110	10,00	1,00
—0,1143	—0,0969	—0,0741	—0,0485	—0,0224	—0,0025	0,10	1,25
—0,1427	—0,1229	—0,0936	—0,0606	—0,0292	—0,0067	0,50	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,00	1,25
—0,1517	—0,1306	—0,0989	—0,0634	—0,0312	—0,0086	1,25	1,25
—0,1528	—0,1316	—0,0995	—0,0638	—0,0314	—0,0089	1,50	1,25
—0,1543	—0,1328	—0,1003	—0,0642	—0,0317	—0,0093	2,00	1,25
—0,1567	—0,1348	—0,1016	—0,0648	—0,0322	—0,0099	4,00	1,25
—0,1583	—0,1361	—0,1024	—0,0652	—0,0325	—0,0103	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
1,50	0,10	1,8175	0,3998	—0,0714	—0,0942	—0,1247	—0,1255	
1,50	0,50	3,9489	0,5099	—0,0844	—0,0875	—0,1353	—0,1516	
1,50	1,00	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588	
1,50	1,25	4,8284	0,5465	—0,0883	—0,0847	—0,1388	—0,1605	
1,50	1,50	4,9523	0,5513	—0,0888	—0,0843	—0,1393	—0,1617	
1,50	2,00	5,1170	0,5575	—0,0895	—0,0838	—0,1399	—0,1632	
1,50	4,00	5,3869	0,5675	—0,0905	—0,0830	—0,1408	—0,1657	
1,50	10,00	5,5638	0,5738	—0,0911	—0,0824	—0,1414	—0,1673	
2,00	0,10	1,8731	0,4068	—0,0723	—0,0955	—0,1269	—0,1276	
2,00	0,50	4,2432	0,5287	—0,0865	—0,0899	—0,1405	—0,1574	
2,00	1,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660	
2,00	1,25	5,2903	0,5704	—0,0908	—0,0875	—0,1454	—0,1681	
2,00	1,50	5,4416	0,5759	—0,0914	—0,0871	—0,1460	—0,1695	
2,00	2,00	5,6441	0,5831	—0,0921	—0,0866	—0,1469	—0,1714	
2,00	4,00	5,9797	0,5946	—0,0932	—0,0858	—0,1483	—0,1745	
2,00	10,00	6,2023	0,6019	—0,0939	—0,0853	—0,1492	—0,1765	
4,00	0,10	1,9635	0,4180	—0,0737	—0,0977	—0,1304	—0,1311	
4,00	0,50	4,7886	0,5604	—0,0898	—0,0934	—0,1498	—0,1676	
4,00	1,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792	
4,00	1,25	6,2032	0,6115	—0,0949	—0,0927	—0,1578	—0,1821	
4,00	1,50	6,4178	0,6184	—0,0955	—0,0924	—0,1589	—0,1842	
4,00	2,00	6,7095	0,6274	—0,0964	—0,0921	—0,1605	—0,1869	
4,00	4,00	7,2046	0,6418	—0,0977	—0,0915	—0,1630	—0,1914	
4,00	10,00	7,5411	0,6510	—0,0986	—0,0911	—0,1647	—0,1944	
10,00	0,10	2,0225	0,4251	—0,0746	—0,0990	—0,1326	—0,1333	
10,00	0,50	5,1977	0,5818	—0,0919	—0,0975	—0,1565	—0,1748	
10,00	1,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891	
10,00	1,25	6,9426	0,6399	—0,0976	—0,0967	—0,1674	—0,1928	
10,00	1,50	7,2181	0,6478	—0,0983	—0,0966	—0,1690	—0,1954	
10,00	2,00	7,5973	0,6581	—0,0992	—0,0964	—0,1712	—0,1989	
10,00	4,00	8,2539	0,6748	—0,1007	—0,0961	—0,1749	—0,2049	
10,00	10,00	8,7102	0,6855	—0,1017	—0,0959	—0,1775	—0,2089	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

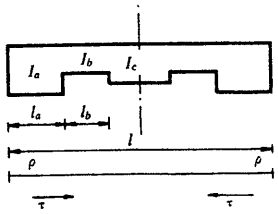
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1157	—0,0980	—0,0747	—0,0486	—0,0221	—0,0021	0,10	1,50
—0,1463	—0,1254	—0,0948	—0,0605	—0,0284	—0,0060	0,50	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0626	—0,0297	—0,0076	1,00	1,50
—0,1563	—0,1337	—0,1001	—0,0631	—0,0300	—0,0080	1,25	1,50
—0,1576	—0,1347	—0,1007	—0,0633	—0,0302	—0,0082	1,50	1,50
—0,1593	—0,1361	—0,1016	—0,0637	—0,0304	—0,0086	2,00	1,50
—0,1620	—0,1382	—0,1028	—0,0642	—0,0308	—0,0093	4,00	1,50
—0,1637	—0,1396	—0,1036	—0,0645	—0,0310	—0,0097	10,00	1,50
—0,1176	—0,0993	—0,0755	—0,0488	—0,0217	—0,0017	0,10	2,00
—0,1513	—0,1288	—0,0962	—0,0601	—0,0270	—0,0051	0,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	1,00	2,00
—0,1628	—0,1378	—0,1014	—0,0621	—0,0279	—0,0069	1,25	2,00
—0,1643	—0,1389	—0,1021	—0,0622	—0,0280	—0,0071	1,50	2,00
—0,1663	—0,1404	—0,1028	—0,0624	—0,0281	—0,0075	2,00	2,00
—0,1695	—0,1428	—0,1040	—0,0626	—0,0282	—0,0081	4,00	2,00
—0,1715	—0,1443	—0,1047	—0,0627	—0,0282	—0,0085	10,00	2,00
—0,1205	—0,1014	—0,0766	—0,0489	—0,0211	—0,0009	0,10	4,00
—0,1599	—0,1342	—0,0980	—0,0587	—0,0239	—0,0030	0,50	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	1,00	4,00
—0,1744	—0,1446	—0,1027	—0,0589	—0,0229	—0,0043	1,25	4,00
—0,1764	—0,1459	—0,1032	—0,0587	—0,0227	—0,0045	1,50	4,00
—0,1790	—0,1477	—0,1038	—0,0584	—0,0223	—0,0048	2,00	4,00
—0,1833	—0,1504	—0,1046	—0,0578	—0,0217	—0,0053	4,00	4,00
—0,1861	—0,1521	—0,1050	—0,0572	—0,0211	—0,0056	10,00	4,00
—0,1224	—0,1028	—0,0773	—0,0490	—0,0206	—0,0004	0,10	10,00
—0,1659	—0,1378	—0,0988	—0,0572	—0,0212	—0,0014	0,50	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	1,00	10,00
—0,1829	—0,1491	—0,1028	—0,0554	—0,0182	—0,0020	1,25	10,00
—0,1853	—0,1505	—0,1031	—0,0548	—0,0176	—0,0021	1,50	10,00
—0,1885	—0,1524	—0,1034	—0,0540	—0,0168	—0,0023	2,00	10,00
—0,1938	—0,1555	—0,1037	—0,0523	—0,0152	—0,0026	4,00	10,00
—0,1973	—0,1574	—0,1037	—0,0510	—0,0139	—0,0027	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868
0,10	0,50	0,8608	0,2255	—0,0460	—0,0587	—0,0707	—0,0728
0,10	1,00	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
0,10	1,25	0,9249	0,2165	—0,0445	—0,0556	—0,0657	—0,0694
0,10	1,50	0,9326	0,2154	—0,0443	—0,0553	—0,0651	—0,0690
0,10	2,00	0,9425	0,2140	—0,0441	—0,0548	—0,0643	—0,0685
0,10	4,00	0,9576	0,2119	—0,0437	—0,0541	—0,0631	—0,0677
0,10	10,00	0,9670	0,2106	—0,0435	—0,0536	—0,0624	—0,0672
0,50	0,10	1,0559	0,3686	—0,0673	—0,0899	—0,1271	—0,1199
0,50	0,50	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227
0,50	1,00	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
0,50	1,25	2,9617	0,4179	—0,0737	—0,0718	—0,1071	—0,1235
0,50	1,50	3,0417	0,4198	—0,0739	—0,0710	—0,1063	—0,1236
0,50	2,00	3,1479	0,4224	—0,0742	—0,0700	—0,1052	—0,1238
0,50	4,00	3,3220	0,4266	—0,0748	—0,0684	—0,1033	—0,1240
0,50	10,00	3,4362	0,4294	—0,0751	—0,0673	—0,1021	—0,1241
1,00	0,10	1,1759	0,3926	—0,0705	—0,0944	—0,1365	—0,1276
1,00	0,50	3,1481	0,4706	—0,0800	—0,0850	—0,1306	—0,1420
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,2304	0,5075	—0,0842	—0,0799	—0,1273	—0,1483
1,00	1,50	4,3998	0,5130	—0,0848	—0,0791	—0,1267	—0,1492
1,00	2,00	4,6322	0,5203	—0,0856	—0,0780	—0,1260	—0,1504
1,00	4,00	5,0325	0,5325	—0,0869	—0,0761	—0,1246	—0,1523
1,00	10,00	5,3089	0,5406	—0,0877	—0,0748	—0,1237	—0,1536
1,25	0,10	1,2035	0,3979	—0,0712	—0,0954	—0,1375	—0,1294
1,25	0,50	3,3654	0,4877	—0,0820	—0,0872	—0,1353	—0,1471
1,25	1,00	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537
1,25	1,25	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1333	—0,1554
1,25	1,50	4,8520	0,5386	—0,0875	—0,0816	—0,1329	—0,1566
1,25	2,00	5,1395	0,5475	—0,0884	—0,0805	—0,1324	—0,1583
1,25	4,00	5,6437	0,5625	—0,0900	—0,0786	—0,1314	—0,1610
1,25	10,00	5,9990	0,5726	—0,0910	—0,0773	—0,1307	—0,1629

vigas de inercia variable
cinco tramos, ... /
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

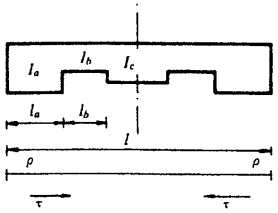
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	0,10	0,10
—0,0694	—0,0617	—0,0506	—0,0372	—0,0226	—0,0079	0,50	0,10
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,00	0,10
—0,0674	—0,0605	—0,0500	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,25	0,10
—0,0671	—0,0604	—0,0500	—0,0371	—0,0227	—0,0082	1,50	0,10
—0,0668	—0,0602	—0,0499	—0,0370	—0,0228	—0,0082	2,00	0,10
—0,0663	—0,0599	—0,0498	—0,0370	—0,0228	—0,0082	4,00	0,10
—0,0660	—0,0597	—0,0497	—0,0370	—0,0228	—0,0082	10,00	0,10
—0,1065	—0,0883	—0,0668	—0,0434	—0,0196	—0,0034	0,10	0,50
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	0,50	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	1,00	0,50
—0,1229	—0,1095	—0,0874	—0,0609	—0,0342	—0,0110	1,25	0,50
—0,1235	—0,1103	—0,0882	—0,0616	—0,0349	—0,0113	1,50	0,50
—0,1244	—0,1114	—0,0893	—0,0626	—0,0358	—0,0118	2,00	0,50
—0,1257	—0,1131	—0,0910	—0,0641	—0,0372	—0,0126	4,00	0,50
—0,1265	—0,1142	—0,0921	—0,0651	—0,0381	—0,0131	10,00	0,50
—0,1129	—0,0929	—0,0693	—0,0438	—0,0180	—0,0020	0,10	1,00
—0,1358	—0,1167	—0,0892	—0,0580	—0,0278	—0,0066	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1461	—0,1271	—0,0977	—0,0642	—0,0331	—0,0097	1,25	1,00
—0,1475	—0,1286	—0,0989	—0,0651	—0,0340	—0,0102	1,50	1,00
—0,1495	—0,1306	—0,1005	—0,0663	—0,0351	—0,0109	2,00	1,00
—0,1528	—0,1338	—0,1031	—0,0683	—0,0371	—0,0121	4,00	1,00
—0,1550	—0,1360	—0,1048	—0,0695	—0,0385	—0,0130	10,00	1,00
—0,1143	—0,0938	—0,0698	—0,0438	—0,0176	—0,0017	0,10	1,25
—0,1403	—0,1198	—0,0908	—0,0581	—0,0268	—0,0059	0,50	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,00	1,25
—0,1525	—0,1315	—0,0997	—0,0641	—0,0319	—0,0089	1,25	1,25
—0,1543	—0,1332	—0,1010	—0,0650	—0,0328	—0,0095	1,50	1,25
—0,1567	—0,1355	—0,1026	—0,0661	—0,0339	—0,0102	2,00	1,25
—0,1607	—0,1392	—0,1053	—0,0680	—0,0359	—0,0115	4,00	1,25
—0,1634	—0,1417	—0,1071	—0,0692	—0,0373	—0,0125	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0\cdot1}$	$\mu_{0\cdot2}$	$\mu_{0\cdot3}$
1,50	0,10	1,2227	0,4015	—0,0716	—0,0961	—0,1388	—0,1306
1,50	0,50	3,5294	0,5000	—0,0833	—0,0888	—0,1388	—0,1509
1,50	1,00	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588
1,50	1,25	4,9748	0,5500	—0,0887	—0,0843	—0,1379	—0,1609
1,50	1,50	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1377	—0,1624
1,50	2,00	5,5520	0,5677	—0,0905	—0,0825	—0,1374	—0,1644
1,50	4,00	6,1520	0,5850	—0,0923	—0,0806	—0,1367	—0,1679
1,50	10,00	6,5820	0,5966	—0,0934	—0,0792	—0,1363	—0,1702
2,00	0,10	1,2476	0,4063	—0,0722	—0,0970	—0,1405	—0,1321
2,00	0,50	3,7608	0,5165	—0,0852	—0,0911	—0,1437	—0,1561
2,00	1,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
2,00	1,25	5,4682	0,5747	—0,0912	—0,0870	—0,1446	—0,1687
2,00	1,50	5,7639	0,5836	—0,0921	—0,0864	—0,1447	—0,1707
2,00	2,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
2,00	4,00	6,9513	0,6164	—0,0953	—0,0836	—0,1448	—0,1780
2,00	10,00	7,5163	0,6304	—0,0967	—0,0822	—0,1448	—0,1813
4,00	0,10	1,2870	0,4136	—0,0731	—0,0985	—0,1433	—0,1345
4,00	0,50	4,1782	0,5441	—0,0881	—0,0950	—0,1522	—0,1650
4,00	1,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792
4,00	1,25	6,4538	0,6174	—0,0954	—0,0924	—0,1573	—0,1833
4,00	1,50	6,8806	0,6289	—0,0965	—0,0919	—0,1581	—0,1863
4,00	2,00	7,5062	0,6447	—0,0980	—0,0911	—0,1593	—0,1906
4,00	4,00	8,7101	0,6720	—0 1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
4,00	10,00	9,6536	0,6908	—0,1021	—0,0886	—0,1628	—0,2043
10,00	0,10	1,3120	0,4182	—0,0737	—0,0994	—0,1450	—0,1361
10,00	0,50	4,4818	0,5625	—0,0900	—0,0979	—0,1583	—0,1713
10,00	1,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891
10,00	1,25	7,2629	0,6470	—0,0982	—0,0966	—0,1672	—0,1945
10,00	1,50	7,8191	0,6605	—0,0994	—0,0963	—0,1688	—0,1986
10,00	2,00	8,6563	0,6791	—0,1011	—0,0959	—0,1712	—0,2046
10,00	4,00	10,3473	0,7115	—0,1039	—0,0951	—0,1757	—0,2159
10,00	10,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

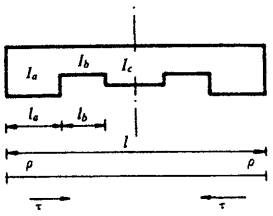
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1152	—0,0945	—0,0701	—0,0438	—0,0173	—0,0014	0,10	1,50
—0,1435	—0,1221	—0,0918	—0,0579	—0,0259	—0,0053	0,50	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0625	—0,0297	—0,0076	1,00	1,50
—0,1572	—0,1347	—0,1010	—0,0638	—0,0308	—0,0083	1,25	1,50
—0,1593	—0,1365	—0,1022	—0,0645	—0,0315	—0,0088	1,50	1,50
—0,1621	—0,1390	—0,1039	—0,0656	—0,0326	—0,0095	2,00	1,50
—0,1667	—0,1431	—0,1067	—0,0672	—0,0345	—0,0109	4,00	1,50
—0,1699	—0,1458	—0,1084	—0,0683	—0,0359	—0,0119	10,00	1,50
—0,1165	—0,0954	—0,0706	—0,0438	—0,0169	—0,0011	0,10	2,00
—0,1479	—0,1250	—0,0930	—0,0576	—0,0245	—0,0044	0,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	1,00	2,00
—0,1639	—0,1390	—0,1023	—0,0627	—0,0287	—0,0071	1,25	2,00
—0,1664	—0,1410	—0,1036	—0,0633	—0,0293	—0,0076	1,50	2,00
—0,1697	—0,1438	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	2,00	2,00
—0,1755	—0,1483	—0,1079	—0,0653	—0,0319	—0,0098	4,00	2,00
—0,1794	—0,1514	—0,1095	—0,0659	—0,0330	—0,0108	10,00	2,00
—0,1184	—0,0967	—0,0712	—0,0438	—0,0162	—0,0006	0,10	4,00
—0,1554	—0,1298	—0,0946	—0,0564	—0,0216	—0,0026	0,50	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	1,00	4,00
—0,1760	—0,1460	—0,1036	—0,0593	—0,0236	—0,0045	1,25	4,00
—0,1794	—0,1484	—0,1047	—0,0594	—0,0238	—0,0049	1,50	4,00
—0,1840	—0,1517	—0,1060	—0,0594	—0,0241	—0,0055	2,00	4,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	4,00	4,00
—0,1982	—0,1608	—0,1086	—0,0577	—0,0245	—0,0077	10,00	4,00
—0,1196	—0,0975	—0,0716	—0,0437	—0,0157	—0,0002	0,10	10,00
—0,1605	—0,1328	—0,0954	—0,0552	—0,0192	—0,0011	0,50	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	1,00	10,00
—0,1849	—0,1506	—0,1035	—0,0555	—0,0187	—0,0022	1,25	10,00
—0,1891	—0,1533	—0,1048	—0,0550	—0,0183	—0,0024	1,50	10,00
—0,1950	—0,1569	—0,1050	—0,0538	—0,0177	—0,0027	2,00	10,00
—0,2058	—0,1631	—0,1054	—0,0505	—0,0161	—0,0034	4,00	10,00
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151	
0,10	0,50	0,8262	0,2435	—0,0490	—0,0604	—0,0760	—0,0792	
0,10	1,00	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700	
0,10	1,25	0,9334	0,2123	—0,0438	—0,0552	—0,0644	—0,0679	
0,10	1,50	0,9472	0,2082	—0,0431	—0,0545	—0,0629	—0,0665	
0,10	2,00	0,9651	0,2030	—0,0422	—0,0537	—0,0609	—0,0646	
0,10	4,00	0,9934	0,1946	—0,0407	—0,0523	—0,0579	—0,0615	
0,10	10,00	1,0112	0,1894	—0,0398	—0,0514	—0,0559	—0,0596	
0,50	0,10	0,7518	0,4458	—0,0771	—0,0928	—0,1486	—0,1508	
0,50	0,50	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322	
0,50	1,00	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234	
0,50	1,25	3,0382	0,4122	—0,0730	—0,0710	—0,1047	—0,1209	
0,50	1,50	3,1785	0,4101	—0,0727	—0,0697	—0,1020	—0,1191	
0,50	2,00	3,3734	0,4071	—0,0723	—0,0678	—0,0983	—0,1166	
0,50	4,00	3,7153	0,4019	—0,0717	—0,0646	—0,0917	—0,1122	
0,50	10,00	3,9560	0,3981	—0,0712	—0,0623	—0,0871	—0,1090	
1,00	0,10	0,8136	0,4656	—0,0794	—0,0961	—0,1559	—0,1581	
1,00	0,50	2,7861	0,4873	—0,0819	—0,0868	—0,1386	—0,1514	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,3822	0,5039	—0,0838	—0,0792	—0,1246	—0,1456	
1,00	1,50	4,6805	0,5070	—0,0841	—0,0778	—0,1220	—0,1445	
1,00	2,00	5,1160	0,5113	—0,0846	—0,0757	—0,1182	—0,1428	
1,00	4,00	5,9466	0,5195	—0,0855	—0,0718	—0,1109	—0,1397	
1,00	10,00	6,5893	0,5257	—0,0861	—0,0687	—0,1052	—0,1372	
1,25	0,10	0,8273	0,4698	—0,0799	—0,0969	—0,1575	—0,1597	
1,25	0,50	2,9569	0,5027	—0,0836	—0,0888	—0,1432	—0,1564	
1,25	1,00	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537	
1,25	1,25	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1306	—0,1528	
1,25	1,50	5,1934	0,5341	—0,0870	—0,0803	—0,1282	—0,1520	
1,25	2,00	5,7380	0,5414	—0,0878	—0,0782	—0,1245	—0,1509	
1,25	4,00	6,8118	0,5551	—0,0892	—0,0742	—0,1172	—0,1484	
1,25	10,00	7,6763	0,5658	—0,0903	—0,0709	—0,1113	—0,1463	

vigas de inercia variable, cinco tramos, empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

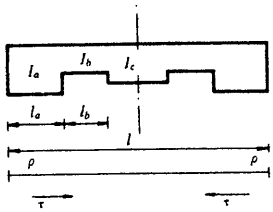
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	0,10	0,10
—0,0745	—0,0656	—0,0536	—0,0395	—0,0240	—0,0083	0,50	0,10
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,00	0,10
—0,0661	—0,0596	—0,0493	—0,0365	—0,0224	—0,0080	1,25	0,10
—0,0651	—0,0588	—0,0487	—0,0360	—0,0221	—0,0080	1,50	0,10
—0,0636	—0,0577	—0,0479	—0,0354	—0,0217	—0,0079	2,00	0,10
—0,0614	—0,0560	—0,0466	—0,0345	—0,0211	—0,0077	4,00	0,10
—0,0599	—0,0549	—0,0458	—0,0338	—0,0207	—0,0076	10,00	0,10
—0,1280	—0,1021	—0,0740	—0,0450	—0,0131	—0,0030	0,10	0,50
—0,1239	—0,1063	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	0,50	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	1,00	0,50
—0,1215	—0,1089	—0,0874	—0,0612	—0,0346	—0,0111	1,25	0,50
—0,1212	—0,1094	—0,0882	—0,0621	—0,0355	—0,0115	1,50	0,50
—0,1207	—0,1100	—0,0893	—0,0634	—0,0367	—0,0122	2,00	0,50
—0,1198	—0,1111	—0,0913	—0,0656	—0,0388	—0,0132	4,00	0,50
—0,1192	—0,1119	—0,0927	—0,0672	—0,0403	—0,0139	10,00	0,50
—0,1334	—0,1054	—0,0753	—0,0441	—0,0159	—0,0017	0,10	1,00
—0,1403	—0,1179	—0,0883	—0,0558	—0,0257	—0,0061	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1451	—0,1272	—0,0984	—0,0653	—0,0340	—0,0099	1,25	1,00
—0,1460	—0,1288	—0,1002	—0,0671	—0,0357	—0,0107	1,50	1,00
—0,1472	—0,1313	—0,1028	—0,0697	—0,0380	—0,0118	2,00	1,00
—0,1494	—0,1357	—0,1078	—0,0746	—0,0427	—0,0139	4,00	1,00
—0,1510	—0,1391	—0,1115	—0,0785	—0,0463	—0,0156	10,00	1,00
—0,1346	—0,1061	—0,0755	—0,0438	—0,0153	—0,0014	0,10	1,25
—0,1444	—0,1206	—0,0895	—0,0554	—0,0244	—0,0054	0,50	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,00	1,25
—0,1517	—0,1318	—0,1006	—0,0654	—0,0330	—0,0092	1,25	1,25
—0,1530	—0,1339	—0,1027	—0,0673	—0,0347	—0,0100	1,50	1,25
—0,1549	—0,1368	—0,1057	—0,0702	—0,0374	—0,0112	2,00	1,25
—0,1583	—0,1424	—0,1114	—0,0758	—0,0427	—0,0137	4,00	1,25
—0,1608	—0,1467	—0,1158	—0,0803	—0,0471	—0,0158	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
1,50	0,10	0,8367	0,4727	—0,0802	—0,0973	—0,1586	—0,1607	
1,50	0,50	3,0840	0,5136	—0,0848	—0,0902	—0,1466	—0,1600	
1,50	1,00	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588	
1,50	1,25	5,1840	0,5479	—0,0885	—0,0836	—0,1353	—0,1583	
1,50	1,50	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1329	—0,1578	
1,50	2,00	6,2549	0,5640	—0,0902	—0,0802	—0,1294	—0,1571	
1,50	4,00	7,5630	0,5825	—0,0920	—0,0761	—0,1222	—0,1554	
1,50	10,00	8,6545	0,5969	—0,0934	—0,0727	—0,1162	—0,1538	
2,00	0,10	0,8488	0,4764	—0,0807	—0,0980	—0,1600	—0,1621	
2,00	0,50	3,2609	0,5282	—0,0864	—0,0923	—0,1512	—0,1649	
2,00	1,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660	
2,00	1,25	5,7213	0,5737	—0,0911	—0,0864	—0,1420	—0,1662	
2,00	1,50	6,2494	0,5826	—0,0920	—0,0852	—0,1400	—0,1663	
2,00	2,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664	
2,00	4,00	8,8095	0,6216	—0,0958	—0,0792	—0,1301	—0,1661	
2,00	10,00	10,3553	0,6423	—0,0978	—0,0755	—0,1240	—0,1654	
4,00	0,10	0,8677	0,4820	—0,0813	—0,0990	—0,1621	—0,1643	
4,00	0,50	3,5726	0,5522	—0,0880	—0,0958	—0,1592	—0,1734	
4,00	1,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792	
4,00	1,25	6,8094	0,6186	—0,0955	—0,0919	—0,1549	—0,1811	
4,00	1,50	7,5852	0,6321	—0,0968	—0,0910	—0,1538	—0,1826	
4,00	2,00	8,8555	0,6525	—0,0987	—0,0895	—0,1520	—0,1848	
4,00	4,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889	
4,00	10,00	15,0391	0,7286	—0,1054	—0,0823	—0,1421	—0,1922	
10,00	0,10	0,8794	0,4855	—0,0817	—0,0996	—0,1635	—0,1656	
10,00	0,50	3,7935	0,5679	—0,0905	—0,0982	—0,1647	—0,1791	
10,00	1,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891	
10,00	1,25	7,7181	0,6498	—0,0985	—0,0964	—0,1652	—0,1927	
10,00	1,50	8,7473	0,6670	—0,1000	—0,0959	—0,1652	—0,1956	
10,00	2,00	10,5203	0,6934	—0,1024	—0,0950	—0,1650	—0,2003	
10,00	4,00	15,2683	0,7481	—0,1070	—0,0928	—0,1642	—0,2108	
10,00	10,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

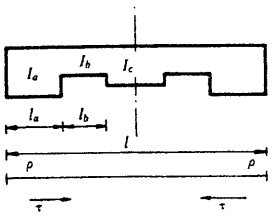
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1354	—0,1066	—0,0756	—0,0437	—0,0150	—0,0012	0,10	1,50
—0,1473	—0,1225	—0,0902	—0,0550	—0,0234	—0,0048	0,50	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0626	—0,0297	—0,0076	1,00	1,50
—0,1566	—0,1352	—0,1020	—0,0651	—0,0319	—0,0086	1,25	1,50
—0,1583	—0,1375	—0,1042	—0,0672	—0,0337	—0,0094	1,50	1,50
—0,1607	—0,1409	—0,1075	—0,0702	—0,0365	—0,0107	2,00	1,50
—0,1653	—0,1474	—0,1137	—0,0762	—0,0422	—0,0134	4,00	1,50
—0,1687	—0,1523	—0,1185	—0,0811	—0,0472	—0,0157	10,00	1,50
—0,1364	—0,1072	—0,0758	—0,0434	—0,0145	—0,0009	0,10	2,00
—0,1513	—0,1250	—0,0910	—0,0543	—0,0218	—0,0039	0,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	1,00	2,00
—0,1635	—0,1396	—0,1036	—0,0643	—0,0299	—0,0075	1,25	2,00
—0,1658	—0,1424	—0,1059	—0,0663	—0,0317	—0,0083	1,50	2,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	2,00	2,00
—0,1756	—0,1542	—0,1161	—0,0756	—0,0408	—0,0125	4,00	2,00
—0,1806	—0,1602	—0,1213	—0,0809	—0,0464	—0,0152	10,00	2,00
—0,1380	—0,1081	—0,0761	—0,0430	—0,0137	—0,0005	0,10	4,00
—0,1579	—0,1290	—0,0921	—0,0526	—0,0188	—0,0022	0,50	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	1,00	4,00
—0,1761	—0,1471	—0,1051	—0,0611	—0,0249	—0,0048	1,25	4,00
—0,1797	—0,1506	—0,1075	—0,0628	—0,0264	—0,0055	1,50	4,00
—0,1853	—0,1558	—0,1109	—0,0652	—0,0288	—0,0066	2,00	4,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	4,00	4,00
—0,2063	—0,1740	—0,1213	—0,0742	—0,0405	—0,0126	10,00	4,00
—0,1389	—0,1087	—0,0762	—0,0428	—0,0132	—0,0002	0,10	10,00
—0,1624	—0,1316	—0,0925	—0,0512	—0,0164	—0,0010	0,50	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	1,00	10,00
—0,1855	—0,1520	—0,1051	—0,0573	—0,0199	—0,0023	1,25	10,00
—0,1904	—0,1561	—0,1072	—0,0583	—0,0207	—0,0027	1,50	10,00
—0,1982	—0,1621	—0,1099	—0,0594	—0,0221	—0,0034	2,00	10,00
—0,2154	—0,1740	—0,1134	—0,0603	—0,0252	—0,0053	4,00	10,00
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363
0,10	0,50	0,8029	0,2674	—0,0527	—0,0615	—0,0797	—0,0858
0,10	1,00	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
0,10	1,25	0,9401	0,2062	—0,0427	—0,0549	—0,0634	—0,0662
0,10	1,50	0,9589	0,1978	—0,0413	—0,0540	—0,0611	—0,0634
0,10	2,00	0,9837	0,1867	—0,0393	—0,0528	—0,0582	—0,0598
0,10	4,00	1,0239	0,1688	—0,0361	—0,0508	—0,0533	—0,0539
0,10	10,00	1,0500	0,1572	—0,0340	—0,0495	—0,0502	—0,0500
0,50	0,10	0,6495	0,5335	—0,0870	—0,0938	—0,1560	—0,1731
0,50	0,50	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416
0,50	1,00	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
0,50	1,25	3,0886	0,4004	—0,0715	—0,0706	—0,1031	—0,1178
0,50	1,50	3,2727	0,3889	—0,0700	—0,0688	—0,0990	—0,1134
0,50	2,00	3,5383	0,3720	—0,0678	—0,0662	—0,0931	—0,1071
0,50	4,00	4,0360	0,3393	—0,0633	—0,0614	—0,0820	—0,0951
0,50	10,00	4,4154	0,3137	—0,0597	—0,0578	—0,0735	—0,0859
1,00	0,10	0,6982	0,5524	—0,0890	—0,0967	—0,1626	—0,1803
1,00	0,50	2,6197	0,5228	—0,0858	—0,0876	—0,1425	—0,1610
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,4727	0,4919	—0,0824	—0,0787	—0,1230	—0,1422
1,00	1,50	4,8558	0,4851	—0,0817	—0,0769	—0,1190	—0,1383
1,00	2,00	5,4393	0,4747	—0,0805	—0,0741	—0,1128	—0,1324
1,00	4,00	6,6413	0,4525	—0,0779	—0,0684	—0,1001	—0,1201
1,00	10,00	7,6644	0,4327	—0,0755	—0,0635	—0,0893	—0,1095
1,25	0,10	0,7089	0,5564	—0,0894	—0,0973	—0,1640	—0,1819
1,25	0,50	2,7741	0,5379	—0,0874	—0,0895	—0,1469	—0,1660
1,25	1,00	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537
1,25	1,25	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1291	—0,1494
1,25	1,50	5,4008	0,5127	—0,0847	—0,0795	—0,1252	—0,1458
1,25	2,00	6,1277	0,5055	—0,0839	—0,0767	—0,1191	—0,1402
1,25	4,00	7,6816	0,4895	—0,0822	—0,0708	—0,1062	—0,1282
1,25	10,00	9,0654	0,4747	—0,0805	—0,0655	—0,0947	—0,1175

Vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos; simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

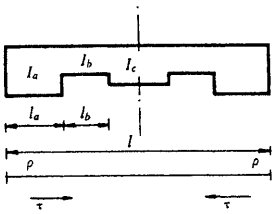
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	0,10	0,10
—0,0820	—0,0721	—0,0592	—0,0436	—0,0262	—0,0090	0,50	0,10
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,00	0,10
—0,0642	—0,0578	—0,0478	—0,0353	—0,0217	—0,0078	1,25	0,10
—0,0617	—0,0558	—0,0460	—0,0340	—0,0209	—0,0076	1,50	0,10
—0,0583	—0,0530	—0,0437	—0,0322	—0,0198	—0,0072	2,00	0,10
—0,0528	—0,0484	—0,0398	—0,0291	—0,0180	—0,0066	4,00	0,10
—0,0491	—0,0454	—0,0372	—0,0270	—0,0167	—0,0062	10,00	0,10
—0,1552	—0,1220	—0,0872	—0,0511	—0,0198	—0,0031	0,10	0,50
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	0,50	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	1,00	0,50
—0,1182	—0,1065	—0,0855	—0,0600	—0,0340	—0,0109	1,25	0,50
—0,1152	—0,1050	—0,0848	—0,0599	—0,0343	—0,0112	1,50	0,50
—0,1107	—0,1028	—0,0837	—0,0595	—0,0347	—0,0115	2,00	0,50
—0,1023	—0,0983	—0,0811	—0,0582	—0,0347	—0,0119	4,00	0,50
—0,0956	—0,0947	—0,0786	—0,0566	—0,0341	—0,0119	10,00	0,50
—0,1607	—0,1250	—0,0877	—0,0494	—0,0171	—0,0017	0,10	1,00
—0,1510	—0,1250	—0,0928	—0,0578	—0,0263	—0,0062	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1416	—0,1250	—0,0970	—0,0646	—0,0338	—0,0099	1,25	1,00
—0,1397	—0,1250	—0,0978	—0,0659	—0,0352	—0,0106	1,50	1,00
—0,1367	—0,1250	—0,0990	—0,0676	—0,0372	—0,0116	2,00	1,00
—0,1306	—0,1250	—0,1012	—0,0709	—0,0408	—0,0134	4,00	1,00
—0,1254	—0,1250	—0,1028	—0,0731	—0,0434	—0,0148	10,00	1,00
—0,1619	—0,1256	—0,0878	—0,0490	—0,0165	—0,0014	0,10	1,25
—0,1551	—0,1276	—0,0936	—0,0571	—0,0249	—0,0054	0,50	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,00	1,25
—0,1482	—0,1298	—0,0995	—0,0649	—0,0328	—0,0092	1,25	1,25
—0,1467	—0,1303	—0,1007	—0,0665	—0,0345	—0,0100	1,50	1,25
—0,1444	—0,1311	—0,1026	—0,0689	—0,0369	—0,0112	2,00	1,25
—0,1395	—0,1328	—0,1066	—0,0738	—0,0418	—0,0135	4,00	1,25
—0,1352	—0,1345	—0,1100	—0,0777	—0,0458	—0,0154	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	$\mu_{0\cdot1}$	$\mu_{0\cdot2}$	$\mu_{0\cdot3}$	$\mu_{0\cdot4}$
1,50	0,10	0,7162	0,5591	—0,0896	—0,0977	—0,1650	—0,1829
1,50	0,50	2,8888	0,5485	—0,0886	—0,0909	—0,1502	—0,1696
1,50	1,00	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588
1,50	1,25	5,3026	0,5363	—0,0873	—0,0832	—0,1337	—0,1548
1,50	1,50	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1300	—0,1515
1,50	2,00	6,7042	0,5290	—0,0865	—0,0788	—0,1242	—0,1463
1,50	4,00	8,6002	0,5189	—0,0854	—0,0728	—0,1112	—0,1347
1,50	10,00	10,3603	0,5092	—0,0844	—0,0672	—0,0992	—0,1240
2,00	0,10	0,7256	0,5625	—0,0900	—0,0983	—0,1662	—0,1843
2,00	0,50	3,0476	0,5625	—0,0900	—0,0928	—0,1546	—0,1745
2,00	1,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
2,00	1,25	5,8608	0,5625	—0,0900	—0,0861	—0,1405	—0,1627
2,00	1,50	6,5306	0,5625	—0,0900	—0,0845	—0,1372	—0,1599
2,00	2,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
2,00	4,00	10,1587	0,5625	—0,0900	—0,0759	—0,1190	—0,1447
2,00	10,00	12,6984	0,5625	—0,0900	—0,0699	—0,1063	—0,1341
4,00	0,10	0,7403	0,5677	—0,0905	—0,0991	—0,1681	—0,1863
4,00	0,50	3,3259	0,5853	—0,0923	—0,0961	—0,1622	—0,1829
4,00	1,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792
4,00	1,25	6,9963	0,6084	—0,0946	—0,0917	—0,1537	—0,1776
4,00	1,50	7,9762	0,6142	—0,0951	—0,0906	—0,1514	—0,1762
4,00	2,00	9,6716	0,6240	—0,0961	—0,0886	—0,1474	—0,1736
4,00	4,00	14,2188	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
4,00	10,00	19,8555	0,6751	—0,1008	—0,0766	—0,1234	—0,1570
10,00	0,10	0,7494	0,5709	—0,0909	—0,0996	—0,1693	—0,1876
10,00	0,50	3,5217	0,6001	—0,0938	—0,0983	—0,1674	—0,1886
10,00	1,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891
10,00	1,25	7,9503	0,6406	—0,0976	—0,0962	—0,1641	—0,1892
10,00	1,50	9,2504	0,6513	—0,0986	—0,0956	—0,1631	—0,1893
10,00	2,00	11,6381	0,6695	—0,1003	—0,0945	—0,1612	—0,1892
10,00	4,00	19,1141	0,7172	—0,1044	—0,0910	—0,1551	—0,1878
10,00	10,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

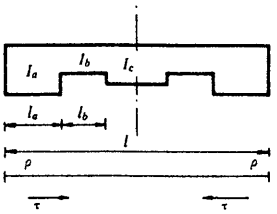
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1627	—0,1261	—0,0878	—0,0487	—0,0161	—0,0012	0,10	1,50
—0,1581	—0,1293	—0,0941	—0,0565	—0,0237	—0,0048	0,50	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0626	—0,0297	—0,0076	1,00	1,50
—0,1531	—0,1332	—0,1010	—0,0648	—0,0318	—0,0086	1,25	1,50
—0,1520	—0,1341	—0,1026	—0,0667	—0,0336	—0,0094	1,50	1,50
—0,1502	—0,1355	—0,1050	—0,0695	—0,0364	—0,0107	2,00	1,50
—0,1465	—0,1388	—0,1104	—0,0756	—0,0422	—0,0134	4,00	1,50
—0,1431	—0,1419	—0,1154	—0,0811	—0,0474	—0,0158	10,00	1,50
—0,1638	—0,1266	—0,0878	—0,0483	—0,0155	—0,0009	0,10	2,00
—0,1621	—0,1317	—0,0946	—0,0555	—0,0221	—0,0039	0,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	1,00	2,00
—0,1600	—0,1378	—0,1028	—0,0642	—0,0300	—0,0075	1,25	2,00
—0,1595	—0,1393	—0,1048	—0,0663	—0,0319	—0,0083	1,50	2,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	2,00	2,00
—0,1569	—0,1472	—0,1153	—0,0775	—0,0421	—0,0130	4,00	2,00
—0,1550	—0,1528	—0,1228	—0,0854	—0,0492	—0,0162	10,00	2,00
—0,1653	—0,1274	—0,0879	—0,0477	—0,0147	—0,0005	0,10	4,00
—0,1687	—0,1353	—0,0951	—0,0533	—0,0189	—0,0022	0,50	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	1,00	4,00
—0,1726	—0,1455	—0,1048	—0,0614	—0,0251	—0,0049	1,25	4,00
—0,1735	—0,1481	—0,1072	—0,0636	—0,0268	—0,0056	1,50	4,00
—0,1750	—0,1523	—0,1114	—0,0673	—0,0299	—0,0069	2,00	4,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	4,00	4,00
—0,1807	—0,1734	—0,1338	—0,0898	—0,0492	—0,0154	10,00	4,00
—0,1663	—0,1279	—0,0879	—0,0473	—0,0141	—0,0002	0,10	10,00
—0,1731	—0,1377	—0,0952	—0,0516	—0,0164	—0,0010	0,50	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	1,00	10,00
—0,1820	—0,1507	—0,1051	—0,0579	—0,0202	—0,0023	1,25	10,00
—0,1843	—0,1540	—0,1076	—0,0597	—0,0213	—0,0028	1,50	10,00
—0,1881	—0,1596	—0,1119	—0,0627	—0,0234	—0,0036	2,00	10,00
—0,1974	—0,1736	—0,1229	—0,0716	—0,0300	—0,0063	4,00	10,00
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,10	0,50	0,7859	0,2931	—0,0567	—0,0624	—0,0824	—0,0907
0,10	1,00	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
0,10	1,25	0,9459	0,1991	—0,0415	—0,0546	—0,0625	—0,0646
0,10	1,50	0,9693	0,1855	—0,0391	—0,0535	—0,0595	—0,0607
0,10	2,00	1,0008	0,1673	—0,0358	—0,0519	—0,0556	—0,0554
0,10	4,00	1,0536	0,1371	—0,0302	—0,0493	—0,0488	—0,0463
0,10	10,00	1,0891	0,1172	—0,0262	—0,0476	—0,0443	—0,0401
0,50	0,10	0,6112	0,6104	—0,0948	—0,0942	—0,1590	—0,1823
0,50	0,50	2,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,50	1,00	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
0,50	1,25	3,1267	0,3849	—0,0695	—0,0702	—0,1018	—0,1153
0,50	1,50	3,3488	0,3601	—0,0662	—0,0680	—0,0965	—0,1087
0,50	2,00	3,6851	0,3216	—0,0608	—0,0648	—0,0884	—0,0984
0,50	4,00	4,3841	0,2397	—0,0483	—0,0580	—0,0712	—0,0761
0,50	10,00	5,0039	0,1673	—0,0358	—0,0519	—0,0556	—0,0554
1,00	0,10	0,6569	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891
1,00	0,50	2,5397	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,5327	0,4747	—0,0805	—0,0785	—0,1219	—0,1398
1,00	1,50	4,9810	0,4525	—0,0779	—0,0763	—0,1167	—0,1336
1,00	2,00	5,6989	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
1,00	4,00	7,3701	0,3216	—0,0608	—0,0648	—0,0884	—0,0984
1,00	10,00	9,1352	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0666	—0,0700
1,25	0,10	0,6670	0,6325	—0,0969	—0,0975	—0,1665	—0,1906
1,25	0,50	2,6892	0,5774	—0,0915	—0,0898	—0,1488	—0,1709
1,25	1,00	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1338	—0,1537
1,25	1,25	5,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,25	1,50	5,5422	0,4795	—0,0810	—0,0789	—0,1230	—0,1411
1,25	2,00	6,4268	0,4443	—0,0769	—0,0755	—0,1149	—0,1313
1,25	4,00	8,5648	0,3514	—0,0650	—0,0673	—0,0946	—0,1063
1,25	10,00	10,9601	0,2397	—0,0483	—0,0580	—0,0712	—0,0761

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

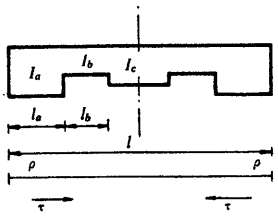
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,10	0,10
—0,0894	—0,0806	—0,0661	—0,0482	—0,0287	—0,0098	0,50	0,10
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	1,00	0,10
—0,0619	—0,0553	—0,0456	—0,0338	—0,0208	—0,0075	1,25	0,10
—0,0577	—0,0513	—0,0423	—0,0314	—0,0194	—0,0071	1,50	0,10
—0,0519	—0,0458	—0,0376	—0,0280	—0,0174	—0,0064	2,00	0,10
—0,0421	—0,0364	—0,0295	—0,0219	—0,0137	—0,0052	4,00	0,10
—0,0353	—0,0298	—0,0239	—0,0176	—0,0110	—0,0044	10,00	0,10
—0,1741	—0,1440	—0,1021	—0,0582	—0,0220	—0,0034	0,10	0,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,50	0,50
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	1,00	0,50
—0,1142	—0,1019	—0,0820	—0,0578	—0,0328	—0,0106	1,25	0,50
—0,1076	—0,0964	—0,0781	—0,0556	—0,0321	—0,0105	1,50	0,50
—0,0973	—0,0875	—0,0715	—0,0516	—0,0304	—0,0102	2,00	0,50
—0,0741	—0,0667	—0,0550	—0,0406	—0,0247	—0,0087	4,00	0,50
—0,0519	—0,0458	—0,0376	—0,0280	—0,0174	—0,0064	10,00	0,50
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	0,10	1,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1374	—0,1202	—0,0935	—0,0626	—0,0329	—0,0096	1,25	1,00
—0,1317	—0,1159	—0,0910	—0,0619	—0,0333	—0,0101	1,50	1,00
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	2,00	1,00
—0,0973	—0,0875	—0,0715	—0,0516	—0,0304	—0,0102	4,00	1,00
—0,0677	—0,0607	—0,0501	—0,0371	—0,0227	—0,0081	10,00	1,00
—0,1806	—0,1475	—0,1022	—0,0555	—0,0183	—0,0015	0,10	1,25
—0,1647	—0,1386	—0,1012	—0,0609	—0,0262	—0,0056	0,50	1,25
—0,1500	—0,1292	—0,0979	—0,0629	—0,0308	—0,0082	1,00	1,25
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,25	1,25
—0,1387	—0,1212	—0,0940	—0,0627	—0,0327	—0,0095	1,50	1,25
—0,1296	—0,1143	—0,0901	—0,0615	—0,0334	—0,0102	2,00	1,25
—0,1053	—0,0944	—0,0766	—0,0548	—0,0318	—0,0105	4,00	1,25
—0,0741	—0,0667	—0,0550	—0,0406	—0,0247	—0,0087	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,4}$
1,50	0,10	0,6739	0,6351	—0,0971	—0,0979	—0,1674	—0,1916
1,50	0,50	2,8002	0,5879	—0,0926	—0,0912	—0,1519	—0,1744
1,50	1,00	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1381	—0,1588
1,50	1,25	5,3751	0,5189	—0,0854	—0,0830	—0,1327	—0,1525
1,50	1,50	6,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,50	2,00	7,0356	0,4670	—0,0796	—0,0777	—0,1201	—0,1376
1,50	4,00	9,6176	0,3761	—0,0683	—0,0694	—0,0999	—0,1129
1,50	10,00	12,6549	0,2592	—0,0515	—0,0596	—0,0753	—0,0815
2,00	0,10	0,6827	0,6383	—0,0974	—0,0984	—0,1686	—0,1929
2,00	0,50	2,9542	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792
2,00	1,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
2,00	1,25	5,9413	0,5451	—0,0882	—0,0859	—0,1396	—0,1605
2,00	1,50	6,7042	0,5290	—0,0865	—0,0841	—0,1353	—0,1556
2,00	2,00	8,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
2,00	4,00	11,3978	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1083	—0,1234
2,00	10,00	15,7182	0,2931	—0,0567	—0,0624	—0,0824	—0,0907
4,00	0,10	0,6965	0,6433	—0,0979	—0,0992	—0,1704	—0,1948
4,00	0,50	3,2239	0,6240	—0,0961	—0,0962	—0,1635	—0,1873
4,00	1,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1562	—0,1792
4,00	1,25	7,0926	0,5913	—0,0929	—0,0916	—0,1529	—0,1756
4,00	1,50	8,1891	0,5813	—0,0919	—0,0903	—0,1499	—0,1722
4,00	2,00	10,1587	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1444	—0,1660
4,00	4,00	16,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
4,00	10,00	25,0133	0,3849	—0,0695	—0,0702	—0,1018	—0,1153
10,00	0,10	0,7051	0,6463	—0,0981	—0,0997	—0,1715	—0,1960
10,00	0,50	3,4137	0,6383	—0,0974	—0,0984	—0,1686	—0,1929
10,00	1,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1651	—0,1891
10,00	1,25	8,0597	0,6240	—0,0961	—0,0962	—0,1635	—0,1873
10,00	1,50	9,4969	0,6194	—0,0956	—0,0955	—0,1620	—0,1856
10,00	2,00	12,2235	0,6104	—0,0948	—0,0942	—0,1590	—0,1823
10,00	4,00	21,5138	0,5774	—0,0915	—0,0898	—0,1488	—0,1709
10,00	10,00	40,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

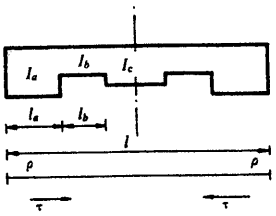
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1814	—0,1480	—0,1022	—0,0551	—0,0178	—0,0013	0,10	1,50
—0,1676	—0,1404	—0,1016	—0,0602	—0,0250	—0,0050	0,50	1,50
—0,1544	—0,1321	—0,0992	—0,0626	—0,0297	—0,0076	1,00	1,50
—0,1489	—0,1284	—0,0976	—0,0630	—0,0311	—0,0084	1,25	1,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,50	1,50
—0,1355	—0,1188	—0,0927	—0,0624	—0,0330	—0,0098	2,00	1,50
—0,1119	—0,1000	—0,0806	—0,0571	—0,0326	—0,0106	4,00	1,50
—0,0798	—0,0719	—0,0592	—0,0435	—0,0263	—0,0092	10,00	1,50
—0,1824	—0,1485	—0,1021	—0,0547	—0,0172	—0,0010	0,10	2,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	0,50	2,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	1,00	2,00
—0,1559	—0,1331	—0,0995	—0,0625	—0,0293	—0,0073	1,25	2,00
—0,1516	—0,1303	—0,0984	—0,0629	—0,0304	—0,0080	1,50	2,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	2,00	2,00
—0,1220	—0,1083	—0,0863	—0,0599	—0,0333	—0,0105	4,00	2,00
—0,0894	—0,0806	—0,0661	—0,0482	—0,0287	—0,0098	10,00	2,00
—0,1840	—0,1492	—0,1021	—0,0539	—0,0163	—0,0005	0,10	4,00
—0,1781	—0,1462	—0,1022	—0,0566	—0,0198	—0,0023	0,50	4,00
—0,1715	—0,1426	—0,1020	—0,0590	—0,0232	—0,0040	1,00	4,00
—0,1686	—0,1409	—0,1017	—0,0599	—0,0246	—0,0048	1,25	4,00
—0,1658	—0,1393	—0,1014	—0,0607	—0,0258	—0,0054	1,50	4,00
—0,1606	—0,1361	—0,1005	—0,0618	—0,0278	—0,0065	2,00	4,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	4,00	4,00
—0,1142	—0,1019	—0,0820	—0,0578	—0,0328	—0,0106	10,00	4,00
—0,1849	—0,1497	—0,1020	—0,0535	—0,0157	—0,0002	0,10	10,00
—0,1824	—0,1485	—0,1021	—0,0547	—0,0172	—0,0010	0,50	10,00
—0,1795	—0,1470	—0,1022	—0,0560	—0,0190	—0,0019	1,00	10,00
—0,1781	—0,1462	—0,1022	—0,0566	—0,0198	—0,0023	1,25	10,00
—0,1767	—0,1455	—0,1022	—0,0572	—0,0206	—0,0027	1,50	10,00
—0,1741	—0,1440	—0,1021	—0,0582	—0,0220	—0,0034	2,00	10,00
—0,1647	—0,1386	—0,1012	—0,0609	—0,0262	—0,0056	4,00	10,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	$\tau_{\alpha\beta}$	μ_0	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,4}$
0,10	0,10	0,5198	0,3005	—0,0578	—0,0751	—0,1050	—0,1003	—0,0955
0,10	0,50	0,5810	0,2676	—0,0528	—0,0722	—0,0936	—0,0885	—0,0834
0,10	1,00	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868	—0,0816
0,10	1,25	0,5916	0,2618	—0,0519	—0,0717	—0,0916	—0,0865	—0,0813
0,10	1,50	0,5928	0,2612	—0,0518	—0,0716	—0,0914	—0,0863	—0,0811
0,10	2,00	0,5943	0,2604	—0,0516	—0,0715	—0,0911	—0,0860	—0,0808
0,10	4,00	0,5966	0,2591	—0,0514	—0,0714	—0,0907	—0,0855	—0,0803
0,10	10,00	0,5979	0,2584	—0,0513	—0,0714	—0,0904	—0,0852	—0,0800
0,50	0,10	1,5873	0,4522	—0,0778	—0,0849	—0,1427	—0,1469	—0,1511
0,50	0,50	2,2667	0,4118	—0,0729	—0,0784	—0,1179	—0,1266	—0,1353
0,50	1,00	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227	—0,1323
0,50	1,25	2,4236	0,4020	—0,0717	—0,0769	—0,1121	—0,1219	—0,1317
0,50	1,50	2,4424	0,4008	—0,0715	—0,0767	—0,1114	—0,1213	—0,1312
0,50	2,00	2,4664	0,3993	—0,0713	—0,0765	—0,1105	—0,1206	—0,1306
0,50	4,00	2,5032	0,3970	—0,0710	—0,0761	—0,1092	—0,1195	—0,1297
0,50	10,00	2,5259	0,3956	—0,0709	—0,0759	—0,1084	—0,1188	—0,1291
1,00	0,10	2,1756	0,5162	—0,0851	—0,0897	—0,1609	—0,1683	—0,1757
1,00	0,50	3,6589	0,5031	—0,0837	—0,0826	—0,1342	—0,1510	—0,1678
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	—0,1660
1,00	1,25	4,0760	0,4993	—0,0833	—0,0806	—0,1266	—0,1461	—0,1656
1,00	1,50	4,1283	0,4988	—0,0832	—0,0804	—0,1257	—0,1455	—0,1653
1,00	2,00	4,1956	0,4982	—0,0831	—0,0801	—0,1245	—0,1447	—0,1649
1,00	4,00	4,3008	0,4973	—0,0830	—0,0796	—0,1226	—0,1435	—0,1644
1,00	10,00	4,3665	0,4967	—0,0830	—0,0793	—0,1214	—0,1428	—0,1642
1,25	0,10	2,3543	0,5332	—0,0869	—0,0911	—0,1662	—0,1743	—0,1824
1,25	0,50	4,1917	0,5322	—0,0868	—0,0841	—0,1398	—0,1592	—0,1786
1,25	1,00	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1333	—0,1554	—0,1775
1,25	1,25	4,7475	0,5319	—0,0868	—0,0820	—0,1318	—0,1546	—0,1774
1,25	1,50	4,8185	0,5319	—0,0868	—0,0817	—0,1308	—0,1540	—0,1772
1,25	2,00	4,9102	0,5318	—0,0868	—0,0814	—0,1295	—0,1532	—0,1769
1,25	4,00	5,0546	0,5317	—0,0868	—0,0808	—0,1274	—0,1520	—0,1766
1,25	10,00	5,1454	0,5317	—0,0868	—0,0805	—0,1261	—0,1513	—0,1765

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

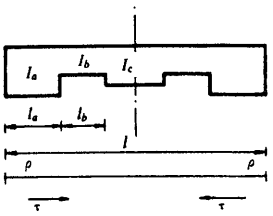
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0883	—0,0739	—0,0576	—0,0401	—0,0222	—0,0067	0,10	0,10
—0,0793	—0,0673	—0,0531	—0,0375	—0,0213	—0,0065	0,50	0,10
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	1,00	0,10
—0,0778	—0,0661	—0,0523	—0,0370	—0,0210	—0,0065	1,25	0,10
—0,0776	—0,0660	—0,0522	—0,0369	—0,0210	—0,0065	1,50	0,10
—0,0773	—0,0658	—0,0520	—0,0368	—0,0210	—0,0065	2,00	0,10
—0,0770	—0,0655	—0,0519	—0,0367	—0,0209	—0,0065	4,00	0,10
—0,0768	—0,0654	—0,0517	—0,0367	—0,0209	—0,0065	10,00	0,10
—0,1303	—0,1071	—0,0795	—0,0499	—0,0226	—0,0064	0,10	0,50
—0,1203	—0,1042	—0,0814	—0,0551	—0,0288	—0,0083	0,50	0,50
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	1,00	0,50
—0,1180	—0,1034	—0,0817	—0,0560	—0,0299	—0,0086	1,25	0,50
—0,1177	—0,1034	—0,0817	—0,0561	—0,0300	—0,0086	1,50	0,50
—0,1173	—0,1032	—0,0817	—0,0563	—0,0302	—0,0087	2,00	0,50
—0,1168	—0,1031	—0,0818	—0,0565	—0,0304	—0,0088	4,00	0,50
—0,1165	—0,1030	—0,0818	—0,0566	—0,0306	—0,0088	10,00	0,50
—0,1479	—0,1191	—0,0849	—0,0488	—0,0181	—0,0051	0,10	1,00
—0,1447	—0,1239	—0,0939	—0,0604	—0,0295	—0,0083	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1438	—0,1253	—0,0965	—0,0636	—0,0326	—0,0092	1,25	1,00
—0,1437	—0,1254	—0,0968	—0,0640	—0,0329	—0,0093	1,50	1,00
—0,1436	—0,1257	—0,0972	—0,0645	—0,0334	—0,0094	2,00	1,00
—0,1434	—0,1260	—0,0978	—0,0653	—0,0342	—0,0096	4,00	1,00
—0,1433	—0,1262	—0,0982	—0,0658	—0,0347	—0,0098	10,00	1,00
—0,1528	—0,1221	—0,0860	—0,0479	—0,0162	—0,0045	0,10	1,25
—0,1525	—0,1297	—0,0970	—0,0609	—0,0288	—0,0081	0,50	1,25
—0,1525	—0,1315	—0,0997	—0,0641	—0,0319	—0,0089	1,00	1,25
—0,1524	—0,1319	—0,1003	—0,0649	—0,0326	—0,0091	1,25	1,25
—0,1524	—0,1322	—0,1008	—0,0654	—0,0331	—0,0093	1,50	1,25
—0,1524	—0,1326	—0,1013	—0,0660	—0,0338	—0,0094	2,00	1,25
—0,1524	—0,1332	—0,1022	—0,0670	—0,0347	—0,0097	4,00	1,25
—0,1524	—0,1336	—0,1027	—0,0677	—0,0354	—0,0099	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0;1}$	$\mu_{0;2}$	$\mu_{0;3}$
1,50	0,10	2,4920	0,5457	—0,0883	—0,0921	—0,1702	—0,1789
1,50	0,50	4,6504	0,5551	—0,0892	—0,0853	—0,1444	—0,1658
1,50	1,00	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1377	—0,1624
1,50	1,25	5,3451	0,5581	—0,0895	—0,0831	—0,1361	—0,1616
1,50	1,50	5,4353	0,5584	—0,0896	—0,0828	—0,1351	—0,1610
1,50	2,00	5,5525	0,5589	—0,0896	—0,0825	—0,1337	—0,1603
1,50	4,00	5,7380	0,5597	—0,0897	—0,0819	—0,1314	—0,1592
1,50	10,00	5,8554	0,5602	—0,0898	—0,0815	—0,1300	—0,1584
2,00	0,10	2,6915	0,5627	—0,0900	—0,0936	—0,1759	—0,1845
2,00	0,50	5,4050	0,5887	—0,0926	—0,0872	—0,1517	—0,1761
2,00	1,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
2,00	1,25	6,3685	0,5974	—0,0935	—0,0849	—0,1413	—0,1727
2,00	1,50	6,4977	0,5985	—0,0936	—0,0846	—0,1419	—0,1722
2,00	2,00	6,6667	0,6000	—0,0937	—0,0842	—0,1404	—0,1716
2,00	4,00	6,9374	0,6024	—0,0940	—0,0836	—0,1380	—0,1706
2,00	10,00	7,1108	0,6039	—0,0941	—0,0832	—0,1365	—0,1700
4,00	0,10	3,0620	0,5918	—0,0929	—0,0964	—0,1863	—0,1970
4,00	0,50	7,2142	0,6535	—0,0988	—0,0915	—0,1679	—0,1985
4,00	1,00	8,7101	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
4,00	1,25	9,0887	0,6764	—0,1009	—0,0893	—0,1596	—0,1984
4,00	1,50	9,3603	0,6795	—0,1011	—0,0890	—0,1584	—0,1984
4,00	2,00	9,7240	0,6836	—0,1015	—0,0885	—0,1568	—0,1983
4,00	4,00	10,3273	0,6901	—0,1021	—0,0878	—0,1542	—0,1981
4,00	10,00	10,7275	0,6944	—0,1025	—0,0873	—0,1524	—0,1980
10,00	0,10	3,3438	0,6116	—0,0949	—0,0984	—0,1940	—0,2056
10,00	0,50	9,1355	0,7042	—0,1033	—0,0957	—0,1838	—0,2198
10,00	1,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248
10,00	1,25	12,4746	0,7414	—0,1064	—0,0941	—0,1779	—0,2260
10,00	1,50	13,0091	0,7466	—0,1069	—0,0939	—0,1770	—0,2270
10,00	2,00	13,7479	0,7534	—0,1074	—0,0935	—0,1757	—0,2282
10,00	4,00	15,0354	0,7646	—0,1083	—0,0929	—0,1735	—0,2302
10,00	10,00	15,9358	0,7718	—0,1089	—0,0925	—0,1719	—0,2315

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

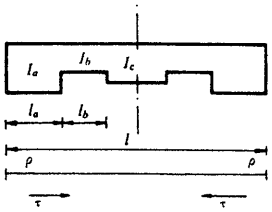
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1564	—0,1243	—0,0866	—0,0470	—0,0147	—0,0041	0,10	1,50
—0,1587	—0,1341	—0,0990	—0,0609	—0,0280	—0,0078	0,50	1,50
—0,1593	—0,1365	—0,1022	—0,0645	—0,0315	—0,0088	1,00	1,50
—0,1594	—0,1371	—0,1030	—0,0654	—0,0324	—0,0090	1,25	1,50
—0,1595	—0,1375	—0,1035	—0,0660	—0,0329	—0,0092	1,50	1,50
—0,1596	—0,1380	—0,1042	—0,0667	—0,0337	—0,0094	2,00	1,50
—0,1598	—0,1388	—0,1052	—0,0679	—0,0349	—0,0097	4,00	1,50
—0,1599	—0,1393	—0,1059	—0,0687	—0,0356	—0,0099	10,00	1,50
—0,1613	—0,1272	—0,0872	—0,0455	—0,0123	—0,0034	0,10	2,00
—0,1681	—0,1403	—0,1014	—0,0600	—0,0261	—0,0072	0,50	2,00
—0,1697	—0,1437	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	1,00	2,00
—0,1701	—0,1446	—0,1062	—0,0651	—0,0313	—0,0087	1,25	2,00
—0,1704	—0,1451	—0,1068	—0,0658	—0,0320	—0,0089	1,50	2,00
—0,1707	—0,1458	—0,1076	—0,0667	—0,0329	—0,0091	2,00	2,00
—0,1713	—0,1470	—0,1089	—0,0682	—0,0344	—0,0095	4,00	2,00
—0,1716	—0,1477	—0,1097	—0,0691	—0,0353	—0,0098	10,00	2,00
—0,1701	—0,1320	—0,0877	—0,0420	—0,0074	—0,0021	0,10	4,00
—0,1873	—0,1516	—0,1034	—0,0546	—0,0196	—0,0054	0,50	4,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	1,00	4,00
—0,1934	—0,1585	—0,1088	—0,0597	—0,0257	—0,0070	1,25	4,00
—0,1942	—0,1594	—0,1095	—0,0604	—0,0266	—0,0073	1,50	4,00
—0,1953	—0,1606	—0,1105	—0,0613	—0,0278	—0,0076	2,00	4,00
—0,1970	—0,1625	—0,1120	—0,0629	—0,0298	—0,0082	4,00	4,00
—0,1982	—0,1637	—0,1129	—0,0639	—0,0312	—0,0086	10,00	4,00
—0,1763	—0,1352	—0,0876	—0,0389	—0,0034	—0,0009	0,10	10,00
—0,2044	—0,1598	—0,1017	—0,0457	—0,0108	—0,0030	0,50	10,00
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	1,00	10,00
—0,2164	—0,1690	—0,1053	—0,0473	—0,0156	—0,0043	1,25	10,00
—0,2182	—0,1702	—0,1057	—0,0475	—0,0164	—0,0045	1,50	10,00
—0,2205	—0,1718	—0,1062	—0,0477	—0,0175	—0,0048	2,00	10,00
—0,2244	—0,1744	—0,1068	—0,0479	—0,0195	—0,0053	4,00	10,00
—0,2270	—0,1761	—0,1070	—0,0480	—0,0208	—0,0057	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151	
0,10	0,50	0,5738	0,2739	—0,0537	—0,0725	—0,0950	—0,0908	
0,10	1,00	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868	
0,10	1,25	0,5931	0,2605	—0,0517	—0,0716	—0,0913	—0,0860	
0,10	1,50	0,5953	0,2589	—0,0514	—0,0715	—0,0909	—0,0854	
0,10	2,00	0,5982	0,2570	—0,0511	—0,0713	—0,0904	—0,0847	
0,10	4,00	0,6025	0,2540	—0,0506	—0,0711	—0,0896	—0,0837	
0,10	10,00	0,6051	0,2522	—0,0503	—0,0710	—0,0891	—0,0830	
0,50	0,10	1,2643	0,5056	—0,0840	—0,0880	—0,1545	—0,1705	
0,50	0,50	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322	
0,50	1,00	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227	
0,50	1,25	2,4461	0,3988	—0,0713	—0,0767	—0,1113	—0,1205	
0,50	1,50	2,4808	0,3953	—0,0708	—0,0763	—0,1100	—0,1190	
0,50	2,00	2,5257	0,3909	—0,0703	—0,0759	—0,1083	—0,1171	
0,50	4,00	2,5964	0,3838	—0,0693	—0,0752	—0,1057	—0,1140	
0,50	10,00	2,6409	0,3793	—0,0687	—0,0748	—0,1041	—0,1121	
1,00	0,10	1,6240	0,5602	—0,0898	—0,0923	—0,1709	—0,1918	
1,00	0,50	3,4375	0,5152	—0,0850	—0,0837	—0,1382	—0,1576	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,1357	0,4963	—0,0829	—0,0804	—0,1255	—0,1444	
1,00	1,50	4,2315	0,4936	—0,0826	—0,0799	—0,1238	—0,1426	
1,00	2,00	4,3579	0,4901	—0,0822	—0,0793	—0,1215	—0,1402	
1,00	4,00	4,5625	0,4843	—0,0816	—0,0783	—0,1178	—0,1363	
1,00	10,00	4,6950	0,4805	—0,0811	—0,0777	—0,1154	—0,1338	
1,25	0,10	1,7244	0,5736	—0,0911	—0,0935	—0,1753	—0,1975	
1,25	0,50	3,9073	0,5430	—0,0880	—0,0852	—0,1439	—0,1660	
1,25	1,00	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1333	—0,1554	
1,25	1,25	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1306	—0,1528	
1,25	1,50	4,9572	0,5272	—0,0863	—0,0812	—0,1288	—0,1509	
1,25	2,00	5,1298	0,5245	—0,0860	—0,0805	—0,1263	—0,1484	
1,25	4,00	5,4128	0,5201	—0,0855	—0,0794	—0,1222	—0,1444	
1,25	10,00	5,5982	0,5172	—0,0852	—0,0787	—0,1195	—0,1417	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

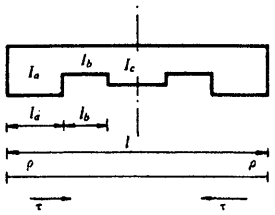
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	$\mu_{0,95}$	$\mu_{0,98}$	b	a
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	0,10	0,10
—0,0812	—0,0687	—0,0542	—0,0384	—0,0217	—0,0066	0,50	0,10
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	1,00	0,10
—0,0774	—0,0658	—0,0520	—0,0368	—0,0209	—0,0065	1,25	0,10
—0,0769	—0,0654	—0,0518	—0,0366	—0,0208	—0,0065	1,50	0,10
—0,0764	—0,0650	—0,0514	—0,0364	—0,0207	—0,0064	2,00	0,10
—0,0755	—0,0643	—0,0509	—0,0360	—0,0205	—0,0064	4,00	0,10
—0,0750	—0,0639	—0,0506	—0,0358	—0,0204	—0,0064	10,00	0,10
—0,1456	—0,1156	—0,0825	—0,0482	—0,0205	—0,0058	0,10	0,50
—0,1239	—0,1062	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	0,50	0,50
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	1,00	0,50
—0,1171	—0,1029	—0,0814	—0,0559	—0,0299	—0,0086	1,25	0,50
—0,1163	—0,1025	—0,0813	—0,0560	—0,0300	—0,0087	1,50	0,50
—0,1151	—0,1019	—0,0810	—0,0560	—0,0301	—0,0087	2,00	0,50
—0,1133	—0,1010	—0,0807	—0,0560	—0,0303	—0,0088	4,00	0,50
—0,1122	—0,1004	—0,0804	—0,0559	—0,0304	—0,0088	10,00	0,50
—0,1615	—0,1250	—0,0850	—0,0439	—0,0148	—0,0041	0,10	1,00
—0,1481	—0,1250	—0,0936	—0,0590	—0,0285	—0,0080	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1430	—0,1250	—0,0966	—0,0639	—0,0328	—0,0092	1,25	1,00
—0,1423	—0,1250	—0,0970	—0,0645	—0,0333	—0,0094	1,50	1,00
—0,1414	—0,1250	—0,0975	—0,0653	—0,0341	—0,0096	2,00	1,00
—0,1399	—0,1250	—0,0983	—0,0666	—0,0352	—0,0099	4,00	1,00
—0,1390	—0,1250	—0,0988	—0,0674	—0,0359	—0,0101	10,00	1,00
—0,1655	—0,1272	—0,0852	—0,0422	—0,0129	—0,0036	0,10	1,25
—0,1557	—0,1304	—0,0961	—0,0590	—0,0275	—0,0077	0,50	1,25
—0,1525	—0,1315	—0,0997	—0,0641	—0,0319	—0,0089	1,00	1,25
—0,1517	—0,1318	—0,1006	—0,0654	—0,0330	—0,0092	1,25	1,25
—0,1511	—0,1320	—0,1012	—0,0663	—0,0337	—0,0094	1,50	1,25
—0,1504	—0,1323	—0,1021	—0,0674	—0,0347	—0,0097	2,00	1,25
—0,1492	—0,1328	—0,1034	—0,0693	—0,0363	—0,0102	4,00	1,25
—0,1484	—0,1331	—0,1043	—0,0705	—0,0373	—0,0104	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

a	b	β	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,7991	0,5831	—0,0921	—0,0943	—0,1785	—0,2016
1,50	0,50	4,3058	0,5645	—0,0902	—0,0864	—0,1486	—0,1728
1,50	1,00	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1377	—0,1624
1,50	1,25	5,4454	0,5557	—0,0893	—0,0828	—0,1349	—0,1597
1,50	1,50	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1329	—0,1578
1,50	2,00	5,8315	0,5527	—0,0890	—0,0816	—0,1303	—0,1553
1,50	4,00	6,1979	0,5497	—0,0887	—0,0804	—0,1259	—0,1511
1,50	10,00	6,4408	0,5478	—0,0885	—0,0796	—0,1230	—0,1483
2,00	0,10	1,9028	0,5957	—0,0933	—0,0955	—0,1830	—0,2073
2,00	0,50	4,9474	0,5957	—0,0933	—0,0883	—0,1558	—0,1832
2,00	1,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
2,00	1,25	6,5097	0,5957	—0,0933	—0,0846	—0,1418	—0,1708
2,00	1,50	6,7464	0,5957	—0,0933	—0,0840	—0,1397	—0,1689
2,00	2,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664
2,00	4,00	7,6113	0,5957	—0,0933	—0,0820	—0,1320	—0,1620
2,00	10,00	7,9796	0,5957	—0,0933	—0,0811	—0,1287	—0,1591
4,00	0,10	2,0854	0,6164	—0,0953	—0,0975	—0,1907	—0,2170
4,00	0,50	6,4303	0,6544	—0,0989	—0,0924	—0,1714	—0,2051
4,00	1,00	8,7101	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
4,00	1,25	9,3768	0,6768	—0,1009	—0,0889	—0,1584	—0,1965
4,00	1,50	9,8815	0,6804	—0,1012	—0,0883	—0,1561	—0,1950
4,00	2,00	10,5952	0,6854	—0,1017	—0,0875	—0,1530	—0,1929
4,00	4,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889
4,00	10,00	12,8242	0,7001	—0,1029	—0,0849	—0,1431	—0,1861
10,00	0,10	2,2145	0,6299	—0,0966	—0,0990	—0,1961	—0,2237
10,00	0,50	7,9109	0,6990	—0,1029	—0,0963	—0,1860	—0,2251
10,00	1,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248
10,00	1,25	13,0303	0,7442	—0,1067	—0,0939	—0,1770	—0,2245
10,00	1,50	14,0527	0,7518	—0,1073	—0,0934	—0,1752	—0,2243
10,00	2,00	15,5881	0,7624	—0,1081	—0,0927	—0,1725	—0,2239
10,00	4,00	18,6705	0,7814	—0,1097	—0,0912	—0,1671	—0,2228
10,00	10,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

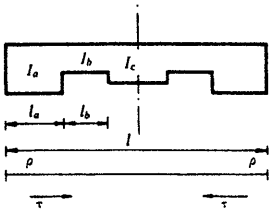
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1685	—0,1287	—0,0853	—0,0409	—0,0115	—0,0032	0,10	1,50
—0,1616	—0,1344	—0,0977	—0,0584	—0,0264	—0,0074	0,50	1,50
—0,1593	—0,1365	—0,1022	—0,0645	—0,0315	—0,0088	1,00	1,50
—0,1587	—0,1371	—0,1034	—0,0661	—0,0328	—0,0091	1,25	1,50
—0,1583	—0,1375	—0,1042	—0,0672	—0,0337	—0,0094	1,50	1,50
—0,1577	—0,1380	—0,1053	—0,0686	—0,0349	—0,0097	2,00	1,50
—0,1568	—0,1390	—0,1071	—0,0710	—0,0369	—0,0103	4,00	1,50
—0,1562	—0,1396	—0,1083	—0,0725	—0,0382	—0,0107	10,00	1,50
—0,1725	—0,1308	—0,0852	—0,0389	—0,0093	—0,0026	0,10	2,00
—0,1705	—0,1400	—0,0995	—0,0568	—0,0242	—0,0067	0,50	2,00
—0,1697	—0,1437	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	1,00	2,00
—0,1695	—0,1447	—0,1068	—0,0661	—0,0319	—0,0088	1,25	2,00
—0,1694	—0,1455	—0,1079	—0,0675	—0,0330	—0,0092	1,50	2,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	2,00	2,00
—0,1688	—0,1481	—0,1119	—0,0726	—0,0372	—0,0103	4,00	2,00
—0,1686	—0,1492	—0,1137	—0,0747	—0,0390	—0,0108	10,00	2,00
—0,1792	—0,1340	—0,0848	—0,0350	—0,0053	—0,0015	0,10	4,00
—0,1884	—0,1500	—0,1005	—0,0505	—0,0175	—0,0048	0,50	4,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	1,00	4,00
—0,1932	—0,1591	—0,1098	—0,0611	—0,0265	—0,0073	1,25	4,00
—0,1940	—0,1605	—0,1113	—0,0629	—0,0281	—0,0077	1,50	4,00
—0,1949	—0,1625	—0,1134	—0,0655	—0,0304	—0,0083	2,00	4,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	4,00	4,00
—0,1977	—0,1683	—0,1196	—0,0736	—0,0376	—0,0103	10,00	4,00
—0,1838	—0,1361	—0,0843	—0,0320	—0,0023	—0,0006	0,10	10,00
—0,2038	—0,1571	—0,0986	—0,0416	—0,0093	—0,0025	0,50	10,00
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	1,00	10,00
—0,2170	—0,1700	—0,1064	—0,0488	—0,0164	—0,0045	1,25	10,00
—0,2192	—0,1721	—0,1075	—0,0501	—0,0178	—0,0049	1,50	10,00
—0,2224	—0,1750	—0,1091	—0,0521	—0,0201	—0,0055	2,00	10,00
—0,2283	—0,1801	—0,1115	—0,0558	—0,0247	—0,0067	4,00	10,00
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363	
0,10	0,50	0,5630	0,2895	—0,0561	—0,0731	—0,0971	—0,0951	
0,10	1,00	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868	
0,10	1,25	0,5956	0,2570	—0,0511	—0,0715	—0,0909	—0,0850	
0,10	1,50	0,5995	0,2531	—0,0505	—0,0713	—0,0901	—0,0838	
0,10	2,00	0,6045	0,2481	—0,0497	—0,0710	—0,0892	—0,0823	
0,10	4,00	0,6123	0,2404	—0,0484	—0,0707	—0,0877	—0,0799	
0,10	10,00	0,6171	0,2356	—0,0477	—0,0704	—0,0867	—0,0784	
0,50	0,10	1,0206	0,6081	—0,0945	—0,0903	—0,1636	—0,1974	
0,50	0,50	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416	
0,50	1,00	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227	
0,50	1,25	2,4793	0,3889	—0,0700	—0,0764	—0,1100	—0,1179	
0,50	1,50	2,5391	0,3781	—0,0686	—0,0758	—0,1078	—0,1145	
0,50	2,00	2,6190	0,3636	—0,0667	—0,0750	—0,1048	—0,1098	
0,50	4,00	2,7518	0,3393	—0,0633	—0,0737	—0,0998	—0,1021	
0,50	10,00	2,8403	0,3229	—0,0610	—0,0728	—0,0964	—0,0968	
1,00	0,10	1,2620	0,6555	—0,0990	—0,0940	—0,1775	—0,2178	
1,00	0,50	3,1977	0,5533	—0,0890	—0,0848	—0,1427	—0,1683	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,2172	0,4845	—0,0816	—0,0800	—0,1240	—0,1412	
1,00	1,50	4,3773	0,4728	—0,0803	—0,0792	—0,1210	—0,1368	
1,00	2,00	4,5982	0,4563	—0,0783	—0,0781	—0,1170	—0,1308	
1,00	4,00	4,9831	0,4266	—0,0748	—0,0763	—0,1098	—0,1202	
1,00	10,00	5,2534	0,4052	—0,0721	—0,0750	—0,1048	—0,1127	
1,25	0,10	1,3261	0,6663	—0,1000	—0,0950	—0,1811	—0,2229	
1,25	0,50	3,6115	0,5805	—0,0918	—0,0863	—0,1483	—0,1769	
1,25	1,00	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1333	—0,1554	
1,25	1,25	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1291	—0,1494	
1,25	1,50	5,1478	0,5061	—0,0840	—0,0804	—0,1259	—0,1448	
1,25	2,00	5,4473	0,4901	—0,0822	—0,0793	—0,1215	—0,1384	
1,25	4,00	5,9784	0,4604	—0,0788	—0,0773	—0,1137	—0,1270	
1,25	10,00	6,3589	0,4384	—0,0762	—0,0758	—0,1080	—0,1188	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

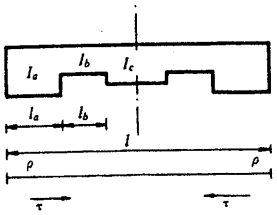
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	0,10	0,10
—0,0861	—0,0730	—0,0579	—0,0409	—0,0229	—0,0069	0,50	0,10
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	1,00	0,10
—0,0763	—0,0648	—0,0512	—0,0362	—0,0206	—0,0064	1,25	0,10
—0,0750	—0,0638	—0,0503	—0,0356	—0,0203	—0,0063	1,50	0,10
—0,0735	—0,0625	—0,0492	—0,0348	—0,0199	—0,0062	2,00	0,10
—0,0711	—0,0605	—0,0475	—0,0335	—0,0193	—0,0061	4,00	0,10
—0,0696	—0,0592	—0,0465	—0,0327	—0,0189	—0,0060	10,00	0,10
—0,1785	—0,1370	—0,0935	—0,0506	—0,0204	—0,0057	0,10	0,50
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	0,50	0,50
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	1,00	0,50
—0,1142	—0,1008	—0,0797	—0,0548	—0,0294	—0,0085	1,25	0,50
—0,1112	—0,0987	—0,0783	—0,0540	—0,0291	—0,0084	1,50	0,50
—0,1071	—0,0958	—0,0762	—0,0527	—0,0286	—0,0083	2,00	0,50
—0,1002	—0,0909	—0,0725	—0,0502	—0,0275	—0,0081	4,00	0,50
—0,0956	—0,0875	—0,0698	—0,0483	—0,0267	—0,0079	10,00	0,50
—0,1945	—0,1446	—0,0925	—0,0431	—0,0138	—0,0038	0,10	1,00
—0,1597	—0,1321	—0,0974	—0,0603	—0,0288	—0,0080	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1396	—0,1228	—0,0952	—0,0632	—0,0325	—0,0092	1,25	1,00
—0,1363	—0,1212	—0,0945	—0,0632	—0,0328	—0,0093	1,50	1,00
—0,1317	—0,1188	—0,0933	—0,0629	—0,0330	—0,0094	2,00	1,00
—0,1235	—0,1143	—0,0908	—0,0619	—0,0330	—0,0094	4,00	1,00
—0,1176	—0,1109	—0,0887	—0,0607	—0,0327	—0,0094	10,00	1,00
—0,1984	—0,1462	—0,0919	—0,0408	—0,0118	—0,0032	0,10	1,25
—0,1674	—0,1371	—0,0992	—0,0595	—0,0275	—0,0076	0,50	1,25
—0,1525	—0,1315	—0,0997	—0,0641	—0,0319	—0,0089	1,00	1,25
—0,1482	—0,1298	—0,0995	—0,0649	—0,0328	—0,0092	1,25	1,25
—0,1449	—0,1284	—0,0992	—0,0654	—0,0334	—0,0094	1,50	1,25
—0,1403	—0,1264	—0,0986	—0,0657	—0,0341	—0,0096	2,00	1,25
—0,1320	—0,1226	—0,0970	—0,0657	—0,0347	—0,0098	4,00	1,25
—0,1260	—0,1196	—0,0955	—0,0651	—0,0348	—0,0099	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,3730	0,6739	—0,1006	—0,0957	—0,1837	—0,2267
1,50	0,50	3,9585	0,6011	—0,0939	—0,0875	—0,1529	—0,1837
1,50	1,00	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1377	—0,1624
1,50	1,25	5,5749	0,5440	—0,0881	—0,0824	—0,1333	—0,1562
1,50	1,50	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1300	—0,1515
1,50	2,00	6,2269	0,5182	—0,0853	—0,0803	—0,1254	—0,1449
1,50	4,00	6,9134	0,4895	—0,0822	—0,0781	—0,1170	—0,1329
1,50	10,00	7,4137	0,4676	—0,0796	—0,0765	—0,1108	—0,1240
2,00	0,10	1,4370	0,6837	—0,1015	—0,0966	—0,1872	—0,2317
2,00	0,50	4,5098	0,6304	—0,0967	—0,0893	—0,1598	—0,1941
2,00	1,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
2,00	1,25	6,6855	0,5845	—0,0922	—0,0842	—0,1402	—0,1671
2,00	1,50	7,0693	0,5756	—0,0913	—0,0833	—0,1367	—0,1623
2,00	2,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
2,00	4,00	8,6372	0,5369	—0,0873	—0,0795	—0,1225	—0,1425
2,00	10,00	9,4020	0,5165	—0,0852	—0,0777	—0,1155	—0,1327
4,00	0,10	1,5460	0,6992	—0,1029	—0,0982	—0,1931	—0,2401
4,00	0,50	5,7478	0,6837	—0,1015	—0,0932	—0,1745	—0,2157
4,00	1,00	8,7101	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
4,00	1,25	9,7123	0,6679	—0,1001	—0,0885	—0,1568	—0,1926
4,00	1,50	10,5196	0,6645	—0,0998	—0,0876	—0,1532	—0,1879
4,00	2,00	11,7403	0,6593	—0,0993	—0,0861	—0,1478	—0,1808
4,00	4,00	14,2188	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
4,00	10,00	16,2864	0,6388	—0,0975	—0,0808	—0,1275	—0,1543
10,00	0,10	1,6206	0,7089	—0,1037	—0,0992	—0,1971	—0,2457
10,00	0,50	6,9329	0,7226	—0,1049	—0,0967	—0,1877	—0,2348
10,00	1,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248
10,00	1,25	13,6528	0,7384	—0,1062	—0,0936	—0,1759	—0,2208
10,00	1,50	15,3031	0,7421	—0,1065	—0,0928	—0,1729	—0,2174
10,00	2,00	18,0290	0,7479	—0,1070	—0,0915	—0,1681	—0,2117
10,00	4,00	24,6175	0,7610	—0,1080	—0,0884	—0,1565	—0,1979
10,00	10,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

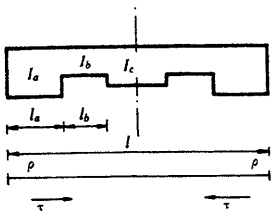
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2012	—0,1474	—0,0913	—0,0390	—0,0103	—0,0028	0,10	1,50
—0,1735	—0,1408	—0,1002	—0,0584	—0,0261	—0,0072	0,50	1,50
—0,1593	—0,1365	—0,1022	—0,0645	—0,0315	—0,0088	1,00	1,50
—0,1551	—0,1352	—0,1025	—0,0658	—0,0328	—0,0092	1,25	1,50
—0,1520	—0,1341	—0,1026	—0,0667	—0,0336	—0,0094	1,50	1,50
—0,1475	—0,1325	—0,1025	—0,0676	—0,0346	—0,0097	2,00	1,50
—0,1392	—0,1294	—0,1019	—0,0686	—0,0360	—0,0101	4,00	1,50
—0,1331	—0,1270	—0,1011	—0,0687	—0,0365	—0,0103	10,00	1,50
—0,2050	—0,1489	—0,0905	—0,0365	—0,0082	—0,0023	0,10	2,00
—0,1824	—0,1458	—0,1010	—0,0559	—0,0235	—0,0065	0,50	2,00
—0,1697	—0,1438	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	1,00	2,00
—0,1659	—0,1431	—0,1063	—0,0662	—0,0320	—0,0089	1,25	2,00
—0,1630	—0,1425	—0,1070	—0,0677	—0,0333	—0,0092	1,50	2,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	2,00	2,00
—0,1508	—0,1400	—0,1092	—0,0725	—0,0375	—0,0105	4,00	2,00
—0,1448	—0,1386	—0,1098	—0,0741	—0,0391	—0,0110	10,00	2,00
—0,2112	—0,1512	—0,0888	—0,0320	—0,0045	—0,0012	0,10	4,00
—0,2000	—0,1545	—0,1000	—0,0479	—0,0164	—0,0045	0,50	4,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	1,00	4,00
—0,1896	—0,1581	—0,1104	—0,0622	—0,0270	—0,0074	1,25	4,00
—0,1875	—0,1588	—0,1125	—0,0650	—0,0291	—0,0080	1,50	4,00
—0,1844	—0,1600	—0,1156	—0,0692	—0,0322	—0,0089	2,00	4,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	4,00	4,00
—0,1730	—0,1647	—0,1270	—0,0839	—0,0431	—0,0119	10,00	4,00
—0,2153	—0,1526	—0,0875	—0,0288	—0,0019	—0,0005	0,10	10,00
—0,2148	—0,1606	—0,0967	—0,0383	—0,0084	—0,0023	0,50	10,00
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	1,00	10,00
—0,2136	—0,1696	—0,1079	—0,0506	—0,0170	—0,0046	1,25	10,00
—0,2131	—0,1717	—0,1105	—0,0537	—0,0192	—0,0052	1,50	10,00
—0,2124	—0,1750	—0,1149	—0,0588	—0,0228	—0,0062	2,00	10,00
—0,2101	—0,1824	—0,1252	—0,0713	—0,0317	—0,0086	4,00	10,00
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,10	0,50	0,5550	0,3070	—0,0587	—0,0735	—0,0987	—0,0983
0,10	1,00	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868
0,10	1,25	0,5976	0,2530	—0,0505	—0,0714	—0,0905	—0,0842
0,10	1,50	0,6030	0,2462	—0,0494	—0,0711	—0,0894	—0,0824
0,10	2,00	0,6100	0,2375	—0,0480	—0,0708	—0,0881	—0,0801
0,10	4,00	0,6210	0,2239	—0,0457	—0,0702	—0,0859	—0,0764
0,10	10,00	0,6279	0,2155	—0,0443	—0,0699	—0,0846	—0,0741
0,50	0,10	0,9518	0,6910	—0,1022	—0,0910	—0,1662	—0,2058
0,50	0,50	2,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,50	1,00	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227
0,50	1,25	2,5046	0,3761	—0,0683	—0,0761	—0,1090	—0,1158
0,50	1,50	2,5857	0,3554	—0,0656	—0,0753	—0,1059	—0,1106
0,50	2,00	2,6991	0,3264	—0,0615	—0,0742	—0,1016	—0,1033
0,50	4,00	2,9022	0,2746	—0,0539	—0,0722	—0,0938	—0,0899
0,50	10,00	3,0501	0,2375	—0,0480	—0,0708	—0,0881	—0,0801
1,00	0,10	1,1753	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248
1,00	0,50	3,0921	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,2718	0,4680	—0,0797	—0,0797	—0,1229	—0,1388
1,00	1,50	4,4828	0,4423	—0,0767	—0,0787	—0,1190	—0,1323
1,00	2,00	4,7918	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227
1,00	4,00	5,3981	0,3264	—0,0615	—0,0742	—0,1016	—0,1033
1,00	10,00	5,8978	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0920	—0,0868
1,25	0,10	1,2346	0,7437	—0,1066	—0,0953	—0,1825	—0,2296
1,25	0,50	3,4902	0,6230	—0,0960	—0,0868	—0,1502	—0,1817
1,25	1,00	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1333	—0,1554
1,25	1,25	5,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,25	1,50	5,2789	0,4738	—0,0804	—0,0799	—0,1238	—0,1403
1,25	2,00	5,6934	0,4334	—0,0756	—0,0783	—0,1176	—0,1301
1,25	4,00	6,5317	0,3485	—0,0646	—0,0750	—0,1049	—0,1089
1,25	10,00	7,2555	0,2746	—0,0539	—0,0722	—0,0938	—0,0899

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

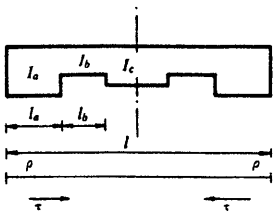
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,10	0,10
—0,0912	—0,0788	—0,0626	—0,0440	—0,0244	—0,0073	0,50	0,10
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	1,00	0,10
—0,0750	—0,0634	—0,0500	—0,0354	—0,0203	—0,0063	1,25	0,10
—0,0729	—0,0614	—0,0483	—0,0343	—0,0197	—0,0062	1,50	0,10
—0,0702	—0,0587	—0,0461	—0,0327	—0,0189	—0,0060	2,00	0,10
—0,0658	—0,0545	—0,0426	—0,0302	—0,0177	—0,0057	4,00	0,10
—0,0631	—0,0518	—0,0403	—0,0287	—0,0169	—0,0055	10,00	0,10
—0,1984	—0,1603	—0,1074	—0,0560	—0,0220	—0,0060	0,10	0,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,50	0,50
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	1,00	0,50
—0,1108	—0,0969	—0,0767	—0,0529	—0,0285	—0,0083	1,25	0,50
—0,1051	—0,0917	—0,0727	—0,0505	—0,0274	—0,0080	1,50	0,50
—0,0969	—0,0841	—0,0668	—0,0467	—0,0257	—0,0076	2,00	0,50
—0,0816	—0,0697	—0,0552	—0,0390	—0,0220	—0,0067	4,00	0,50
—0,0702	—0,0587	—0,0461	—0,0327	—0,0189	—0,0060	10,00	0,50
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	0,10	1,00
—0,1697	—0,1438	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1355	—0,1182	—0,0917	—0,0612	—0,0316	—0,0090	1,25	1,00
—0,1287	—0,1125	—0,0879	—0,0593	—0,0310	—0,0088	1,50	1,00
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	2,00	1,00
—0,0969	—0,0841	—0,0668	—0,0467	—0,0257	—0,0076	4,00	1,00
—0,0780	—0,0663	—0,0524	—0,0371	—0,0211	—0,0065	10,00	1,00
—0,2178	—0,1687	—0,1037	—0,0444	—0,0124	—0,0034	0,10	1,25
—0,1775	—0,1487	—0,1068	—0,0630	—0,0287	—0,0079	0,50	1,25
—0,1525	—0,1315	—0,0997	—0,0641	—0,0319	—0,0089	1,00	1,25
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,25	1,25
—0,1371	—0,1194	—0,0925	—0,0616	—0,0317	—0,0090	1,50	1,25
—0,1264	—0,1105	—0,0865	—0,0586	—0,0308	—0,0088	2,00	1,25
—0,1031	—0,0899	—0,0713	—0,0496	—0,0270	—0,0079	4,00	1,25
—0,0816	—0,0697	—0,0552	—0,0390	—0,0220	—0,0067	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,2779	0,7502	—0,1072	—0,0960	—0,1849	—0,2331
1,50	0,50	3,8243	0,6434	—0,0979	—0,0880	—0,1546	—0,1884
1,50	1,00	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1377	—0,1624
1,50	1,25	5,6529	0,5262	—0,0862	—0,0821	—0,1323	—0,1539
1,50	1,50	6,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,50	2,00	6,5216	0,4588	—0,0786	—0,0793	—0,1215	—0,1365
1,50	4,00	7,6023	0,3686	—0,0673	—0,0758	—0,1079	—0,1139
1,50	10,00	8,5732	0,2859	—0,0556	—0,0726	—0,0955	—0,0929
2,00	0,10	1,3368	0,7587	—0,1078	—0,0969	—0,1882	—0,2378
2,00	0,50	4,3551	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
2,00	1,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
2,00	1,25	6,7822	0,5663	—0,0904	—0,0839	—0,1393	—0,1648
2,00	1,50	7,2637	0,5411	—0,0878	—0,0828	—0,1348	—0,1579
2,00	2,00	8,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
2,00	4,00	9,5836	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1131	—0,1227
2,00	10,00	11,0995	0,3070	—0,0587	—0,0735	—0,0987	—0,0983
4,00	0,10	1,4373	0,7719	—0,1089	—0,0983	—0,1937	—0,2456
4,00	0,50	5,5463	0,7226	—0,1049	—0,0935	—0,1755	—0,2193
4,00	1,00	8,7101	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1613	—0,1985
4,00	1,25	9,8586	0,6502	—0,0985	—0,0884	—0,1561	—0,1907
4,00	1,50	10,8235	0,6304	—0,0967	—0,0872	—0,1518	—0,1841
4,00	2,00	12,3684	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1447	—0,1734
4,00	4,00	16,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
4,00	10,00	20,0368	0,3761	—0,0683	—0,0761	—0,1090	—0,1158
10,00	0,10	1,5058	0,7801	—0,1096	—0,0993	—0,1973	—0,2509
10,00	0,50	6,6842	0,7587	—0,1078	—0,0969	—0,1882	—0,2378
10,00	1,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,1792	—0,2248
10,00	1,25	13,8658	0,7226	—0,1049	—0,0935	—0,1755	—0,2193
10,00	1,50	15,7619	0,7116	—0,1039	—0,0926	—0,1721	—0,2144
10,00	2,00	19,0356	0,6910	—0,1022	—0,0910	—0,1662	—0,2058
10,00	4,00	27,9218	0,6230	—0,0960	—0,0868	—0,1502	—0,1817
10,00	10,00	40,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

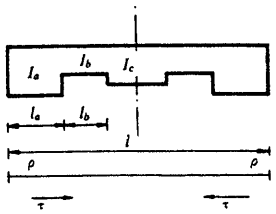
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2205	—0,1697	—0,1029	—0,0424	—0,0108	—0,0029	0,10	1,50
—0,1834	—0,1523	—0,1075	—0,0616	—0,0272	—0,0075	0,50	1,50
—0,1593	—0,1365	—0,1022	—0,0645	—0,0315	—0,0088	1,00	1,50
—0,1509	—0,1304	—0,0991	—0,0640	—0,0320	—0,0090	1,25	1,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,50	1,50
—0,1331	—0,1162	—0,0904	—0,0606	—0,0314	—0,0089	2,00	1,50
—0,1088	—0,0950	—0,0725	—0,0521	—0,0281	—0,0082	4,00	1,50
—0,0850	—0,0730	—0,0579	—0,0408	—0,0229	—0,0069	10,00	1,50
—0,2242	—0,1710	—0,1016	—0,0397	—0,0086	—0,0023	0,10	2,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	0,50	2,00
—0,1697	—0,1438	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	1,00	2,00
—0,1617	—0,1382	—0,1030	—0,0646	—0,0313	—0,0087	1,25	2,00
—0,1549	—0,1333	—0,1007	—0,0643	—0,0318	—0,0089	1,50	2,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	2,00	2,00
—0,1184	—0,1036	—0,0816	—0,0559	—0,0297	—0,0086	4,00	2,00
—0,0912	—0,0788	—0,0626	—0,0440	—0,0244	—0,0073	10,00	2,00
—0,2302	—0,1730	—0,0993	—0,0347	—0,0047	—0,0013	0,10	4,00
—0,2096	—0,1654	—0,1058	—0,0499	—0,0169	—0,0046	0,50	4,00
—0,1922	—0,1571	—0,1078	—0,0587	—0,0244	—0,0067	1,00	4,00
—0,1855	—0,1534	—0,1076	—0,0610	—0,0266	—0,0073	1,25	4,00
—0,1796	—0,1500	—0,1071	—0,0625	—0,0282	—0,0078	1,50	4,00
—0,1697	—0,1438	—0,1053	—0,0641	—0,0303	—0,0084	2,00	4,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	4,00	4,00
—0,1108	—0,0969	—0,0767	—0,0529	—0,0285	—0,0083	10,00	4,00
—0,2342	—0,1742	—0,0976	—0,0313	—0,0020	—0,0005	0,10	10,00
—0,2242	—0,1710	—0,1016	—0,0397	—0,0086	—0,0023	0,50	10,00
—0,2140	—0,1672	—0,1048	—0,0471	—0,0145	—0,0040	1,00	10,00
—0,2096	—0,1654	—0,1058	—0,0499	—0,0169	—0,0046	1,25	10,00
—0,2056	—0,1636	—0,1065	—0,0523	—0,0188	—0,0052	1,50	10,00
—0,1984	—0,1603	—0,1074	—0,0560	—0,0220	—0,0060	2,00	10,00
—0,1775	—0,1487	—0,1068	—0,0630	—0,0287	—0,0079	4,00	10,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4445	0,3836	—0,0693	—0,0788	—0,1193	—0,1277
0,10	0,50	0,4709	0,3466	—0,0644	—0,0775	—0,1143	—0,1166
0,10	1,00	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151
0,10	1,25	0,4753	0,3405	—0,0635	—0,0773	—0,1134	—0,1148
0,10	1,50	0,4758	0,3398	—0,0634	—0,0773	—0,1133	—0,1146
0,10	2,00	0,4764	0,3389	—0,0633	—0,0772	—0,1132	—0,1143
0,10	4,00	0,4774	0,3376	—0,0631	—0,0772	—0,1130	—0,1139
0,10	10,00	0,4779	0,3368	—0,0630	—0,0772	—0,1129	—0,1137
0,50	0,10	1,7222	0,5355	—0,0872	—0,0837	—0,1382	—0,1688
0,50	0,50	2,1088	0,4421	—0,0766	—0,0799	—0,1238	—0,1376
0,50	1,00	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322
0,50	1,25	2,1884	0,4216	—0,0741	—0,0792	—0,1208	—0,1310
0,50	1,50	2,1978	0,4192	—0,0738	—0,0791	—0,1204	—0,1303
0,50	2,00	2,2097	0,4161	—0,0735	—0,0789	—0,1200	—0,1293
0,50	4,00	2,2279	0,4113	—0,0729	—0,0788	—0,1193	—0,1278
0,50	10,00	2,2390	0,4084	—0,0725	—0,0787	—0,1189	—0,1269
1,00	0,10	2,7769	0,6209	—0,0958	—0,0869	—0,1505	—0,1953
1,00	0,50	3,8021	0,5218	—0,0857	—0,0820	—0,1317	—0,1549
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,0428	0,4952	—0,0828	—0,0808	—0,1272	—0,1453
1,00	1,50	4,0719	0,4919	—0,0824	—0,0807	—0,1267	—0,1441
1,00	2,00	4,1092	0,4877	—0,0820	—0,0805	—0,1260	—0,1426
1,00	4,00	4,1667	0,4811	—0,0812	—0,0802	—0,1249	—0,1403
1,00	10,00	4,2022	0,4770	—0,0807	—0,0800	—0,1242	—0,1388
1,25	0,10	3,1801	0,6467	—0,0982	—0,0880	—0,1547	—0,2044
1,25	0,50	4,5507	0,5515	—0,0889	—0,0827	—0,1347	—0,1616
1,25	1,00	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1306	—0,1528
1,25	1,25	4,8876	0,5242	—0,0860	—0,0814	—0,1297	—0,1509
1,25	1,50	4,9289	0,5207	—0,0856	—0,0813	—0,1291	—0,1495
1,25	2,00	4,9817	0,5163	—0,0851	—0,0811	—0,1283	—0,1479
1,25	4,00	5,0636	0,5094	—0,0844	—0,0808	—0,1271	—0,1452
1,25	10,00	5,1144	0,5050	—0,0839	—0,0806	—0,1264	—0,1436

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

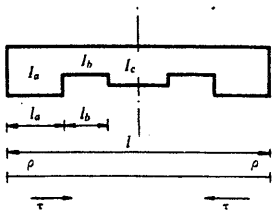
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1125	—0,0926	—0,0714	—0,0490	—0,0259	—0,0075	0,10	0,10
—0,1016	—0,0840	—0,0650	—0,0449	—0,0242	—0,0071	0,50	0,10
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	1,00	0,10
—0,0997	—0,0826	—0,0638	—0,0442	—0,0239	—0,0070	1,25	0,10
—0,0995	—0,0824	—0,0637	—0,0441	—0,0238	—0,0070	1,50	0,10
—0,0993	—0,0822	—0,0635	—0,0440	—0,0238	—0,0070	2,00	0,10
—0,0989	—0,0819	—0,0633	—0,0438	—0,0237	—0,0070	4,00	0,10
—0,0986	—0,0817	—0,0631	—0,0437	—0,0237	—0,0070	10,00	0,10
—0,1557	—0,1265	—0,0933	—0,0592	—0,0298	—0,0083	0,10	0,50
—0,1287	—0,1096	—0,0845	—0,0565	—0,0292	—0,0083	0,50	0,50
—0,1239	—0,1062	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	1,00	0,50
—0,1229	—0,1055	—0,0819	—0,0550	—0,0286	—0,0082	1,25	0,50
—0,1222	—0,1051	—0,0816	—0,0548	—0,0285	—0,0082	1,50	0,50
—0,1213	—0,1044	—0,0811	—0,0546	—0,0284	—0,0082	2,00	0,50
—0,1199	—0,1035	—0,0805	—0,0542	—0,0283	—0,0081	4,00	0,50
—0,1191	—0,1029	—0,0801	—0,0539	—0,0282	—0,0081	10,00	0,50
—0,1811	—0,1428	—0,0992	—0,0573	—0,0285	—0,0079	0,10	1,00
—0,1503	—0,1284	—0,0974	—0,0632	—0,0320	—0,0090	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1426	—0,1242	—0,0956	—0,0629	—0,0320	—0,0090	1,25	1,00
—0,1417	—0,1237	—0,0954	—0,0628	—0,0320	—0,0090	1,50	1,00
—0,1405	—0,1230	—0,0950	—0,0627	—0,0319	—0,0090	2,00	1,00
—0,1386	—0,1220	—0,0945	—0,0624	—0,0319	—0,0090	4,00	1,00
—0,1375	—0,1213	—0,0941	—0,0623	—0,0318	—0,0090	10,00	1,00
—0,1893	—0,1473	—0,0997	—0,0552	—0,0273	—0,0075	0,10	1,25
—0,1583	—0,1349	—0,1014	—0,0649	—0,0326	—0,0091	0,50	1,25
—0,1517	—0,1318	—0,1006	—0,0654	—0,0330	—0,0092	1,00	1,25
—0,1502	—0,1311	—0,1004	—0,0654	—0,0330	—0,0093	1,25	1,25
—0,1492	—0,1306	—0,1002	—0,0654	—0,0331	—0,0093	1,50	1,25
—0,1479	—0,1300	—0,0999	—0,0654	—0,0331	—0,0093	2,00	1,25
—0,1459	—0,1290	—0,0996	—0,0653	—0,0331	—0,0093	4,00	1,25
—0,1447	—0,1283	—0,0993	—0,0653	—0,0331	—0,0093	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0;1}$	$\mu_{0;2}$	$\mu_{0;3}$
1,50	0,10	3,5265	0,6664	—0,1000	—0,0889	—0,1582	—0,2118
1,50	0,50	5,2490	0,5766	—0,0914	—0,0834	—0,1374	—0,1674
1,50	1,00	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1329	—0,1578
1,50	1,25	5,6899	0,5494	—0,0886	—0,0820	—0,1320	—0,1557
1,50	1,50	5,7444	0,5459	—0,0883	—0,0818	—0,1313	—0,1543
1,50	2,00	5,8143	0,5414	—0,0878	—0,0816	—0,1304	—0,1525
1,50	4,00	5,9230	0,5343	—0,0871	—0,0813	—0,1291	—0,1496
1,50	10,00	5,9907	0,5298	—0,0866	—0,0810	—0,1283	—0,1478
2,00	0,10	4,0932	0,6946	—0,1025	—0,0903	—0,1637	—0,2235
2,00	0,50	6,5224	0,6167	—0,0954	—0,0846	—0,1418	—0,1770
2,00	1,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664
2,00	1,25	7,1892	0,5909	—0,0929	—0,0830	—0,1357	—0,1640
2,00	1,50	7,2729	0,5875	—0,0925	—0,0828	—0,1350	—0,1623
2,00	2,00	7,3807	0,5831	—0,0921	—0,0825	—0,1340	—0,1602
2,00	4,00	7,5494	0,5761	—0,0914	—0,0821	—0,1324	—0,1569
2,00	10,00	7,6550	0,5717	—0,0909	—0,0819	—0,1315	—0,1548
4,00	0,10	5,4440	0,7466	—0,1069	—0,0936	—0,1759	—0,2495
4,00	0,50	10,4937	0,7068	—0,1035	—0,0876	—0,1535	—0,2021
4,00	1,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889
4,00	1,25	12,2103	0,6909	—0,1022	—0,0856	—0,1458	—0,1859
4,00	1,50	12,4372	0,6888	—0,1020	—0,0853	—0,1448	—0,1837
4,00	2,00	12,7335	0,6859	—0,1017	—0,0850	—0,1435	—0,1809
4,00	4,00	13,2061	0,6812	—0,1013	—0,0844	—0,1414	—0,1764
4,00	10,00	13,5075	0,6781	—0,1010	—0,0841	—0,1400	—0,1735
10,00	0,10	6,8503	0,7853	—0,1100	—0,0968	—0,1879	—0,2747
10,00	0,50	17,2020	0,7924	—0,1105	—0,0919	—0,1697	—0,2365
10,00	1,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217
10,00	1,25	22,2461	0,7957	—0,1108	—0,0895	—0,1608	—0,2179
10,00	1,50	22,9954	0,7962	—0,1108	—0,0892	—0,1595	—0,2151
10,00	2,00	24,0062	0,7968	—0,1109	—0,0887	—0,1577	—0,2114
10,00	4,00	25,7010	0,7979	—0,1109	—0,0879	—0,1548	—0,2051
10,00	10,00	26,8379	0,7986	—0,1110	—0,0874	—0,1528	—0,2010

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

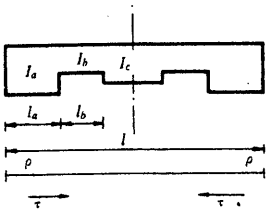
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1960	—0,1507	—0,0996	—0,0529	—0,0261	—0,0072	0,10	1,50
—0,1651	—0,1403	—0,1044	—0,0660	—0,0330	—0,0092	0,50	1,50
—0,1583	—0,1375	—0,1042	—0,0672	—0,0337	—0,0094	1,00	1,50
—0,1568	—0,1369	—0,1041	—0,0673	—0,0338	—0,0094	1,25	1,50
—0,1557	—0,1364	—0,1040	—0,0674	—0,0339	—0,0095	1,50	1,50
—0,1544	—0,1358	—0,1039	—0,0675	—0,0340	—0,0095	2,00	1,50
—0,1523	—0,1349	—0,1037	—0,0677	—0,0341	—0,0095	4,00	1,50
—0,1510	—0,1343	—0,1036	—0,0677	—0,0342	—0,0096	10,00	1,50
—0,2061	—0,1555	—0,0986	—0,0484	—0,0238	—0,0065	0,10	2,00
—0,1761	—0,1484	—0,1083	—0,0668	—0,0332	—0,0092	0,50	2,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	1,00	2,00
—0,1676	—0,1460	—0,1096	—0,0698	—0,0349	—0,0097	1,25	2,00
—0,1665	—0,1456	—0,1097	—0,0702	—0,0350	—0,0097	1,50	2,00
—0,1652	—0,1452	—0,1098	—0,0705	—0,0352	—0,0098	2,00	2,00
—0,1630	—0,1445	—0,1100	—0,0711	—0,0356	—0,0099	4,00	2,00
—0,1616	—0,1441	—0,1101	—0,0714	—0,0357	—0,0099	10,00	2,00
—0,2276	—0,1638	—0,0931	—0,0350	—0,0172	—0,0047	0,10	4,00
—0,2032	—0,1654	—0,1122	—0,0633	—0,0311	—0,0085	0,50	4,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	1,00	4,00
—0,1950	—0,1660	—0,1182	—0,0717	—0,0353	—0,0097	1,25	4,00
—0,1940	—0,1661	—0,1189	—0,0727	—0,0358	—0,0098	1,50	4,00
—0,1926	—0,1663	—0,1199	—0,0741	—0,0365	—0,0100	2,00	4,00
—0,1903	—0,1664	—0,1215	—0,0762	—0,0376	—0,0103	4,00	4,00
—0,1889	—0,1666	—0,1225	—0,0775	—0,0382	—0,0105	10,00	4,00
—0,2476	—0,1697	—0,0844	—0,0187	—0,0091	—0,0025	0,10	10,00
—0,2369	—0,1799	—0,1051	—0,0475	—0,0232	—0,0063	0,50	10,00
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	1,00	10,00
—0,2315	—0,1847	—0,1151	—0,0617	—0,0301	—0,0082	1,25	10,00
—0,2307	—0,1854	—0,1166	—0,0638	—0,0311	—0,0085	1,50	10,00
—0,2296	—0,1863	—0,1186	—0,0667	—0,0325	—0,0088	2,00	10,00
—0,2277	—0,1878	—0,1219	—0,0715	—0,0349	—0,0095	4,00	10,00
—0,2265	—0,1889	—0,1242	—0,0747	—0,0364	—0,0099	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363	
0,10	0,50	0,4680	0,3525	—0,0652	—0,0777	—0,1148	—0,1179	
0,10	1,00	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151	
0,10	1,25	0,4759	0,3393	—0,0633	—0,0773	—0,1133	—0,1145	
0,10	1,50	0,4769	0,3378	—0,0631	—0,0772	—0,1131	—0,1141	
0,10	2,00	0,4780	0,3359	—0,0629	—0,0772	—0,1129	—0,1136	
0,10	4,00	0,4798	0,3330	—0,0625	—0,0771	—0,1126	—0,1129	
0,10	10,00	0,4808	0,3313	—0,0622	—0,0770	—0,1124	—0,1124	
0,50	0,10	1,5236	0,6139	—0,0951	—0,0856	—0,1456	—0,1850	
0,50	0,50	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416	
0,50	1,00	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322	
0,50	1,25	2,1996	0,4172	—0,0736	—0,0790	—0,1203	—0,1301	
0,50	1,50	2,2168	0,4116	—0,0729	—0,0789	—0,1197	—0,1286	
0,50	2,00	2,2390	0,4045	—0,0720	—0,0787	—0,1188	—0,1268	
0,50	4,00	2,2736	0,3933	—0,0706	—0,0783	—0,1175	—0,1239	
0,50	10,00	2,2952	0,3864	—0,0697	—0,0781	—0,1167	—0,1221	
1,00	0,10	2,3518	0,6963	—0,1026	—0,0889	—0,1583	—0,2121	
1,00	0,50	3,6742	0,5464	—0,0883	—0,0826	—0,1341	—0,1602	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,0756	0,4888	—0,0821	—0,0806	—0,1266	—0,1439	
1,00	1,50	4,1285	0,4810	—0,0812	—0,0804	—0,1256	—0,1417	
1,00	2,00	4,1975	0,4706	—0,0800	—0,0800	—0,1243	—0,1389	
1,00	4,00	4,3080	0,4538	—0,0780	—0,0795	—0,1222	—0,1343	
1,00	10,00	4,3787	0,4430	—0,0767	—0,0792	—0,1208	—0,1314	
1,25	0,10	2,6514	0,7185	—0,1045	—0,0900	—0,1624	—0,2210	
1,25	0,50	4,3790	0,5771	—0,0915	—0,0834	—0,1373	—0,1672	
1,25	1,00	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1306	—0,1528	
1,25	1,25	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1291	—0,1494	
1,25	1,50	5,0072	0,5089	—0,0843	—0,0810	—0,1279	—0,1469	
1,25	2,00	5,1047	0,4977	—0,0831	—0,0806	—0,1265	—0,1438	
1,25	4,00	5,2619	0,4793	—0,0810	—0,0800	—0,1241	—0,1386	
1,25	10,00	5,3635	0,4673	—0,0796	—0,0796	—0,1226	—0,1352	

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

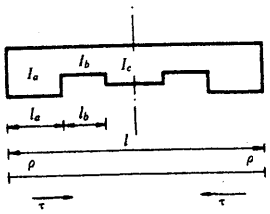
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	0,10	0,10
—0,1034	—0,0856	—0,0663	—0,0457	—0,0245	—0,0072	0,50	0,10
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	1,00	0,10
—0,0994	—0,0822	—0,0635	—0,0440	—0,0238	—0,0070	1,25	0,10
—0,0989	—0,0818	—0,0632	—0,0438	—0,0237	—0,0070	1,50	0,10
—0,0983	—0,0813	—0,0628	—0,0435	—0,0236	—0,0070	2,00	0,10
—0,0974	—0,0806	—0,0622	—0,0431	—0,0234	—0,0069	4,00	0,10
—0,0969	—0,0801	—0,0618	—0,0429	—0,0233	—0,0069	10,00	0,10
—0,1805	—0,1426	—0,1018	—0,0621	—0,0309	—0,0085	0,10	0,50
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	0,50	0,50
—0,1239	—0,1063	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	1,00	0,50
—0,1215	—0,1045	—0,0810	—0,0545	—0,0284	—0,0081	1,25	0,50
—0,1199	—0,1033	—0,0801	—0,0540	—0,0282	—0,0081	1,50	0,50
—0,1178	—0,1017	—0,0789	—0,0532	—0,0278	—0,0080	2,00	0,50
—0,1145	—0,0991	—0,0769	—0,0520	—0,0273	—0,0079	4,00	0,50
—0,1124	—0,0975	—0,0757	—0,0512	—0,0270	—0,0078	10,00	0,50
—0,2084	—0,1571	—0,1023	—0,0557	—0,0274	—0,0075	0,10	1,00
—0,1578	—0,1333	—0,1006	—0,0648	—0,0326	—0,0091	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1407	—0,1229	—0,0947	—0,0623	—0,0318	—0,0090	1,25	1,00
—0,1384	—0,1214	—0,0937	—0,0618	—0,0316	—0,0089	1,50	1,00
—0,1354	—0,1194	—0,0924	—0,0611	—0,0313	—0,0088	2,00	1,00
—0,1305	—0,1162	—0,0901	—0,0598	—0,0308	—0,0087	4,00	1,00
—0,1273	—0,1140	—0,0885	—0,0589	—0,0304	—0,0086	10,00	1,00
—0,2171	—0,1608	—0,1008	—0,0522	—0,0256	—0,0070	0,10	1,25
—0,1662	—0,1398	—0,1042	—0,0661	—0,0331	—0,0092	0,50	1,25
—0,1517	—0,1318	—0,1006	—0,0654	—0,0330	—0,0092	1,00	1,25
—0,1482	—0,1298	—0,0995	—0,0649	—0,0328	—0,0092	1,25	1,25
—0,1457	—0,1283	—0,0986	—0,0645	—0,0327	—0,0092	1,50	1,25
—0,1424	—0,1263	—0,0974	—0,0639	—0,0325	—0,0091	2,00	1,25
—0,1370	—0,1229	—0,0952	—0,0628	—0,0321	—0,0091	4,00	1,25
—0,1335	—0,1207	—0,0937	—0,0619	—0,0317	—0,0090	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	2,9014	0,7349	—0,1059	—0,0909	—0,1658	—0,2281
1,50	0,50	5,0323	0,6026	—0,0940	—0,0841	—0,1401	—0,1732
1,50	1,00	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1329	—0,1578
1,50	1,25	5,7484	0,5422	—0,0879	—0,0818	—0,1312	—0,1541
1,50	1,50	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1300	—0,1515
1,50	2,00	5,9740	0,5217	—0,0857	—0,0811	—0,1284	—0,1481
1,50	4,00	6,1824	0,5023	—0,0836	—0,0804	—0,1258	—0,1424
1,50	10,00	6,3180	0,4894	—0,0822	—0,0800	—0,1241	—0,1387
2,00	0,10	3,2958	0,7573	—0,1077	—0,0922	—0,1709	—0,2389
2,00	0,50	6,2132	0,6423	—0,0978	—0,0853	—0,1447	—0,1832
2,00	1,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664
2,00	1,25	7,2755	0,5835	—0,0921	—0,0828	—0,1349	—0,1622
2,00	1,50	7,4231	0,5746	—0,0912	—0,0824	—0,1336	—0,1593
2,00	2,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
2,00	4,00	7,9406	0,5421	—0,0879	—0,0812	—0,1288	—0,1489
2,00	10,00	8,1523	0,5282	—0,0864	—0,0807	—0,1268	—0,1446
4,00	0,10	4,1662	0,7957	—0,1108	—0,0951	—0,1817	—0,2615
4,00	0,50	9,8079	0,7281	—0,1053	—0,0884	—0,1566	—0,2087
4,00	1,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889
4,00	1,25	12,4210	0,6843	—0,1016	—0,0853	—0,1449	—0,1838
4,00	1,50	12,8088	0,6769	—0,1009	—0,0849	—0,1431	—0,1801
4,00	2,00	13,3333	0,6667	—0,1000	—0,0843	—0,1407	—0,1750
4,00	4,00	14,2188	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
4,00	10,00	14,8190	0,6352	—0,0971	—0,0825	—0,1340	—0,1605
10,00	0,10	4,9769	0,8222	—0,1128	—0,0977	—0,1913	—0,2817
10,00	0,50	15,5601	0,8053	—0,1115	—0,0927	—0,1726	—0,2426
10,00	1,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217
10,00	1,25	22,8728	0,7918	—0,1105	—0,0892	—0,1597	—0,2155
10,00	1,50	24,1355	0,7893	—0,1103	—0,0887	—0,1575	—0,2108
10,00	2,00	25,9259	0,7857	—0,1100	—0,0878	—0,1543	—0,2042
10,00	4,00	29,1774	0,7789	—0,1095	—0,0863	—0,1486	—0,1921
10,00	10,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

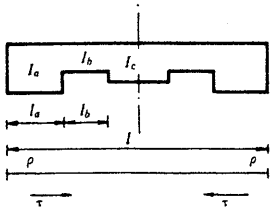
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2240	—0,1635	—0,0991	—0,0489	—0,0240	—0,0065	0,10	1,50
—0,1733	—0,1450	—0,1067	—0,0668	—0,0333	—0,0092	0,50	1,50
—0,1583	—0,1375	—0,1042	—0,0672	—0,0337	—0,0094	1,00	1,50
—0,1546	—0,1355	—0,1033	—0,0669	—0,0337	—0,0094	1,25	1,50
—0,1520	—0,1341	—0,1026	—0,0667	—0,0336	—0,0094	1,50	1,50
—0,1485	—0,1321	—0,1015	—0,0662	—0,0335	—0,0094	2,00	1,50
—0,1427	—0,1288	—0,0996	—0,0653	—0,0332	—0,0093	4,00	1,50
—0,1390	—0,1266	—0,0981	—0,0645	—0,0329	—0,0093	10,00	1,50
—0,2342	—0,1670	—0,0958	—0,0431	—0,0211	—0,0058	0,10	2,00
—0,1848	—0,1528	—0,1096	—0,0668	—0,0331	—0,0091	0,50	2,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	1,00	2,00
—0,1653	—0,1447	—0,1090	—0,0696	—0,0348	—0,0097	1,25	2,00
—0,1625	—0,1434	—0,1086	—0,0697	—0,0349	—0,0097	1,50	2,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	2,00	2,00
—0,1525	—0,1386	—0,1066	—0,0693	—0,0349	—0,0097	4,00	2,00
—0,1484	—0,1365	—0,1055	—0,0689	—0,0348	—0,0097	10,00	2,00
—0,2551	—0,1729	—0,0864	—0,0289	—0,0141	—0,0038	0,10	4,00
—0,2127	—0,1683	—0,1107	—0,0613	—0,0301	—0,0082	0,50	4,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	1,00	4,00
—0,1924	—0,1652	—0,1184	—0,0721	—0,0355	—0,0098	1,25	4,00
—0,1893	—0,1647	—0,1193	—0,0734	—0,0362	—0,0099	1,50	4,00
—0,1852	—0,1639	—0,1204	—0,0750	—0,0370	—0,0102	2,00	4,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	4,00	4,00
—0,1733	—0,1615	—0,1226	—0,0786	—0,0390	—0,0108	10,00	4,00
—0,2731	—0,1768	—0,0760	—0,0143	—0,0070	—0,0019	0,10	10,00
—0,2466	—0,1811	—0,1004	—0,0437	—0,0213	—0,0058	0,50	10,00
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	1,00	10,00
—0,2285	—0,1845	—0,1167	—0,0631	—0,0308	—0,0084	1,25	10,00
—0,2254	—0,1852	—0,1195	—0,0663	—0,0323	—0,0088	1,50	10,00
—0,2210	—0,1861	—0,1235	—0,0708	—0,0346	—0,0094	2,00	10,00
—0,2130	—0,1879	—0,1305	—0,0789	—0,0385	—0,0105	4,00	10,00
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$	
0,10	0,10	0,4000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
0,10	0,50	0,4632	0,3651	—0,0669	—0,0779	—0,1158	—0,1200	
0,10	1,00	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151	
0,10	1,25	0,4770	0,3366	—0,0630	—0,0772	—0,1131	—0,1140	
0,10	1,50	0,4786	0,3332	—0,0625	—0,0771	—0,1128	—0,1133	
0,10	2,00	0,4807	0,3290	—0,0619	—0,0770	—0,1124	—0,1124	
0,10	4,00	0,4839	0,3224	—0,0610	—0,0769	—0,1118	—0,1110	
0,10	10,00	0,4859	0,3185	—0,0604	—0,0768	—0,1114	—0,1102	
0,50	0,10	1,3866	0,7226	—0,1049	—0,0869	—0,1509	—0,1967	
0,50	0,50	2,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
0,50	1,00	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322	
0,50	1,25	2,2178	0,4067	—0,0723	—0,0789	—0,1196	—0,1285	
0,50	1,50	2,2487	0,3936	—0,0706	—0,0786	—0,1184	—0,1258	
0,50	2,00	2,2899	0,3761	—0,0683	—0,0782	—0,1168	—0,1223	
0,50	4,00	2,3582	0,3476	—0,0645	—0,0775	—0,1141	—0,1164	
0,50	10,00	2,4036	0,3290	—0,0619	—0,0770	—0,1124	—0,1124	
1,00	0,10	2,1209	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217	
1,00	0,50	3,5338	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,1259	0,4731	—0,0803	—0,0804	—0,1256	—0,1417	
1,00	1,50	4,2192	0,4531	—0,0779	—0,0799	—0,1238	—0,1377	
1,00	2,00	4,3492	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322	
1,00	4,00	4,5798	0,3761	—0,0683	—0,0782	—0,1168	—0,1223	
1,00	10,00	4,7459	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1136	—0,1151	
1,25	0,10	2,3834	0,8127	—0,1121	—0,0910	—0,1665	—0,2298	
1,25	0,50	4,2028	0,6282	—0,0965	—0,0841	—0,1401	—0,1733	
1,25	1,00	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1306	—0,1528	
1,25	1,25	5,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,25	1,50	5,1297	0,4778	—0,0808	—0,0805	—0,1260	—0,1426	
1,25	2,00	5,3128	0,4464	—0,0772	—0,0798	—0,1232	—0,1364	
1,25	4,00	5,6467	0,3893	—0,0701	—0,0785	—0,1180	—0,1250	
1,25	10,00	5,8955	0,3476	—0,0645	—0,0775	—0,1141	—0,1164	

vigas de inercia variable, cinco tramos, empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

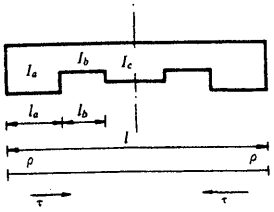
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,10	0,10
—0,1070	—0,0897	—0,0695	—0,0477	—0,0254	—0,0074	0,50	0,10
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	1,00	0,10
—0,0986	—0,0813	—0,0628	—0,0436	—0,0236	—0,0070	1,25	0,10
—0,0976	—0,0803	—0,0620	—0,0431	—0,0234	—0,0069	1,50	0,10
—0,0963	—0,0790	—0,0610	—0,0424	—0,0231	—0,0068	2,00	0,10
—0,0943	—0,0770	—0,0594	—0,0414	—0,0227	—0,0067	4,00	0,10
—0,0931	—0,0758	—0,0584	—0,0408	—0,0224	—0,0067	10,00	0,10
—0,2055	—0,1712	—0,1176	—0,0687	—0,0337	—0,0092	0,10	0,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,50	0,50
—0,1239	—0,1062	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	1,00	0,50
—0,1188	—0,1013	—0,0786	—0,0531	—0,0278	—0,0080	1,25	0,50
—0,1151	—0,0977	—0,0758	—0,0514	—0,0270	—0,0078	1,50	0,50
—0,1101	—0,0929	—0,0720	—0,0492	—0,0261	—0,0076	2,00	0,50
—0,1018	—0,0846	—0,0655	—0,0452	—0,0243	—0,0071	4,00	0,50
—0,0963	—0,0790	—0,0610	—0,0424	—0,0231	—0,0068	10,00	0,50
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	0,10	1,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1369	—0,1185	—0,0914	—0,0605	—0,0309	—0,0087	1,25	1,00
—0,1315	—0,1135	—0,0877	—0,0584	—0,0301	—0,0085	1,50	1,00
—0,1239	—0,1063	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	2,00	1,00
—0,1101	—0,0929	—0,0720	—0,0492	—0,0261	—0,0076	4,00	1,00
—0,1000	—0,0828	—0,0640	—0,0443	—0,0239	—0,0070	10,00	1,00
—0,2409	—0,1866	—0,1100	—0,0542	—0,0264	—0,0072	0,10	1,25
—0,1779	—0,1531	—0,1127	—0,0704	—0,0349	—0,0096	0,50	1,25
—0,1517	—0,1318	—0,1006	—0,0654	—0,0330	—0,0092	1,00	1,25
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,25	1,25
—0,1381	—0,1196	—0,0922	—0,0610	—0,0311	—0,0088	1,50	1,25
—0,1297	—0,1118	—0,0865	—0,0577	—0,0297	—0,0085	2,00	1,25
—0,1139	—0,0966	—0,0749	—0,0509	—0,0268	—0,0077	4,00	1,25
—0,1018	—0,0846	—0,0655	—0,0452	—0,0243	—0,0071	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0\cdot1}$	$\mu_{0\cdot2}$	$\mu_{0\cdot3}$
1,50	0,10	2,6007	0,8252	—0,1130	—0,0919	—0,1695	—0,2362
1,50	0,50	4,8227	0,6544	—0,0989	—0,0818	—0,1428	—0,1793
1,50	1,00	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1329	—0,1578
1,50	1,25	5,8320	0,5237	—0,0859	—0,0815	—0,1301	—0,1517
1,50	1,50	6,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,50	2,00	6,2398	0,4658	—0,0794	—0,0802	—0,1249	—0,1402
1,50	4,00	6,6875	0,4019	—0,0717	—0,0788	—0,1192	—0,1275
1,50	10,00	7,0316	0,3536	—0,0653	—0,0776	—0,1147	—0,1176
2,00	0,10	2,9401	0,8418	—0,1143	—0,0931	—0,1742	—0,2460
2,00	0,50	5,9426	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889
2,00	1,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664
2,00	1,25	7,3910	0,5636	—0,0901	—0,0825	—0,1338	—0,1597
2,00	1,50	7,6394	0,5380	—0,0875	—0,0819	—0,1314	—0,1545
2,00	2,00	8,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
2,00	4,00	8,6983	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1213	—0,1322
2,00	10,00	9,2650	0,3651	—0,0669	—0,0779	—0,1158	—0,1200
4,00	0,10	3,6735	0,8688	—0,1162	—0,0957	—0,1839	—0,2664
4,00	0,50	9,3399	0,7746	—0,1091	—0,0890	—0,1588	—0,2136
4,00	1,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1473	—0,1889
4,00	1,25	12,6466	0,6635	—0,0997	—0,0851	—0,1438	—0,1814
4,00	1,50	13,2434	0,6376	—0,0973	—0,0843	—0,1410	—0,1754
4,00	2,00	14,1353	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1368	—0,1664
4,00	4,00	16,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
4,00	10,00	17,7424	0,4067	—0,0723	—0,0789	—0,1196	—0,1285
10,00	0,10	4,3357	0,8864	—0,1175	—0,0980	—0,1924	—0,2842
10,00	0,50	14,7007	0,8418	—0,1143	—0,0931	—0,1742	—0,2460
10,00	1,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,1627	—0,2217
10,00	1,25	23,3498	0,7746	—0,1091	—0,0890	—0,1588	—0,2136
10,00	1,50	25,0769	0,7559	—0,1076	—0,0882	—0,1557	—0,2070
10,00	2,00	27,7315	0,7226	—0,1049	—0,0869	—0,1509	—0,1966
10,00	4,00	33,6223	0,6282	—0,0965	—0,0841	—0,1401	—0,1733
10,00	10,00	40,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

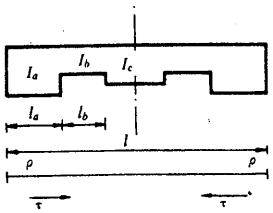
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2475	—0,1886	—0,1070	—0,0501	—0,0244	—0,0066	0,10	1,50
—0,1851	—0,1583	—0,1149	—0,0707	—0,0350	—0,0096	0,50	1,50
—0,1583	—0,1375	—0,1042	—0,0672	—0,0337	—0,0094	1,00	1,50
—0,1502	—0,1306	—0,0998	—0,0650	—0,0328	—0,0092	1,25	1,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,50	1,50
—0,1349	—0,1167	—0,0901	—0,0598	—0,0306	—0,0087	2,00	1,50
—0,1174	—0,1000	—0,0776	—0,0525	—0,0275	—0,0079	4,00	1,50
—0,1036	—0,0864	—0,0669	—0,0460	—0,0247	—0,0072	10,00	1,50
—0,2574	—0,1913	—0,1019	—0,0435	—0,0211	—0,0057	0,10	2,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	0,50	2,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	1,00	2,00
—0,1607	—0,1395	—0,1054	—0,0677	—0,0339	—0,0095	1,25	2,00
—0,1540	—0,1338	—0,1019	—0,0660	—0,0333	—0,0093	1,50	2,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	2,00	2,00
—0,1239	—0,1062	—0,0824	—0,0553	—0,0287	—0,0082	4,00	2,00
—0,1070	—0,0897	—0,0695	—0,0477	—0,0254	—0,0074	10,00	2,00
—0,2773	—0,1955	—0,0896	—0,0282	—0,0137	—0,0037	0,10	4,00
—0,2240	—0,1803	—0,1155	—0,0627	—0,0306	—0,0084	0,50	4,00
—0,1966	—0,1659	—0,1171	—0,0701	—0,0345	—0,0095	1,00	4,00
—0,1877	—0,1601	—0,1155	—0,0707	—0,0349	—0,0096	1,25	4,00
—0,1804	—0,1550	—0,1136	—0,0706	—0,0350	—0,0097	1,50	4,00
—0,1692	—0,1464	—0,1094	—0,0694	—0,0346	—0,0096	2,00	4,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	4,00	4,00
—0,1188	—0,1013	—0,0766	—0,0531	—0,0278	—0,0080	10,00	4,00
—0,2944	—0,1982	—0,0773	—0,0136	—0,0066	—0,0018	0,10	10,00
—0,2574	—0,1913	—0,1019	—0,0435	—0,0211	—0,0057	0,50	10,00
—0,2326	—0,1837	—0,1131	—0,0587	—0,0286	—0,0078	1,00	10,00
—0,2240	—0,1803	—0,1155	—0,0627	—0,0306	—0,0084	1,25	10,00
—0,2169	—0,1770	—0,1168	—0,0655	—0,0320	—0,0087	1,50	10,00
—0,2055	—0,1712	—0,1176	—0,0687	—0,0337	—0,0092	2,00	10,00
—0,1779	—0,1531	—0,1127	—0,0704	—0,0349	—0,0096	4,00	10,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ_a	$\mu_{b\,1}$	$\mu_{b\,2}$	$\mu_{b\,m}$	
0,10	0,10	0,4102	0,4642	—0,0793	—0,0805	—0,1260	—0,1425	
0,10	0,50	0,4224	0,4296	—0,0751	—0,0799	—0,1236	—0,1371	
0,10	1,00	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363	
0,10	1,25	0,4245	0,4240	—0,0744	—0,0798	—0,1232	—0,1362	
0,10	1,50	0,4247	0,4234	—0,0744	—0,0798	—0,1231	—0,1361	
0,10	2,00	0,4250	0,4226	—0,0743	—0,0798	—0,1231	—0,1360	
0,10	4,00	0,4254	0,4214	—0,0741	—0,0797	—0,1230	—0,1358	
0,10	10,00	0,4257	0,4207	—0,0740	—0,0797	—0,1229	—0,1357	
0,50	0,10	1,8302	0,5953	—0,0933	—0,0827	—0,1346	—0,1616	
0,50	0,50	2,0271	0,4807	—0,0812	—0,0807	—0,1269	—0,1446	
0,50	1,00	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416	
0,50	1,25	2,0689	0,4569	—0,0784	—0,0803	—0,1253	—0,1409	
0,50	1,50	2,0738	0,4541	—0,0781	—0,0803	—0,1251	—0,1405	
0,50	2,00	2,0801	0,4506	—0,0777	—0,0802	—0,1248	—0,1399	
0,50	4,00	2,0897	0,4452	—0,0770	—0,0801	—0,1245	—0,1391	
0,50	10,00	2,0956	0,4419	—0,0766	—0,0801	—0,1242	—0,1386	
1,00	0,10	3,3485	0,6856	—0,1017	—0,0842	—0,1406	—0,1747	
1,00	0,50	3,8882	0,5324	—0,0869	—0,0816	—0,1302	—0,1518	
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470	
1,00	1,25	4,0246	0,4929	—0,0825	—0,0809	—0,1275	—0,1459	
1,00	1,50	4,0415	0,4881	—0,0820	—0,0808	—0,1272	—0,1452	
1,00	2,00	4,0632	0,4819	—0,0813	—0,0807	—0,1268	—0,1443	
1,00	4,00	4,0969	0,4722	—0,0802	—0,0805	—0,1261	—0,1428	
1,00	10,00	4,1179	0,4663	—0,0795	—0,0804	—0,1257	—0,1419	
1,25	0,10	4,0445	0,7158	—0,1043	—0,0847	—0,1427	—0,1794	
1,25	0,50	4,7739	0,5543	—0,0892	—0,0819	—0,1315	—0,1549	
1,25	1,00	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1291	—0,1494	
1,25	1,25	4,9686	0,5091	—0,0843	—0,0811	—0,1285	—0,1481	
1,25	1,50	4,9931	0,5034	—0,0837	—0,0810	—0,1281	—0,1473	
1,25	2,00	5,0248	0,4962	—0,0829	—0,0809	—0,1276	—0,1462	
1,25	4,00	5,0744	0,4848	—0,0816	—0,0807	—0,1268	—0,1444	
1,25	10,00	5,1055	0,4777	—0,0808	—0,0806	—0,1264	—0,1434	

Vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

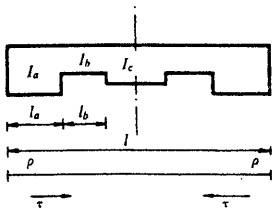
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1359	—0,1139	—0,0882	—0,0586	—0,0301	—0,0085	0,10	0,10
—0,1265	—0,1044	—0,0808	—0,0545	—0,0282	—0,0081	0,50	0,10
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	1,00	0,10
—0,1249	—0,1028	—0,0795	—0,0538	—0,0279	—0,0080	1,25	0,10
—0,1247	—0,1026	—0,0794	—0,0537	—0,0279	—0,0080	1,50	0,10
—0,1245	—0,1024	—0,0792	—0,0536	—0,0279	—0,0080	2,00	0,10
—0,1242	—0,1020	—0,0789	—0,0535	—0,0278	—0,0080	4,00	0,10
—0,1240	—0,1018	—0,0787	—0,0534	—0,0277	—0,0079	10,00	0,10
—0,1695	—0,1468	—0,1120	—0,0718	—0,0358	—0,0099	0,10	0,50
—0,1397	—0,1191	—0,0919	—0,0607	—0,0310	—0,0087	0,50	0,50
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	1,00	0,50
—0,1333	—0,1128	—0,0869	—0,0579	—0,0298	—0,0084	1,25	0,50
—0,1325	—0,1120	—0,0863	—0,0576	—0,0296	—0,0084	1,50	0,50
—0,1316	—0,1111	—0,0856	—0,0572	—0,0294	—0,0084	2,00	0,50
—0,1301	—0,1096	—0,0844	—0,0565	—0,0292	—0,0083	4,00	0,50
—0,1292	—0,1087	—0,0837	—0,0561	—0,0290	—0,0083	10,00	0,50
—0,1923	—0,1664	—0,1235	—0,0779	—0,0384	—0,0105	0,10	1,00
—0,1525	—0,1330	—0,1020	—0,0663	—0,0335	—0,0094	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1421	—0,1232	—0,0946	—0,0622	—0,0317	—0,0089	1,25	1,00
—0,1408	—0,1220	—0,0937	—0,0617	—0,0314	—0,0089	1,50	1,00
—0,1392	—0,1204	—0,0924	—0,0610	—0,0311	—0,0088	2,00	1,00
—0,1366	—0,1179	—0,0904	—0,0599	—0,0307	—0,0087	4,00	1,00
—0,1350	—0,1163	—0,0892	—0,0592	—0,0304	—0,0086	10,00	1,00
—0,2004	—0,1726	—0,1261	—0,0792	—0,0389	—0,0107	0,10	1,25
—0,1578	—0,1386	—0,1060	—0,0686	—0,0344	—0,0096	0,50	1,25
—0,1482	—0,1298	—0,0995	—0,0649	—0,0328	—0,0092	1,00	1,25
—0,1460	—0,1277	—0,0979	—0,0641	—0,0325	—0,0091	1,25	1,25
—0,1445	—0,1263	—0,0968	—0,0635	—0,0322	—0,0091	1,50	1,25
—0,1426	—0,1245	—0,0954	—0,0627	—0,0319	—0,0090	2,00	1,25
—0,1395	—0,1217	—0,0931	—0,0614	—0,0313	—0,0088	4,00	1,25
—0,1376	—0,1198	—0,0917	—0,0606	—0,0310	—0,0087	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}05$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	4,7087	0,7400	—0,1063	—0,0852	—0,1445	—0,1833
1,50	0,50	5,6357	0,5741	—0,0912	—0,0822	—0,1327	—0,1575
1,50	1,00	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1300	—0,1515
1,50	1,25	5,8933	0,5243	—0,0860	—0,0814	—0,1294	—0,1501
1,50	1,50	5,9263	0,5179	—0,0853	—0,0817	—0,1290	—0,1492
1,50	2,00	5,9690	0,5097	—0,0844	—0,0811	—0,1284	—0,1480
1,50	4,00	6,0365	0,4967	—0,0830	—0,0809	—0,1275	—0,1460
1,50	10,00	6,0791	0,4886	—0,0821	—0,0807	—0,1270	—0,1448
2,00	0,10	5,9577	0,7762	—0,1093	—0,0860	—0,1475	—0,1898
2,00	0,50	7,2994	0,6086	—0,0946	—0,0827	—0,1348	—0,1622
2,00	1,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
2,00	1,25	7,6931	0,5518	—0,0889	—0,0818	—0,1310	—0,1538
2,00	1,50	7,7448	0,5443	—0,0881	—0,0816	—0,1305	—0,1527
2,00	2,00	7,8122	0,5345	—0,0871	—0,0815	—0,1299	—0,1512
2,00	4,00	7,9198	0,5190	—0,0854	—0,0812	—0,1288	—0,1489
2,00	10,00	7,9885	0,5091	—0,0843	—0,0810	—0,1282	—0,1474
4,00	0,10	10,1736	0,8488	—0,1148	—0,0881	—0,1554	—0,2067
4,00	0,50	13,4068	0,7016	—0,1031	—0,0842	—0,1406	—0,1748
4,00	1,00	14,2188	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
4,00	1,25	14,4148	0,6349	—0,0971	—0,0830	—0,1358	—0,1643
4,00	1,50	14,5538	0,6252	—0,0962	—0,0828	—0,1351	—0,1629
4,00	2,00	14,7383	0,6123	—0,0949	—0,0826	—0,1342	—0,1609
4,00	4,00	15,0410	0,5909	—0,0929	—0,0822	—0,1328	—0,1577
4,00	10,00	15,2402	0,5767	—0,0914	—0,0820	—0,1318	—0,1556
10,00	0,10	18,4738	0,9083	—0,1190	—0,0914	—0,1678	—0,2327
10,00	0,50	28,9013	0,8179	—0,1125	—0,0864	—0,1492	—0,1936
10,00	1,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832
10,00	1,25	32,2015	0,7611	—0,1080	—0,0848	—0,1432	—0,1806
10,00	1,50	32,6618	0,7518	—0,1073	—0,0846	—0,1423	—0,1788
10,00	2,00	33,2774	0,7387	—0,1062	—0,0843	—0,1412	—0,1763
10,00	4,00	34,3042	0,7156	—0,1043	—0,0838	—0,1392	—0,1721
10,00	10,00	34,9956	0,6992	—0,1029	—0,0835	—0,1379	—0,1693

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas



Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

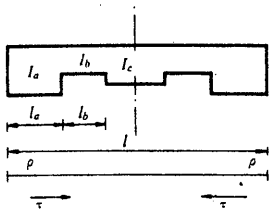
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}05$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2071	—0,1773	—0,1276	—0,0799	—0,0392	—0,0107	0,10	1,50
—0,1625	—0,1435	—0,1095	—0,0705	—0,0353	—0,0098	0,50	1,50
—0,1520	—0,1341	—0,1026	—0,0667	—0,0336	—0,0094	1,00	1,50
—0,1496	—0,1319	—0,1009	—0,0657	—0,0332	—0,0093	1,25	1,50
—0,1479	—0,1304	—0,0997	—0,0651	—0,0329	—0,0092	1,50	1,50
—0,1457	—0,1284	—0,0982	—0,0642	—0,0326	—0,0091	2,00	1,50
—0,1423	—0,1252	—0,0957	—0,0629	—0,0319	—0,0090	4,00	1,50
—0,1401	—0,1231	—0,0941	—0,0620	—0,0316	—0,0089	10,00	1,50
—0,2181	—0,1842	—0,1285	—0,0802	—0,0392	—0,0107	0,10	2,00
—0,1706	—0,1518	—0,1151	—0,0735	—0,0366	—0,0101	0,50	2,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	1,00	2,00
—0,1559	—0,1392	—0,1061	—0,0686	—0,0345	—0,0096	1,25	2,00
—0,1540	—0,1375	—0,1048	—0,0679	—0,0342	—0,0095	1,50	2,00
—0,1514	—0,1352	—0,1031	—0,0670	—0,0338	—0,0094	2,00	2,00
—0,1474	—0,1315	—0,1003	—0,0654	—0,0331	—0,0093	4,00	2,00
—0,1448	—0,1292	—0,0984	—0,0644	—0,0326	—0,0092	10,00	2,00
—0,2467	—0,1971	—0,1225	—0,0760	—0,0369	—0,0100	0,10	4,00
—0,1927	—0,1725	—0,1273	—0,0802	—0,0394	—0,0108	0,50	4,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	1,00	4,00
—0,1745	—0,1599	—0,1202	—0,0764	—0,0379	—0,0105	1,25	4,00
—0,1720	—0,1580	—0,1189	—0,0758	—0,0376	—0,0104	1,50	4,00
—0,1686	—0,1554	—0,1171	—0,0748	—0,0372	—0,0103	2,00	4,00
—0,1630	—0,1510	—0,1139	—0,0731	—0,0365	—0,0101	4,00	4,00
—0,1593	—0,1480	—0,1117	—0,0718	—0,0359	—0,0100	10,00	4,00
—0,2898	—0,2070	—0,0966	—0,0596	—0,0289	—0,0078	0,10	10,00
—0,2248	—0,1954	—0,1331	—0,0827	—0,0403	—0,0109	0,50	10,00
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	1,00	10,00
—0,2029	—0,1875	—0,1356	—0,0848	—0,0415	—0,0113	1,25	10,00
—0,1997	—0,1861	—0,1354	—0,0847	—0,0415	—0,0113	1,50	10,00
—0,1955	—0,1842	—0,1349	—0,0846	—0,0414	—0,0113	2,00	10,00
—0,1883	—0,1808	—0,1336	—0,0840	—0,0412	—0,0113	4,00	10,00
—0,1835	—0,1783	—0,1323	—0,0834	—0,0410	—0,0112	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	$\bar{x}$	μ_x	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,10	0,50	0,4210	0,4344	—0,0757	—0,0800	—0,1239	—0,1377
0,10	1,00	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363
0,10	1,25	0,4248	0,4230	—0,0743	—0,0798	—0,1231	—0,1361
0,10	1,50	0,4252	0,4217	—0,0742	—0,0797	—0,1230	—0,1359
0,10	2,00	0,4258	0,4201	—0,0740	—0,0797	—0,1229	—0,1356
0,10	4,00	0,4266	0,4176	—0,0736	—0,0797	—0,1227	—0,1353
0,10	10,00	0,4271	0,4161	—0,0735	—0,0797	—0,1226	—0,1350
0,50	0,10	1,7313	0,6791	—0,1011	—0,0837	—0,1385	—0,1703
0,50	0,50	2,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
0,50	1,00	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416
0,50	1,25	2,0754	0,4525	—0,0779	—0,0803	—0,1250	—0,1403
0,50	1,50	2,0850	0,4466	—0,0772	—0,0802	—0,1246	—0,1395
0,50	2,00	2,0973	0,4391	—0,0763	—0,0800	—0,1242	—0,1384
0,50	4,00	2,1166	0,4273	—0,0748	—0,0798	—0,1234	—0,1367
0,50	10,00	2,1288	0,4201	—0,0740	—0,0797	—0,1229	—0,1356
1,00	0,10	3,1557	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832
1,00	0,50	3,8095	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,00	1,25	4,0465	0,4851	—0,0817	—0,0808	—0,1271	—0,1450
1,00	1,50	4,0794	0,4747	—0,0805	—0,0806	—0,1264	—0,1435
1,00	2,00	4,1232	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416
1,00	4,00	4,1946	0,4391	—0,0763	—0,0800	—0,1242	—0,1384
1,00	10,00	4,2413	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1232	—0,1363
1,25	0,10	3,8129	0,8013	—0,1112	—0,0857	—0,1463	—0,1875
1,25	0,50	4,6671	0,5879	—0,0926	—0,0823	—0,1332	—0,1587
1,25	1,00	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1291	—0,1494
1,25	1,25	5,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,25	1,50	5,0481	0,4877	—0,0820	—0,0808	—0,1272	—0,1453
1,25	2,00	5,1126	0,4714	—0,0801	—0,0806	—0,1262	—0,1430
1,25	4,00	5,2200	0,4447	—0,0770	—0,0801	—0,1245	—0,1392
1,25	10,00	5,2916	0,4273	—0,0748	—0,0798	—0,1234	—0,1367

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

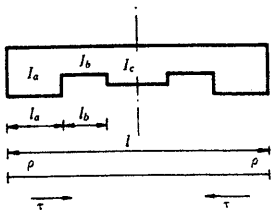
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,10	0,10
—0,1276	—0,1060	—0,0819	—0,0551	—0,0285	—0,0081	0,50	0,10
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	1,00	0,10
—0,1247	—0,1025	—0,0793	—0,0537	—0,0279	—0,0080	1,25	0,10
—0,1243	—0,1020	—0,0790	—0,0535	—0,0278	—0,0080	1,50	0,10
—0,1239	—0,1015	—0,0786	—0,0533	—0,0277	—0,0079	2,00	0,10
—0,1232	—0,1008	—0,0780	—0,0529	—0,0276	—0,0079	4,00	0,10
—0,1228	—0,1003	—0,0777	—0,0528	—0,0275	—0,0079	10,00	0,10
—0,1850	—0,1694	—0,1261	—0,0797	—0,0393	—0,0108	0,10	0,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	0,50	0,50
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	1,00	0,50
—0,1322	—0,1114	—0,0859	—0,0574	—0,0295	—0,0084	1,25	0,50
—0,1307	—0,1096	—0,0846	—0,0567	—0,0292	—0,0083	1,50	0,50
—0,1288	—0,1074	—0,0829	—0,0557	—0,0288	—0,0082	2,00	0,50
—0,1258	—0,1038	—0,0803	—0,0542	—0,0281	—0,0080	4,00	0,50
—0,1239	—0,1015	—0,0786	—0,0533	—0,0277	—0,0079	10,00	0,50
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	0,10	1,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	0,50	1,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,00	1,00
—0,1404	—0,1208	—0,0929	—0,0613	—0,0312	—0,0088	1,25	1,00
—0,1378	—0,1179	—0,0908	—0,0601	—0,0307	—0,0087	1,50	1,00
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	2,00	1,00
—0,1288	—0,1074	—0,0829	—0,0557	—0,0288	—0,0082	4,00	1,00
—0,1252	—0,1030	—0,0797	—0,0539	—0,0280	—0,0080	10,00	1,00
—0,2146	—0,1947	—0,1369	—0,0853	—0,0416	—0,0113	0,10	1,25
—0,1645	—0,1481	—0,1124	—0,0721	—0,0360	—0,0100	0,50	1,25
—0,1482	—0,1298	—0,0995	—0,0649	—0,0328	—0,0092	1,00	1,25
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,25	1,25
—0,1410	—0,1216	—0,0935	—0,0616	—0,0314	—0,0088	1,50	1,25
—0,1370	—0,1169	—0,0900	—0,0597	—0,0305	—0,0086	2,00	1,25
—0,1303	—0,1091	—0,0842	—0,0564	—0,0291	—0,0083	4,00	1,25
—0,1258	—0,1038	—0,0803	—0,0542	—0,0281	—0,0080	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	4,4415	0,8223	—0,1128	—0,0861	—0,1480	—0,1910
1,50	0,50	5,5006	0,6104	—0,0948	—0,0826	—0,1345	—0,1616
1,50	1,00	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1300	—0,1515
1,50	1,25	5,9351	0,5140	—0,0849	—0,0812	—0,1289	—0,1489
1,50	1,50	6,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
1,50	2,00	6,0880	0,4813	—0,0812	—0,0807	—0,1268	—0,1444
1,50	4,00	6,2369	0,4503	—0,0776	—0,0802	—0,1249	—0,1400
1,50	10,00	6,3380	0,4297	—0,0751	—0,0799	—0,1235	—0,1370
2,00	0,10	5,6250	0,8519	—0,1150	—0,0868	—0,1507	—0,1969
2,00	0,50	7,1094	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
2,00	1,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
2,00	1,25	7,7571	0,5396	—0,0876	—0,0816	—0,1304	—0,1523
2,00	1,50	7,8590	0,5228	—0,0858	—0,0813	—0,1294	—0,1501
2,00	2,00	8,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
2,00	4,00	8,2463	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1256	—0,1416
2,00	10,00	8,4196	0,4344	—0,0757	—0,0800	—0,1239	—0,1377
4,00	0,10	9,6009	0,9053	—0,1188	—0,0888	—0,1581	—0,2126
4,00	0,50	13,0303	0,7442	—0,1067	—0,0847	—0,1424	—0,1790
4,00	1,00	14,2187	0,6484	0,0983	—0,0832	—0,1367	—0,1664
4,00	1,25	14,5702	0,6187	—0,0956	—0,0828	—0,1350	—0,1626
4,00	1,50	14,8421	0,5957	—0,0933	—0,0824	—0,1337	—0,1597
4,00	2,00	15,2381	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1317	—0,1554
4,00	4,00	16,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470
4,00	10,00	16,6033	0,4525	—0,0779	—0,0803	—0,1250	—0,1403
10,00	0,10	17,2218	0,9442	—0,1214	—0,0919	—0,1700	—0,2376
10,00	0,50	28,1250	0,8519	—0,1150	—0,0868	—0,1507	—0,1969
10,00	1,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1443	—0,1832
10,00	1,25	32,5758	0,7442	—0,1067	—0,0847	—0,1424	—0,1790
10,00	1,50	33,3865	0,7192	—0,1046	—0,0843	—0,1409	—0,1756
10,00	2,00	34,6253	0,6791	—0,1011	—0,0837	—0,1385	—0,1703
10,00	4,00	37,3366	0,5879	—0,0926	—0,0823	—0,1332	—0,1587
10,00	10,00	40,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1280	—0,1470

vigas de inercia variable
cinco tramos
empotradas en los extremos, simétricas

Valores de ρ, τ, μ y μ_t para:

a — inercia relativa del tramo extremo con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo intermedio con respecto al central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo intermedio con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en los extremos

τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2 ó de 2 a 1

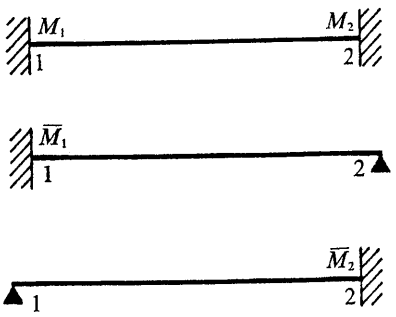
Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\, pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en los extremos originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_t\, Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0.4}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.6}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.8}$	$\mu_{0.9}$	b	a
—0,2207	—0,1987	—0,1372	—0,0853	—0,0415	—0,0113	0,10	1,50
—0,1696	—0,1536	—0,1161	—0,0742	—0,0369	—0,0102	0,50	1,50
—0,1520	—0,1341	—0,1026	—0,0667	—0,0336	—0,0094	1,00	1,50
—0,1474	—0,1288	—0,0988	—0,0646	—0,0327	—0,0092	1,25	1,50
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	1,50	1,50
—0,1394	—0,1197	—0,0921	—0,0608	—0,0311	—0,0088	2,00	1,50
—0,1317	—0,1107	—0,0855	—0,0571	—0,0294	—0,0084	4,00	1,50
—0,1264	—0,1045	—0,0808	—0,0545	—0,0283	—0,0081	10,00	1,50
—0,2306	—0,2042	—0,1361	—0,0844	—0,0410	—0,0111	0,10	2,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	0,50	2,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	1,00	2,00
—0,1534	—0,1357	—0,1037	—0,0673	—0,0339	—0,0095	1,25	2,00
—0,1495	—0,1313	—0,1005	—0,0655	—0,0331	—0,0093	1,50	2,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	2,00	2,00
—0,1344	—0,1139	—0,0878	—0,0584	—0,0300	—0,0085	4,00	2,00
—0,1276	—0,1060	—0,0819	—0,0551	—0,0285	—0,0081	10,00	2,00
—0,2568	—0,2136	—0,1251	—0,0772	—0,0374	—0,0101	0,10	4,00
—0,2000	—0,1833	—0,1333	—0,0835	—0,0409	—0,0112	0,50	4,00
—0,1781	—0,1625	—0,1219	—0,0773	—0,0383	—0,0105	1,00	4,00
—0,1715	—0,1556	—0,1174	—0,0749	—0,0372	—0,0103	1,25	4,00
—0,1663	—0,1500	—0,1137	—0,0728	—0,0363	—0,0101	1,50	4,00
—0,1587	—0,1417	—0,1079	—0,0696	—0,0349	—0,0097	2,00	4,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	4,00	4,00
—0,1322	—0,1114	—0,0859	—0,0574	—0,0295	—0,0084	10,00	4,00
—0,2979	—0,2202	—0,0944	—0,0581	—0,0281	—0,0076	0,10	10,00
—0,2306	—0,2042	—0,1361	—0,0844	—0,0410	—0,0111	0,50	10,00
—0,2072	—0,1893	—0,1356	—0,0847	—0,0414	—0,0113	1,00	10,00
—0,2000	—0,1833	—0,1333	—0,0835	—0,0409	—0,0112	1,25	10,00
—0,1941	—0,1781	—0,1309	—0,0822	—0,0404	—0,0110	1,50	10,00
—0,1850	—0,1694	—0,1261	—0,0797	—0,0393	—0,0108	2,00	10,00
—0,1645	—0,1481	—0,1124	—0,0721	—0,0360	—0,0100	4,00	10,00
—0,1440	—0,1250	—0,0960	—0,0630	—0,0320	—0,0090	10,00	10,00

Vigas de inercia variable empotradas en los extremos



Para obtener el momento de empotramiento en una viga empotrada en un extremo y apoyada en el otro, de las características geométricas de las empotradas en los extremos, se aplicarán las fórmulas siguientes:

$$\overline{M}_1 = M_1 + M_2 \cdot \tau_2$$

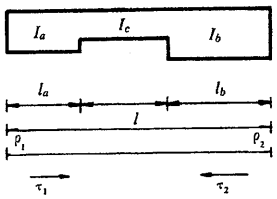
$$\overline{M}_2 = M_2 + M_1 \cdot \tau_1$$

vigas de inercia variable

tramos de inercia constante

empotradas en los extremos

divididas en tres tramos de inercia constante



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,9135	0,2181	—0,0448	—0,0562	—0,0700	—0,0607	—0,0371	—0,0081
0,10	0,50	2,5841	0,1860	—0,0874	—0,0752	—0,1365	—0,1312	—0,0838	—0,0189
0,10	1,00	3,3518	0,1820	—0,1069	—0,0839	—0,1670	—0,1636	—0,1053	—0,0239
0,10	1,25	3,5635	0,1812	—0,1123	—0,0863	—0,1754	—0,1725	—0,1112	—0,0253
0,10	1,50	3,7202	0,1807	—0,1163	—0,0881	—0,1816	—0,1791	—0,1156	—0,0263
0,10	2,00	3,9367	0,1800	—0,1218	—0,0905	—0,1903	—0,1882	—0,1217	—0,0277
0,10	4,00	4,3130	0,1790	—0,1314	—0,0948	—0,2052	—0,2041	—0,1322	—0,0301
0,10	10,00	4,5755	0,1784	—0,1381	—0,0978	—0,2157	—0,2152	—0,1395	—0,0318
0,50	0,10	0,9615	0,5000	—0,0373	—0,0543	—0,0620	—0,0486	—0,0255	—0,0043
0,50	0,50	2,8495	0,4151	—0,0733	—0,0728	—0,1234	—0,1083	—0,0599	—0,0105
0,50	1,00	3,7825	0,4044	—0,0911	—0,0820	—0,1537	—0,1379	—0,0770	—0,0135
0,50	1,25	4,0477	0,4023	—0,0962	—0,0846	—0,1623	—0,1463	—0,0818	—0,0144
0,50	1,50	4,2462	0,4008	—0,1000	—0,0865	—0,1688	—0,1525	—0,0854	—0,0150
0,50	2,00	4,5237	0,3991	—0,1052	—0,0892	—0,1778	—0,1613	—0,0905	—0,0159
0,50	4,00	5,0153	0,3964	—0,1146	—0,0940	—0,1937	—0,1769	—0,0995	—0,0175
0,50	10,00	5,3652	0,3948	—0,1213	—0,0974	—0,2051	—0,1880	—0,1059	—0,0187
1,00	0,10	0,9834	0,6204	—0,0340	—0,0535	—0,0584	—0,0431	—0,0203	—0,0028
1,00	0,50	2,9789	0,5135	—0,0666	—0,0717	—0,1170	—0,0973	—0,0485	—0,0069
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,2947	0,4973	—0,0881	—0,0837	—0,1557	—0,1330	—0,0672	—0,0096
1,00	1,50	4,5165	0,4955	—0,0918	—0,0857	—0,1622	—0,1390	—0,0703	—0,0101
1,00	2,00	4,8284	0,4932	—0,0969	—0,0885	—0,1713	—0,1475	—0,0747	—0,0107
1,00	4,00	5,3864	0,4899	—0,1060	—0,0936	—0,1877	—0,1626	—0,0826	—0,0119
1,00	10,00	5,7878	0,4878	—0,1126	—0,0972	—0,1955	—0,1735	—0,0883	—0,0127
1,25	0,10	0,9894	0,6527	—0,0331	—0,0533	—0,0574	—0,0416	—0,0189	—0,0024
1,25	0,50	3,0157	0,5399	—0,0647	—0,0714	—0,1152	—0,0941	—0,0453	—0,0059
1,25	1,00	4,0627	0,5257	—0,0811	—0,0807	—0,1451	—0,1213	—0,0590	—0,0077
1,25	1,25	4,3661	0,5228	—0,0858	—0,0834	—0,1537	—0,1292	—0,0629	—0,0082
1,25	1,50	4,5950	0,5209	—0,0894	—0,0855	—0,1602	—0,1351	—0,0659	—0,0086
1,25	2,00	4,9172	0,5186	—0,0944	—0,0883	—0,1694	—0,1435	—0,0701	—0,0092
1,25	4,00	5,4955	0,5150	—0,1035	—0,0935	—0,1859	—0,1585	—0,0777	—0,0102
1,25	10,00	5,9129	0,5129	—0,1100	—0,0972	—0,1978	—0,1693	—0,0831	—0,0109

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

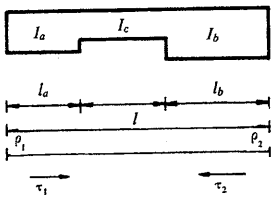
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,9939	0,6763	—0,0324	—0,0531	—0,0566	—0,0404	—0,0178	—0,0021
1,50	0,50	3,0432	0,5593	—0,0633	—0,0711	—0,1139	—0,0918	—0,0429	—0,0051
1,50	1,00	4,1099	0,5445	—0,0794	—0,0805	—0,1436	—0,1185	—0,0560	—0,0068
1,50	1,25	4,4200	0,5416	—0,0841	—0,0832	—0,1523	—0,1263	—0,0598	—0,0072
1,50	1,50	4,6542	0,5396	—0,0876	—0,0853	—0,1588	—0,1321	—0,0626	—0,0076
1,50	2,00	4,9844	0,5371	—0,0926	—0,0882	—0,1680	—0,1404	—0,0667	—0,0081
1,50	4,00	5,5783	0,5334	—0,1015	—0,0934	—0,1846	—0,1553	—0,0739	—0,0090
1,50	10,00	6,0079	0,5312	—0,1080	—0,0971	—0,1966	—0,1660	—0,0792	—0,0096
2,00	0,10	1,0001	0,7086	—0,0315	—0,0528	—0,0556	—0,0389	—0,0163	—0,0016
2,00	0,50	3,0816	0,5858	—0,0614	—0,0708	—0,1120	—0,0885	—0,0395	—0,0041
2,00	1,00	4,1762	0,5703	—0,0770	—0,0802	—0,1416	—0,1146	—0,0517	—0,0054
2,00	1,25	4,4959	0,5672	—0,0816	—0,0830	—0,1502	—0,1222	—0,0553	—0,0058
2,00	1,50	4,7377	0,5651	—0,0851	—0,0850	—0,1568	—0,1280	—0,0580	—0,0061
2,00	2,00	5,0794	0,5625	—0,0900	—0,0880	—0,1660	—0,1361	—0,0618	—0,0065
2,00	4,00	5,6956	0,5586	—0,0988	—0,0933	—0,1827	—0,1508	—0,0686	—0,0072
2,00	10,00	6,1429	0,5563	—0,1052	—0,0971	—0,1948	—0,1614	—0,0736	—0,0077
4,00	0,10	1,0108	0,7639	—0,0298	—0,0523	—0,0538	—0,0362	—0,0138	—0,0009
4,00	0,50	3,1497	0,6312	—0,0578	—0,0702	—0,1086	—0,0702	—0,0336	—0,0023
4,00	1,00	4,2948	0,6144	—0,0728	—0,0797	—0,1379	—0,1076	—0,0441	—0,0030
4,00	1,25	4,6320	0,6110	—0,0772	—0,0825	—0,1466	—0,1149	—0,0472	—0,0032
4,00	1,50	4,8879	0,6088	—0,0806	—0,0846	—0,1531	—0,1205	—0,0496	—0,0034
4,00	2,00	5,2505	0,6060	—0,0853	—0,0876	—0,1624	—0,1284	—0,0530	—0,0036
4,00	4,00	5,9083	0,6018	—0,0939	—0,0930	—0,1792	—0,1426	—0,0590	—0,0040
4,00	10,00	6,3887	0,5992	—0,1002	—0,0970	—0,1915	—0,1531	—0,0635	—0,0044
10,00	0,10	1,0182	0,8017	—0,0287	—0,0521	—0,0526	—0,0343	—0,0120	—0,0004
10,00	0,50	3,1982	0,6623	—0,0554	—0,0698	—0,1063	—0,0786	—0,0293	—0,0010
10,00	1,00	4,3801	0,6446	—0,0698	—0,0793	—0,1353	—0,1026	—0,0387	—0,0013
10,00	1,25	4,7302	0,6411	—0,0741	—0,0821	—0,1439	—0,1097	—0,0414	—0,0014
10,00	1,50	4,9964	0,6387	—0,0773	—0,0843	—0,1505	—0,1151	—0,0436	—0,0015
10,00	2,00	5,3747	0,6358	—0,0819	—0,0873	—0,1598	—0,1227	—0,0466	—0,0016
10,00	4,00	6,0636	0,6314	—0,0903	—0,0928	—0,1767	—0,1367	—0,0520	—0,0017
10,00	10,00	6,5690	0,6287	—0,0965	—0,0969	—0,1891	—0,1470	—0,0560	—0,0019



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0\text{-}1}$	$\mu_{0\text{-}0}$	$\mu_{0\text{-}5}$	$\mu_{0\text{-}7}$	$\mu_{0\text{-}0}$
0,10	0,10	0,5929	0,3116	—0,0525	—0,0717	—0,0867	—0,0665	—0,0382	—0,0079
0,10	0,50	2,2000	0,1967	—0,0843	—0,0789	—0,1336	—0,1232	—0,0773	—0,0172
0,10	1,00	3,3518	0,1820	—0,1069	—0,0839	—0,1670	—0,1636	—0,1053	—0,0239
0,10	1,25	3,7446	0,1791	—0,1146	—0,0856	—0,1784	—0,1773	—0,1148	—0,0262
0,10	1,50	4,0622	0,1771	—0,1209	—0,0870	—0,1876	—0,1885	—0,1225	—0,0280
0,10	2,00	4,5441	0,1747	—0,1303	—0,0891	—0,2015	—0,2054	—0,1342	—0,0308
0,10	4,00	5,5286	0,1710	—0,1497	—0,0934	—0,2300	—0,2399	—0,1581	—0,0365
0,10	10,00	6,3553	0,1688	—0,1659	—0,0969	—0,2539	—0,2689	—0,1782	—0,0413
0,50	0,10	0,6417	0,7312	—0,0450	—0,0698	—0,0784	—0,0542	—0,0266	—0,0043
0,50	0,50	2,4222	0,4425	—0,0713	—0,0769	—0,1215	—0,1019	—0,0552	—0,0096
0,50	1,00	3,7825	0,4044	—0,0941	—0,0820	—0,1537	—0,1379	—0,0770	—0,0135
0,50	1,25	4,2637	0,3967	—0,0981	—0,0837	—0,1651	—0,1506	—0,0847	—0,0149
0,50	1,50	4,6595	0,3916	—0,1039	—0,0852	—0,1744	—0,1611	—0,0910	—0,0161
0,50	2,00	5,2720	0,3852	—0,1127	—0,0874	—0,1889	—0,1772	—0,1008	—0,0179
0,50	4,00	6,5697	0,3755	—0,1316	—0,0922	—0,2195	—0,2115	—0,1215	—0,0217
0,50	10,00	7,7104	0,3697	—0,1481	—0,0963	—0,2464	—0,2417	—0,1397	—0,0250
1,00	0,10	0,6640	0,9030	—0,0416	—0,0689	—0,0747	—0,0486	—0,0213	—0,0028
1,00	0,50	2,5301	0,5476	—0,0652	—0,0760	—0,1156	—0,0916	—0,0447	—0,0063
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,5296	0,4904	—0,0899	—0,0828	—0,1583	—0,1370	—0,0696	—0,0100
1,00	1,50	4,9690	0,4840	—0,0953	—0,0843	—0,1676	—0,1470	—0,0750	—0,0108
1,00	2,00	5,6559	0,4759	—0,1037	—0,0866	—0,1823	—0,1625	—0,0836	—0,0121
1,00	4,00	7,1395	0,4638	—0,1220	—0,0915	—0,2138	—0,1962	—0,1020	—0,0148
1,00	10,00	8,4765	0,4565	—0,1384	—0,0960	—0,2422	—0,2265	—0,1186	—0,0173
1,25	0,10	0,6702	0,9483	—0,0407	—0,0687	—0,0736	—0,0471	—0,0199	—0,0024
1,25	0,50	2,5607	0,5758	—0,0634	—0,0757	—0,1140	—0,0887	—0,0418	—0,0054
1,25	1,00	4,0627	0,5257	—0,0811	—0,0807	—0,1451	—0,1213	—0,0590	—0,0077
1,25	1,25	4,6067	0,5156	—0,0875	—0,0825	—0,1563	—0,1331	—0,0652	—0,0086
1,25	1,50	5,0592	0,5088	—0,0928	—0,0840	—0,1657	—0,1429	—0,0704	—0,0093
1,25	2,00	5,7687	0,5003	—0,1011	—0,0863	—0,1803	—0,1582	—0,0785	—0,0104
1,25	4,00	7,3099	0,4876	—0,1191	—0,0913	—0,2121	—0,1916	—0,0962	—0,0128
1,25	10,00	8,7090	0,4799	—0,1355	—0,0959	—0,2410	—0,2219	—0,1122	—0,0150

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

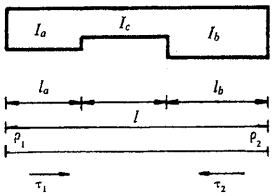
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6747	0,9813	—0,0400	—0,0685	—0,0729	—0,0459	—0,0188	—0,0021
1,50	0,50	2,5835	0,5964	—0,0621	—0,0755	—0,1127	—0,0866	—0,0395	—0,0047
1,50	1,00	4,1099	0,5445	—0,0794	—0,0805	—0,1436	—0,1185	—0,0560	—0,0068
1,50	1,25	4,6649	0,5340	—0,0857	—0,0823	—0,1548	—0,1301	—0,0619	—0,0075
1,50	1,50	5,1274	0,5270	—0,0909	—0,0838	—0,1642	—0,1398	—0,0669	—0,0081
1,50	2,00	5,8542	0,5182	—0,0991	—0,0861	—0,1788	—0,1550	—0,0747	—0,0091
1,50	4,00	7,4400	0,5050	—0,1170	—0,0912	—0,2108	—0,1881	—0,0917	—0,0113
1,50	10,00	8,8878	0,4970	—0,1333	—0,0958	—0,2400	—0,2183	—0,1073	—0,0132
2,00	0,10	0,6810	1,0262	—0,0390	—0,0683	—0,0718	—0,0444	—0,0173	—0,0016
2,00	0,50	2,6154	0,6246	—0,0603	—0,0753	—0,1110	—0,0835	—0,0365	—0,0037
2,00	1,00	4,1762	0,5703	—0,0770	—0,0802	—0,1416	—0,1146	—0,0517	—0,0054
2,00	1,25	4,7469	0,5593	—0,0831	—0,0820	—0,1527	—0,1259	—0,0573	—0,0060
2,00	1,50	5,2237	0,5519	—0,0882	—0,0835	—0,1621	—0,1354	—0,0619	—0,0065
2,00	2,00	5,9754	0,5427	—0,0963	—0,0858	—0,1767	—0,1503	—0,0693	—0,0073
2,00	4,00	7,6256	0,5288	—0,1139	—0,0910	—0,2089	—0,1831	—0,0854	—0,0091
2,00	10,00	9,1445	0,5205	—0,1300	—0,0957	—0,2386	—0,2132	—0,1002	—0,0107
4,00	0,10	0,6919	1,1022	—0,0374	—0,0678	—0,0700	—0,0416	—0,0147	—0,0009
4,00	0,50	2,6717	0,6729	—0,0571	—0,0748	—0,1079	—0,0782	—0,0310	—0,0021
4,00	1,00	4,2948	0,6144	—0,0728	—0,0797	—0,1379	—0,1076	—0,0441	—0,0030
4,00	1,25	4,8941	0,6025	—0,0786	—0,0815	—0,1490	—0,1184	—0,0490	—0,0034
4,00	1,50	5,3973	0,5946	—0,0834	—0,0830	—0,1583	—0,1275	—0,0530	—0,0037
4,00	2,00	6,1951	0,5847	—0,0911	—0,0853	—0,1729	—0,1419	—0,0595	—0,0041
4,00	4,00	7,9661	0,5697	—0,1082	—0,0906	—0,2055	—0,1739	—0,0738	—0,0052
4,00	10,00	9,6207	0,5607	—0,1241	—0,0954	—0,2359	—0,2038	—0,0872	—0,0061
10,00	0,10	0,6995	1,1537	—0,0362	—0,0675	—0,0687	—0,0397	—0,0130	—0,0004
10,00	0,50	2,7117	0,7059	—0,0549	—0,0744	—0,1057	—0,0744	—0,0271	—0,0009
10,00	1,00	4,3801	0,6446	—0,0698	—0,0793	—0,1353	—0,1026	—0,0387	—0,0013
10,00	1,25	5,0005	0,6322	—0,0753	—0,0811	—0,1463	—0,1130	—0,0430	—0,0014
10,00	1,50	5,5232	0,6239	—0,0800	—0,0826	—0,1555	—0,1218	—0,0466	—0,0016
10,00	2,00	6,3554	0,6135	—0,0874	—0,0850	—0,1702	—0,1358	—0,0523	—0,0018
10,00	4,00	8,2180	0,5978	—0,1040	—0,0903	—0,2030	—0,1672	—0,0652	—0,0022
10,00	10,00	9,9773	0,5883	—0,1196	—0,0953	—0,2340	—0,1968	—0,0774	—0,0027



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

b	a	p_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,4817	0,4340	—0,0643	—0,0771	—0,1143	—0,0829	—0,0461	—0,0093
0,10	0,50	1,9860	0,2118	—0,0871	—0,0809	—0,1429	—0,1258	—0,0775	—0,0170
0,10	1,00	3,3518	0,1820	—0,1069	—0,0839	—0,1670	—0,1636	—0,1053	—0,0239
0,10	1,25	3,8900	0,1760	—0,1147	—0,0850	—0,1764	—0,1784	—0,1163	—0,0266
0,10	1,50	4,3572	0,1720	—0,1215	—0,0860	—0,1846	—0,1913	—0,1258	—0,0290
0,10	2,00	5,1283	0,1670	—0,1326	—0,0877	—0,1981	—0,2125	—0,1414	—0,0328
0,10	4,00	6,9870	0,1594	—0,1594	—0,0916	—0,2305	—0,2636	—0,1792	—0,0422
0,10	10,00	8,9336	0,1549	—0,1875	—0,0957	—0,2644	—0,3171	—0,2188	—0,0520
0,50	0,10	0,5499	0,9815	—0,0542	—0,0743	—0,1016	—0,0667	—0,0316	—0,0050
0,50	0,50	2,2060	0,4792	—0,0742	—0,0790	—0,1308	—0,1047	—0,0555	—0,0095
0,50	1,00	3,7825	0,4044	—0,0911	—0,0820	—0,1537	—0,1379	—0,0770	—0,0135
0,50	1,25	4,4246	0,3891	—0,0979	—0,0831	—0,1628	—0,1513	—0,0857	—0,0152
0,50	1,50	4,9921	0,3788	—0,1039	—0,0841	—0,1709	—0,1631	—0,0934	—0,0166
0,50	2,00	5,9497	0,3658	—0,1140	—0,0858	—0,1844	—0,1831	—0,1063	—0,0191
0,50	4,00	8,3717	0,3462	—0,1395	—0,0900	—0,2185	—0,2335	—0,1390	—0,0252
0,50	10,00	11,0965	0,3343	—0,1681	—0,0947	—0,2567	—0,2901	—0,1758	—0,0322
1,00	0,10	0,5803	1,1842	—0,0498	—0,0731	—0,0959	—0,0595	—0,0252	—0,0032
1,00	0,50	2,3129	0,5920	—0,0681	—0,0781	—0,1250	—0,0944	—0,0450	—0,0062
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,6986	0,4810	—0,0895	—0,0821	—0,1559	—0,1375	—0,0704	—0,0101
1,00	1,50	5,3215	0,4682	—0,0951	—0,0831	—0,1638	—0,1487	—0,0770	—0,0112
1,00	2,00	6,3849	0,4521	—0,1045	—0,0848	—0,1772	—0,1677	—0,0882	—0,0129
1,00	4,00	9,1447	0,4277	—0,1288	—0,0891	—0,2118	—0,2169	—0,1172	—0,0174
1,00	10,00	12,3757	0,4128	—0,1572	—0,0941	—0,2522	—0,2744	—0,1512	—0,0226
1,25	0,10	0,5886	1,2359	—0,0486	—0,0728	—0,0944	—0,0575	—0,0235	—0,0027
1,25	0,50	2,3432	0,6221	—0,0664	—0,0778	—0,1233	—0,0916	—0,0421	—0,0053
1,25	1,00	4,0627	0,5257	—0,0811	—0,0807	—0,1451	—0,1213	—0,0590	—0,0077
1,25	1,25	4,7781	0,5057	—0,0871	—0,0818	—0,1539	—0,1335	—0,0660	—0,0087
1,25	1,50	5,4177	0,4923	—0,0925	—0,0828	—0,1617	—0,1445	—0,0722	—0,0096
1,25	2,00	6,5131	0,4754	—0,1017	—0,0845	—0,1751	—0,1631	—0,0828	—0,0111
1,25	4,00	9,3781	0,4497	—0,1255	—0,0888	—0,2098	—0,2118	—0,1107	—0,0151
1,25	10,00	12,7730	0,4341	—0,1538	—0,0939	—0,2508	—0,2695	—0,1436	—0,0197

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

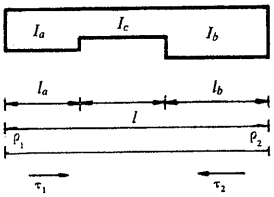
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,5947	1,2730	—0,0477	—0,0725	—0,0932	—0,0561	—0,0222	—0,0024
1,50	0,50	2,3659	0,6441	—0,0651	—0,0776	—0,1221	—0,0894	—0,0399	—0,0046
1,50	1,00	4,1099	0,5445	—0,0794	—0,0805	—0,1436	—0,1185	—0,0560	—0,0068
1,50	1,25	4,8381	0,5239	—0,0853	—0,0816	—0,1524	—0,1305	—0,0626	—0,0076
1,50	1,50	5,4904	0,5100	—0,0905	—0,0826	—0,1602	—0,1413	—0,0686	—0,0084
1,50	2,00	6,6105	0,4925	—0,0995	—0,0843	—0,1735	—0,1597	—0,0788	—0,0098
1,50	4,00	9,5572	0,4658	—0,1231	—0,0886	—0,2082	—0,2080	—0,1057	—0,0133
1,50	10,00	13,0814	0,4497	—0,1512	—0,0938	—0,2497	—0,2657	—0,1377	—0,0175
2,00	0,10	0,6031	1,3228	—0,0464	—0,0722	—0,0917	—0,0541	—0,0204	—0,0019
2,00	0,50	2,3974	0,6741	—0,0633	—0,0744	—0,1204	—0,0864	—0,0368	—0,0037
2,00	1,00	4,1762	0,5703	—0,0770	—0,0802	—0,1416	—0,1146	—0,0517	—0,0054
2,00	1,25	4,9226	0,5487	—0,0827	—0,0813	—0,1502	—0,1263	—0,0579	—0,0061
2,00	1,50	5,5931	0,5342	—0,0878	—0,0823	—0,1579	—0,1368	—0,0635	—0,0068
2,00	2,00	6,7486	0,5159	—0,0965	—0,0840	—0,1712	—0,1548	—0,0731	—0,0079
2,00	4,00	9,8138	0,4880	—0,1195	—0,0883	—0,2060	—0,2025	—0,0985	—0,0108
2,00	10,00	13,5289	0,4711	—0,1474	—0,0936	—0,2481	—0,2602	—0,1292	—0,0143
4,00	0,10	0,6175	1,4056	—0,0443	—0,0716	—0,0890	—0,0507	—0,0174	—0,0010
4,00	0,50	2,4533	0,7253	—0,0601	—0,0769	—0,1173	—0,0811	—0,0314	—0,0020
4,00	1,00	4,2948	0,6144	—0,0728	—0,0797	—0,1379	—0,1076	—0,0441	—0,0030
4,00	1,25	5,0745	0,5913	—0,0781	—0,0808	—0,1464	—0,1187	—0,0495	—0,0034
4,00	1,50	5,7784	0,5757	—0,0828	—0,0818	—0,1540	—0,1287	—0,0543	—0,0038
4,00	2,00	6,9995	0,5560	—0,0910	—0,0834	—0,1670	—0,1459	—0,0627	—0,0044
4,00	4,00	10,2882	0,5261	—0,1130	—0,0878	—0,2019	—0,1923	—0,0852	—0,0061
4,00	10,00	14,3737	0,5079	—0,1402	—0,0932	—0,2451	—0,2498	—0,1131	—0,0082
10,00	0,10	0,6276	1,4607	—0,0429	—0,0712	—0,0871	—0,0483	—0,0153	—0,0004
10,00	0,50	2,4929	0,7603	—0,0578	—0,0765	—0,1151	—0,0773	—0,0275	—0,0009
10,00	1,00	4,3801	0,6446	—0,0698	—0,0793	—0,1353	—0,1026	—0,0387	—0,0013
10,00	1,25	5,1842	0,6205	—0,0748	—0,0804	—0,1436	—0,1132	—0,0434	—0,0015
10,00	1,50	5,9129	0,6042	—0,0792	—0,0813	—0,1511	—0,1228	—0,0477	—0,0016
10,00	2,00	7,1829	0,5836	—0,0870	—0,0830	—0,1640	—0,1394	—0,0551	—0,0019
10,00	4,00	10,6420	0,5523	—0,1081	—0,0874	—0,1989	—0,1847	—0,0753	—0,0027
10,00	10,00	15,0193	0,5332	—0,1347	—0,0929	—0,2428	—0,2419	—0,1007	—0,0036



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

b	a	p_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,4380	0,5504	—0,0741	—0,0792	—0,1334	—0,1004	—0,0549	—0,0109
0,10	0,50	1,8641	0,2289	—0,0917	—0,0821	—0,1529	—0,1338	—0,0809	—0,0175
0,10	1,00	3,3518	0,1820	—0,1069	—0,0839	—0,1670	—0,1636	—0,1053	—0,0239
0,10	1,25	3,9983	0,1724	—0,1134	—0,0846	—0,1729	—0,1763	—0,1158	—0,0267
0,10	1,50	4,5907	0,1660	—0,1194	—0,0853	—0,1783	—0,1880	—0,1255	—0,0292
0,10	2,00	5,6386	0,1579	—0,1299	—0,0864	—0,1878	—0,2086	—0,1425	—0,0336
0,10	4,00	8,5951	0,1457	—0,1594	—0,0897	—0,2144	—0,2665	—0,1904	—0,0462
0,10	10,00	12,5661	0,1383	—0,1989	—0,0940	—0,2499	—0,3441	—0,2546	—0,0630
0,50	0,10	0,5287	1,1359	—0,0595	—0,0754	—0,1129	—0,0761	—0,0356	—0,0056
0,50	0,50	2,1003	0,5169	—0,0781	—0,0801	—0,1396	—0,1113	—0,0579	—0,0098
0,50	1,00	3,7825	0,4044	—0,0911	—0,0820	—0,1537	—0,1379	—0,0770	—0,0135
0,50	1,25	4,5318	0,3805	—0,0967	—0,0827	—0,1594	—0,1493	—0,0853	—0,0152
0,50	1,50	5,2287	0,3644	—0,1018	—0,0834	—0,1645	—0,1598	—0,0929	—0,0167
0,50	2,00	6,4861	0,3438	—0,1109	—0,0845	—0,1737	—0,1786	—0,1067	—0,0194
0,50	4,00	10,2151	0,3123	—0,1376	—0,0878	—0,2002	—0,2341	—0,1474	—0,0274
0,50	10,00	15,6914	0,2931	—0,1767	—0,0925	—0,2385	—0,3151	—0,2069	—0,0392
1,00	0,10	0,5660	1,3223	—0,0535	—0,0739	—0,1044	—0,0662	—0,0278	—0,0035
1,00	0,50	2,2148	0,6353	—0,0716	—0,0791	—0,1333	—0,1004	—0,0470	—0,0064
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,8049	0,4708	—0,0883	—0,0817	—0,1525	—0,1356	—0,0700	—0,0101
1,00	1,50	5,5592	0,4510	—0,0929	—0,0824	—0,1574	—0,1453	—0,0765	—0,0112
1,00	2,00	6,9341	0,4256	—0,1012	—0,0835	—0,1662	—0,1630	—0,0883	—0,0131
1,00	4,00	11,1215	0,3866	—0,1260	—0,0867	—0,1922	—0,2161	—0,1241	—0,0189
1,00	10,00	17,5873	0,3625	—0,1639	—0,0916	—0,2316	—0,2977	—0,1790	—0,0279
1,25	0,10	0,5759	1,3676	—0,0519	—0,0735	—0,1022	—0,0635	—0,0257	—0,0030
1,25	0,50	2,2472	0,6667	—0,0697	—0,0788	—0,1315	—0,0974	—0,0439	—0,0055
1,25	1,00	4,0627	0,5257	—0,0811	—0,0807	—0,1451	—0,1213	—0,0590	—0,0077
1,25	1,25	4,8842	0,4952	—0,0859	—0,0814	—0,1505	—0,1316	—0,0656	—0,0087
1,25	1,50	5,6557	0,4744	—0,0903	—0,0821	—0,1553	—0,1411	—0,0717	—0,0096
1,25	2,00	7,0661	0,4478	—0,0983	—0,0832	—0,1640	—0,1584	—0,0829	—0,0113
1,25	4,00	11,3961	0,4068	—0,1224	—0,0864	—0,1898	—0,2107	—0,1170	—0,0164
1,25	10,00	18,1855	0,3814	—0,1599	—0,0913	—0,2295	—0,2922	—0,1703	—0,0244

Vigas de inercia variable
Tres tramos
Empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

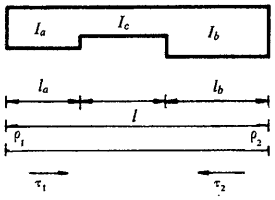
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,5830	1,3996	—0,0508	—0,0732	—0,1006	—0,0616	—0,0242	—0,0026
1,50	0,50	2,2714	0,6895	—0,0684	—0,0786	—0,1301	—0,0951	—0,0416	—0,0048
1,50	1,00	4,1099	0,5445	—0,0794	—0,0805	—0,1436	—0,1185	—0,0560	—0,0068
1,50	1,25	4,9440	0,5130	—0,0841	—0,0812	—0,1489	—0,1286	—0,0623	—0,0076
1,50	1,50	5,7286	0,4916	—0,0884	—0,0819	—0,1538	—0,1379	—0,0681	—0,0084
1,50	2,00	7,1664	0,4641	—0,0961	—0,0830	—0,1624	—0,1548	—0,0788	—0,0099
1,50	4,00	11,6071	0,4217	—0,1197	—0,0862	—0,1880	—0,2065	—0,1116	—0,0145
1,50	10,00	18,6529	0,3954	—0,1568	—0,0911	—0,2278	—0,2879	—0,1634	—0,0217
2,00	0,10	0,5928	1,4419	—0,0492	—0,0728	—0,0984	—0,0590	—0,0221	—0,0020
2,00	0,50	2,3051	0,7205	—0,0665	—0,0783	—0,1282	—0,0919	—0,0384	—0,0038
2,00	1,00	4,1762	0,5703	—0,0770	—0,0802	—0,1416	—0,1146	—0,0517	—0,0054
2,00	1,25	5,0283	0,5375	—0,0815	—0,0809	—0,1468	—0,1243	—0,0576	—0,0061
2,00	1,50	5,8317	0,5151	—0,0856	—0,0815	—0,1516	—0,1334	—0,0630	—0,0068
2,00	2,00	7,3086	0,4865	—0,0931	—0,0826	—0,1600	—0,1499	—0,0730	—0,0080
2,00	4,00	11,9099	0,4421	—0,1158	—0,0858	—0,1853	—0,2005	—0,1039	—0,0117
2,00	10,00	19,3361	0,4147	—0,1522	—0,0908	—0,2253	—0,2816	—0,1535	—0,0178
4,00	0,10	0,6093	1,5105	—0,0465	—0,0721	—0,0946	—0,0546	—0,0186	—0,0011
4,00	0,50	2,3646	0,7732	—0,0631	—0,0778	—0,1249	—0,0863	—0,0328	—0,0021
4,00	1,00	4,2948	0,6144	—0,0728	—0,0797	—0,1379	—0,1076	—0,0441	—0,0030
4,00	1,25	5,1797	0,5795	—0,0769	—0,0804	—0,1430	—0,1168	—0,0491	—0,0034
4,00	1,50	6,0176	0,5556	—0,0807	—0,0810	—0,1476	—0,1253	—0,0538	—0,0038
4,00	2,00	7,5670	0,5250	—0,0875	—0,0820	—0,1557	—0,1409	—0,0625	—0,0045
4,00	4,00	12,4710	0,4775	—0,1086	—0,0852	—0,1804	—0,1894	—0,0895	—0,0067
4,00	10,00	20,6420	0,4479	—0,1434	—0,0902	—0,2206	—0,2696	—0,1344	—0,0103
10,00	0,10	0,6206	1,5550	—0,0447	—0,0716	—0,0921	—0,0516	—0,0162	—0,0005
10,00	0,50	2,4068	0,8089	—0,0607	—0,0774	—0,1226	—0,0823	—0,0288	—0,0009
10,00	1,00	4,3801	0,6446	—0,0698	—0,0793	—0,1353	—0,1026	—0,0387	—0,0013
10,00	1,25	5,2892	0,6084	—0,0736	—0,0800	—0,1402	—0,1113	—0,0431	—0,0015
10,00	1,50	6,1526	0,5835	—0,0771	—0,0806	—0,1447	—0,1194	—0,0472	—0,0016
10,00	2,00	7,7560	0,5516	—0,0834	—0,0816	—0,1526	—0,1343	—0,0547	—0,0019
10,00	4,00	12,8909	0,5019	—0,1033	—0,0847	—0,1768	—0,1811	—0,0788	—0,0029
10,00	10,00	21,6547	0,4710	—0,1367	—0,0897	—0,2169	—0,2603	—0,1196	—0,0046



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,9120	0,2026	—0,0447	—0,0562	—0,0702	—0,0609	—0,0370	—0,0074
0,10	0,50	2,5769	0,1821	—0,0878	—0,0752	—0,1369	—0,1320	—0,0849	—0,0184
0,10	1,00	3,3399	0,1795	—0,1076	—0,0840	—0,1674	—0,1646	—0,1069	—0,0234
0,10	1,25	3,5502	0,1790	—0,1130	—0,0864	—0,1759	—0,1736	—0,1130	—0,0248
0,10	1,50	3,7058	0,1787	—0,1171	—0,0881	—0,1821	—0,1802	—0,1175	—0,0258
0,10	2,00	3,9205	0,1782	—0,1226	—0,0906	—0,1907	—0,1894	—0,1236	—0,0272
0,10	4,00	4,2937	0,1776	—0,1323	—0,0948	—0,2056	—0,2053	—0,1344	—0,0297
0,10	10,00	4,5538	0,1772	—0,1390	—0,0978	—0,2160	—0,2164	—0,1419	—0,0314
0,50	0,10	0,9554	0,4529	—0,0377	—0,0545	—0,0629	—0,0496	—0,0259	—0,0039
0,50	0,50	2,8199	0,3801	—0,0739	—0,0731	—0,1247	—0,1101	—0,0606	—0,0094
0,50	1,00	3,7349	0,3710	—0,0917	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0777	—0,0121
0,50	1,25	3,9943	0,3691	—0,0967	—0,0848	—0,1636	—0,1482	—0,0825	—0,0129
0,50	1,50	4,1882	0,3679	—0,1005	—0,0867	—0,1700	—0,1545	—0,0861	—0,0135
0,50	2,00	4,4588	0,3664	—0,1057	—0,0894	—0,1789	—0,1633	—0,0911	—0,0143
0,50	4,00	4,9375	0,3641	—0,1150	—0,0941	—0,1948	—0,1788	—0,1000	—0,0157
0,50	10,00	5,2775	0,3627	—0,1216	—0,0975	—0,2061	—0,1899	—0,1064	—0,0167
1,00	0,10	0,9834	0,6204	—0,0340	—0,0535	—0,0584	—0,0431	—0,0203	—0,0028
1,00	0,50	2,9789	0,5135	—0,0666	—0,0717	—0,1170	—0,0973	—0,0485	—0,0069
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,2947	0,4973	—0,0881	—0,0837	—0,1557	—0,1330	—0,0672	—0,0096
1,00	1,50	4,5165	0,4955	—0,0918	—0,0857	—0,1622	—0,1390	—0,0703	—0,0101
1,00	2,00	4,8284	0,4932	—0,0969	—0,0885	—0,1713	—0,1475	—0,0747	—0,0107
1,00	4,00	5,3864	0,4899	—0,1060	—0,0936	—0,1877	—0,1626	—0,0826	—0,0119
1,00	10,00	5,7878	0,4878	—0,1126	—0,0972	—0,1995	—0,1735	—0,0883	—0,0127
1,25	0,10	0,9929	0,6754	—0,0328	—0,0531	—0,0569	—0,0409	—0,0184	—0,0025
1,25	0,50	3,0344	0,5574	—0,0642	—0,0712	—0,1144	—0,0929	—0,0445	—0,0061
1,25	1,00	4,0941	0,5426	—0,0805	—0,0806	—0,1442	—0,1198	—0,0580	—0,0080
1,25	1,25	4,4018	0,5396	—0,0852	—0,0833	—0,1528	—0,1276	—0,0619	—0,0086
1,25	1,50	4,6341	0,5376	—0,0888	—0,0853	—0,1594	—0,1335	—0,0649	—0,0090
1,25	2,00	4,9614	0,5351	—0,0938	—0,0882	—0,1686	—0,1419	—0,0690	—0,0096
1,25	4,00	5,5496	0,5314	—0,1028	—0,0934	—0,1851	—0,1568	—0,0765	—0,0107
1,25	10,00	5,9748	0,5291	—0,1094	—0,0972	—0,1971	—0,1677	—0,0819	—0,0114

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\, pl^2$

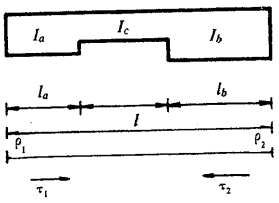
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\, Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
1,50	0,10	1,0005	0,7192	—0,0318	—0,0528	—0,0557	—0,0391	—0,0170	—0,0022
1,50	0,50	3,0798	0,5924	—0,0621	—0,0708	—0,1122	—0,0892	—0,0412	—0,0055
1,50	1,00	4,1718	0,5764	—0,0781	—0,0802	—0,1419	—0,1155	—0,0539	—0,0073
1,50	1,25	4,4906	0,5732	—0,0827	—0,0830	—0,1505	—0,1232	—0,0576	—0,0078
1,50	1,50	4,7317	0,5711	—0,0863	—0,0851	—0,1571	—0,1290	—0,0604	—0,0082
1,50	2,00	5,0722	0,5684	—0,0912	—0,0880	—0,1663	—0,1372	—0,0643	—0,0087
1,50	4,00	5,6862	0,5644	—0,1002	—0,0933	—0,1830	—0,1520	—0,0715	—0,0097
1,50	10,00	6,1317	0,5620	—0,1067	—0,0971	—0,1951	—0,1627	—0,0767	—0,0104
2,00	0,10	1,0120	0,7843	—0,0303	—0,0524	—0,0538	—0,0365	—0,0147	—0,0018
2,00	0,50	3,1499	0,6446	—0,0591	—0,0702	—0,1089	—0,0837	—0,0361	—0,0046
2,00	1,00	4,2930	0,6270	—0,0744	—0,0797	—0,1382	—0,1089	—0,0475	—0,0061
2,00	1,25	4,6294	0,6234	—0,0790	—0,0825	—0,1469	—0,1163	—0,0509	—0,0066
2,00	1,50	4,8846	0,6211	—0,0824	—0,0846	—0,1535	—0,1219	—0,0534	—0,0069
2,00	2,00	5,2463	0,6181	—0,0873	—0,0876	—0,1627	—0,1299	—0,0570	—0,0074
2,00	4,00	5,9020	0,6137	—0,0961	—0,0930	—0,1796	—0,1444	—0,0636	—0,0083
2,00	10,00	6,3808	0,6110	—0,1025	—0,0970	—0,1919	—0,1549	—0,0683	—0,0089
4,00	0,10	1,0355	0,9129	—0,0272	—0,0515	—0,0501	—0,0311	—0,0102	—0,0011
4,00	0,50	3,2978	0,7480	—0,0526	—0,0689	—0,1018	—0,0720	—0,0255	—0,0028
4,00	1,00	4,5538	0,7271	—0,0666	—0,0785	—0,1305	—0,0946	—0,0339	—0,0038
4,00	1,25	4,9298	0,7229	—0,0708	—0,0814	—0,1390	—0,1014	—0,0365	—0,0041
4,00	1,50	5,2170	0,7201	—0,0740	—0,0836	—0,1456	—0,1066	—0,0384	—0,0043
4,00	2,00	5,6270	0,7167	—0,0786	—0,0867	—0,1550	—0,1140	—0,0412	—0,0046
4,00	4,00	6,3794	0,7114	—0,0870	—0,0925	—0,1721	—0,1276	—0,0462	—0,0052
4,00	10,00	6,9362	0,7083	—0,0933	—0,0967	—0,1848	—0,1376	—0,0500	—0,0056
10,00	0,10	1,0552	1,0165	—0,0247	—0,0508	—0,0470	—0,0266	—0,0065	—0,0005
10,00	0,50	3,4275	0,8316	—0,0469	—0,0678	—0,0956	—0,0617	—0,0162	—0,0013
10,00	1,00	4,7881	0,8081	—0,0596	—0,0775	—0,1235	—0,0819	—0,0218	—0,0018
10,00	1,25	5,2017	0,8034	—0,0635	—0,0804	—0,1320	—0,0880	—0,0235	—0,0019
10,00	1,50	5,5197	0,8003	—0,0665	—0,0827	—0,1385	—0,0927	—0,0249	—0,0020
10,00	2,00	5,9765	0,7964	—0,0707	—0,0860	—0,1478	—0,0994	—0,0267	—0,0022
10,00	4,00	6,8242	0,7905	—0,0787	—0,0920	—0,1652	—0,1120	—0,0302	—0,0025
10,00	10,00	7,4593	0,7869	—0,0846	—0,0965	—0,1782	—0,1214	—0,0328	—0,0027



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,5898	0,2628	—0,0520	—0,0718	—0,0868	—0,0663	—0,0371	—0,0065
0,10	0,50	2,1941	0,1889	—0,0845	—0,0789	—0,1339	—0,1237	—0,0779	—0,0164
0,10	1,00	3,3399	0,1795	—0,1076	—0,0840	—0,1674	—0,1646	—0,1069	—0,0234
0,10	1,25	3,7300	0,1776	—0,1155	—0,0857	—0,1788	—0,1785	—0,1168	—0,0258
0,10	1,50	4,0451	0,1764	—0,1218	—0,0870	—0,1880	—0,1897	—0,1248	—0,0277
0,10	2,00	4,5228	0,1748	—0,1314	—0,0891	—0,2020	—0,2068	—0,1369	—0,0307
0,10	4,00	5,4969	0,1725	—0,1511	—0,0934	—0,2304	—0,2415	—0,1616	—0,0367
0,10	10,00	6,3130	0,1711	—0,1675	—0,0970	—0,2543	—0,2706	—0,1823	—0,0417
0,50	0,10	0,6338	0,6538	—0,0455	—0,0701	—0,0795	—0,0554	—0,0270	—0,0038
0,50	0,50	2,3959	0,4037	—0,0719	—0,0772	—0,1227	—0,1036	—0,0559	—0,0086
0,50	1,00	3,7349	0,3710	—0,0917	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0777	—0,0121
0,50	1,25	4,2072	0,3644	—0,0987	—0,0839	—0,1663	—0,1526	—0,0853	—0,0134
0,50	1,50	4,5951	0,3600	—0,1044	—0,0854	—0,1757	—0,1631	—0,0916	—0,0145
0,50	2,00	5,1943	0,3544	—0,1132	—0,0876	—0,1901	—0,1793	—0,1014	—0,0171
0,50	4,00	6,4596	0,3462	—0,1319	—0,0923	—0,2205	—0,2135	—0,1219	—0,0195
0,50	10,00	7,5673	0,3412	—0,1482	—0,0964	—0,2471	—0,2434	—0,1399	—0,0224
1,00	0,10	0,6640	0,9030	—0,0416	—0,0689	—0,0747	—0,0486	—0,0213	—0,0028
1,00	0,50	2,5301	0,5476	—0,0652	—0,0760	—0,1156	—0,0916	—0,0447	—0,0063
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,5296	0,4904	—0,0899	—0,0828	—0,1583	—0,1370	—0,0696	—0,0100
1,00	1,50	4,9690	0,4840	—0,0953	—0,0843	—0,1676	—0,1470	—0,0750	—0,0108
1,00	2,00	5,6559	0,4759	—0,1037	—0,0866	—0,1823	—0,1625	—0,0836	—0,0121
1,00	4,00	7,1395	0,4638	—0,1220	—0,0915	—0,2138	—0,1962	—0,1020	—0,0148
1,00	10,00	8,4765	0,4565	—0,1384	—0,0960	—0,2422	—0,2265	—0,1186	—0,0173
1,25	0,10	0,6743	0,9828	—0,0403	—0,0685	—0,0730	—0,0463	—0,0194	—0,0025
1,25	0,50	2,5769	0,5949	—0,0629	—0,0756	—0,1132	—0,0875	—0,0410	—0,0056
1,25	1,00	4,0941	0,5426	—0,0805	—0,0806	—0,1442	—0,1198	—0,0580	—0,0080
1,25	1,25	4,6448	0,5320	—0,0868	—0,0824	—0,1554	—0,1315	—0,0641	—0,0089
1,25	1,50	5,1034	0,5249	—0,0921	—0,0839	—0,1648	—0,1413	—0,0693	—0,0097
1,25	2,00	5,8233	0,5160	—0,1004	—0,0862	—0,1794	—0,1566	—0,0773	—0,0108
1,25	4,00	7,3911	0,5027	—0,1185	—0,0912	—0,2113	—0,1899	—0,0949	—0,0134
1,25	10,00	8,8190	0,4946	—0,1349	—0,0958	—0,2404	—0,2202	—0,1109	—0,0157

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

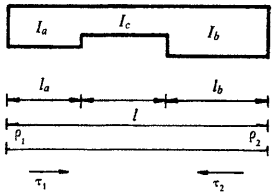
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6825	1,0455	—0,0392	—0,0682	—0,0717	—0,0445	—0,0179	—0,0022
1,50	0,50	2,6152	0,6325	—0,0610	—0,0753	—0,1112	—0,0841	—0,0379	—0,0050
1,50	1,00	4,1718	0,5764	—0,0781	—0,0802	—0,1419	—0,1155	—0,0539	—0,0073
1,50	1,25	4,7404	0,5651	—0,0843	—0,0820	—0,1530	—0,1270	—0,0597	—0,0081
1,50	1,50	5,2152	0,5575	—0,0895	—0,0835	—0,1624	—0,1365	—0,0645	—0,0088
1,50	2,00	5,9633	0,5480	—0,0977	—0,0859	—0,1771	—0,1516	—0,0722	—0,0099
1,50	4,00	7,6035	0,5337	—0,1155	—0,0910	—0,2093	—0,1846	—0,0890	—0,0122
1,50	10,00	9,1108	0,5251	—0,1320	—0,0957	—0,2388	—0,2149	—0,1044	—0,0144
2,00	0,10	0,6950	1,1377	—0,0377	—0,0677	—0,0698	—0,0417	—0,0156	—0,0019
2,00	0,50	2,6741	0,6885	—0,0582	—0,0748	—0,1081	—0,0790	—0,0332	—0,0042
2,00	1,00	4,2930	0,6270	—0,0744	—0,0797	—0,1382	—0,1089	—0,0475	—0,0061
2,00	1,25	4,8899	0,6145	—0,0804	—0,0815	—0,1493	—0,1199	—0,0528	—0,0069
2,00	1,50	5,3908	0,6062	—0,0854	—0,0830	—0,1586	—0,1291	—0,0572	—0,0074
2,00	2,00	6,1842	0,5957	—0,0933	—0,0854	—0,1734	—0,1437	—0,0641	—0,0084
2,00	4,00	7,9428	0,5800	—0,1109	—0,0906	—0,2060	—0,1761	—0,0796	—0,0105
2,00	10,00	9,5823	0,5705	—0,1272	—0,0955	—0,2363	—0,2063	—0,0940	—0,0124
4,00	0,10	0,7205	1,3159	—0,0344	—0,0668	—0,0658	—0,0360	—0,0109	—0,0011
4,00	0,50	2,7983	0,7991	—0,0522	—0,0737	—0,1016	—0,0681	—0,0235	—0,0026
4,00	1,00	4,5538	0,7271	—0,0666	—0,0785	—0,1305	—0,0946	—0,0339	—0,0038
4,00	1,25	5,2143	0,7125	—0,0720	—0,0803	—0,1413	—0,1046	—0,0379	—0,0043
4,00	1,50	5,7742	0,7027	—0,0766	—0,0818	—0,1505	—0,1130	—0,0412	—0,0047
4,00	2,00	6,6720	0,6905	—0,0839	—0,0843	—0,1652	—0,1265	—0,0465	—0,0053
4,00	4,00	8,7101	0,6720	—0,1005	—0,0897	—0,1985	—0,1571	—0,0587	—0,0067
4,00	10,00	10,6728	0,6608	—0,1164	—0,0950	—0,2305	—0,1866	—0,0703	—0,0081
10,00	0,10	0,7419	1,4558	—0,0318	—0,0659	—0,0624	—0,0313	—0,0070	—0,0005
10,00	0,50	2,9067	0,8882	—0,0471	—0,0728	—0,0959	—0,0587	—0,0150	—0,0012
10,00	1,00	4,7881	0,8081	—0,0596	—0,0775	—0,1235	—0,0819	—0,0218	—0,0018
10,00	1,25	5,5089	0,7918	—0,0644	—0,0793	—0,1340	—0,0907	—0,0245	—0,0020
10,00	1,50	6,1256	0,7809	—0,0685	—0,0808	—0,1430	—0,0983	—0,0267	—0,0022
10,00	2,00	7,1253	0,7672	—0,0752	—0,0832	—0,1575	—0,1105	—0,0303	—0,0025
10,00	4,00	9,4468	0,7466	—0,0906	—0,0889	—0,1913	—0,1390	—0,0387	—0,0033
10,00	10,00	11,7527	0,7341	—0,1058	—0,0945	—0,2248	—0,1672	—0,0471	—0,0040



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,4749	0,3443	—0,0636	—0,0773	—0,1150	—0,0827	—0,0442	—0,0071
0,10	0,50	1,9797	0,1986	—0,0870	—0,0810	—0,1432	—0,1261	—0,0773	—0,0157
0,10	1,00	3,3399	0,1795	—0,1076	—0,0840	—0,1674	—0,1646	—0,1069	—0,0234
0,10	1,25	3,8744	0,1757	—0,1157	—0,0851	—0,1769	—0,1797	—0,1185	—0,0264
0,10	1,50	4,3375	0,1731	—0,1227	—0,0861	—0,1851	—0,1927	—0,1286	—0,0291
0,10	2,00	5,1005	0,1699	—0,1342	—0,0877	—0,1987	—0,2143	—0,1452	—0,0334
0,10	4,00	6,9318	0,1651	—0,1618	—0,0917	—0,2311	—0,2659	—0,1849	—0,0438
0,10	10,00	8,8383	0,1622	—0,1905	—0,0958	—0,2648	—0,3196	—0,2263	—0,0546
0,50	0,10	0,5377	0,8804	—0,0551	—0,0748	—0,1035	—0,0686	—0,0323	—0,0044
0,50	0,50	2,1779	0,4356	—0,0748	—0,0793	—0,1321	—0,1064	—0,0562	—0,0084
0,50	1,00	3,7349	0,3710	—0,0917	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0777	—0,0121
0,50	1,25	4,3678	0,3577	—0,0985	—0,0833	—0,1641	—0,1533	—0,0864	—0,0136
0,50	1,50	4,9263	0,3489	—0,1045	—0,0843	—0,1721	—0,1652	—0,0940	—0,0150
0,50	2,00	5,8673	0,3377	—0,1145	—0,0860	—0,1856	—0,1852	—0,1070	—0,0172
0,50	4,00	8,2393	0,3209	—0,1398	—0,0902	—0,2196	—0,2355	—0,1395	—0,0228
0,50	10,00	10,8938	0,3107	—0,1681	—0,0948	—0,2574	—0,2917	—0,1759	—0,0291
1,00	0,10	0,5803	1,1842	—0,0498	—0,0731	—0,0959	—0,0595	—0,0252	—0,0032
1,00	0,50	2,3129	0,5920	—0,0681	—0,0781	—0,1250	—0,0944	—0,0450	—0,0062
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,6986	0,4810	—0,0895	—0,0821	—0,1559	—0,1375	—0,0704	—0,0101
1,00	1,50	5,3215	0,4682	—0,0951	—0,0831	—0,1638	—0,1487	—0,0770	—0,0112
1,00	2,00	6,3849	0,4521	—0,1045	—0,0848	—0,1772	—0,1677	—0,0882	—0,0129
1,00	4,00	9,1447	0,4277	—0,1288	—0,0891	—0,2118	—0,2169	—0,1172	—0,0174
1,00	10,00	12,3757	0,4128	—0,1572	—0,0941	—0,2522	—0,2744	—0,1512	—0,0226
1,25	0,10	0,5945	1,2761	—0,0480	—0,0725	—0,0934	—0,0565	—0,0229	—0,0029
1,25	0,50	2,3601	0,6430	—0,0658	—0,0777	—0,1225	—0,0903	—0,0413	—0,0056
1,25	1,00	4,0941	0,5426	—0,0805	—0,0806	—0,1442	—0,1198	—0,0580	—0,0080
1,25	1,25	4,8168	0,5217	—0,0865	—0,0817	—0,1530	—0,1320	—0,0649	—0,0091
1,25	1,50	5,4635	0,5077	—0,0918	—0,0827	—0,1608	—0,1428	—0,0711	—0,0100
1,25	2,00	6,5727	0,4900	—0,1009	—0,0844	—0,1742	—0,1614	—0,0816	—0,0116
1,25	4,00	9,4819	0,4632	—0,1248	—0,0887	—0,2089	—0,2100	—0,1093	—0,0157
1,25	10,00	12,9452	0,4469	—0,1532	—0,0938	—0,2502	—0,2678	—0,1422	—0,0206

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

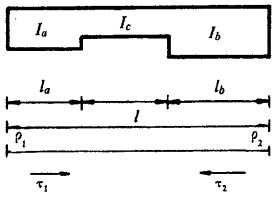
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6059	1,3465	—0,0466	—0,0721	—0,0913	—0,0541	—0,0210	—0,0026
1,50	0,50	2,3987	0,6834	—0,0639	—0,0774	—0,1205	—0,0869	—0,0382	—0,0050
1,50	1,00	4,1718	0,5764	—0,0781	—0,0802	—0,1419	—0,1155	—0,0539	—0,0073
1,50	1,25	4,9148	0,5542	—0,0839	—0,0814	—0,1506	—0,1274	—0,0604	—0,0082
1,50	1,50	5,5817	0,5392	—0,0891	—0,0823	—0,1583	—0,1380	—0,0662	—0,0091
1,50	2,00	6,7297	0,5203	—0,0980	—0,0840	—0,1716	—0,1562	—0,0762	—0,0105
1,50	4,00	9,7679	0,4916	—0,1215	—0,0884	—0,2065	—0,2043	—0,1027	—0,0144
1,50	10,00	13,4360	0,4741	—0,1498	—0,0936	—0,2485	—0,2622	—0,1346	—0,0190
2,00	0,10	0,6229	1,4474	—0,0445	—0,0714	—0,0883	—0,0505	—0,0182	—0,0021
2,00	0,50	2,4582	0,7433	—0,0611	—0,0768	—0,1173	—0,0817	—0,0335	—0,0042
2,00	1,00	4,2930	0,6270	—0,0744	—0,0797	—0,1382	—0,1089	—0,0475	—0,0061
2,00	1,25	5,0682	0,6027	—0,0799	—0,0808	—0,1468	—0,1202	—0,0534	—0,0070
2,00	1,50	5,7672	0,5863	—0,0849	—0,0818	—0,1544	—0,1304	—0,0586	—0,0077
2,00	2,00	6,9780	0,5657	—0,0934	—0,0835	—0,1676	—0,1480	—0,0677	—0,0090
2,00	4,00	10,2274	0,5341	—0,1163	—0,0879	—0,2026	—0,1950	—0,0921	—0,0123
2,00	10,00	14,2409	0,5150	—0,1444	—0,0932	—0,2456	—0,2530	—0,1222	—0,0165
4,00	0,10	0,6571	1,6340	—0,0403	—0,0700	—0,0822	—0,0433	—0,0126	—0,0013
4,00	0,50	2,5835	0,8608	—0,0551	—0,0758	—0,1107	—0,0708	—0,0237	—0,0026
4,00	1,00	4,5538	0,7271	—0,0666	—0,0785	—0,1305	—0,0946	—0,0339	—0,0038
4,00	1,25	5,4010	0,6990	—0,0714	—0,0796	—0,1386	—0,1047	—0,0383	—0,0043
4,00	1,50	6,1728	0,6800	—0,0758	—0,0806	—0,1459	—0,1138	—0,0422	—0,0048
4,00	2,00	7,5275	0,6559	—0,0834	—0,0822	—0,1587	—0,1298	—0,0491	—0,0057
4,00	4,00	11,2793	0,6191	—0,1044	—0,0867	—0,1937	—0,1739	—0,0682	—0,0080
4,00	10,00	16,1616	0,5967	—0,1315	—0,0923	—0,2389	—0,2311	—0,0930	—0,0110
10,00	0,10	0,6851	1,7731	—0,0368	—0,0689	—0,0772	—0,0373	—0,0081	—0,0006
10,00	0,50	2,6930	0,9547	—0,0499	—0,0748	—0,1050	—0,0613	—0,0152	—0,0012
10,00	1,00	4,7881	0,8081	—0,0596	—0,0775	—0,1235	—0,0819	—0,0218	—0,0018
10,00	1,25	5,7034	0,7771	—0,0637	—0,0785	—0,1312	—0,0906	—0,0247	—0,0020
10,00	1,50	6,5450	0,7561	—0,0675	—0,0795	—0,1381	—0,0987	—0,0273	—0,0023
10,00	2,00	8,0402	0,7294	—0,0741	—0,0811	—0,1504	—0,1129	—0,0319	—0,0027
10,00	4,00	12,3067	0,6886	—0,0928	—0,0855	—0,1849	—0,1533	—0,0451	—0,0039
10,00	10,00	18,1518	0,6636	—0,1183	—0,0914	—0,2319	—0,2086	—0,0631	—0,0055



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}20$

b	a	p_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,4263	0,4276	—0,0738	—0,0797	—0,1355	—0,1012	—0,0528	—0,0081
0,10	0,50	1,8563	0,2097	—0,0914	—0,0822	—0,1531	—0,1339	—0,0802	—0,0157
0,10	1,00	3,3399	0,1795	—0,1076	—0,0840	—0,1674	—0,1646	—0,1069	—0,0234
0,10	1,25	3,9817	0,1734	—0,1146	—0,0847	—0,1735	—0,1777	—0,1184	—0,0267
0,10	1,50	4,5683	0,1693	—0,1209	—0,0854	—0,1790	—0,1897	—0,1290	—0,0298
0,10	2,00	5,6020	0,1642	—0,1321	—0,0865	—0,1886	—0,2109	—0,1475	—0,0351
0,10	4,00	8,4933	0,1564	—0,1632	—0,0898	—0,2155	—0,2699	—0,1993	—0,0501
0,10	10,00	12,3189	0,1518	—0,2044	—0,0941	—0,2509	—0,3478	—0,2677	—0,0698
0,50	0,10	0,5125	1,0349	—0,0611	—0,0761	—0,1163	—0,0794	—0,0369	—0,0050
0,50	0,50	2,0682	0,4691	—0,0788	—0,0803	—0,1412	—0,1133	—0,0587	—0,0087
0,50	1,00	3,7349	0,3710	—0,0917	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0777	—0,0121
0,50	1,25	4,4766	0,3503	—0,0972	—0,0829	—0,1606	—0,1512	—0,0860	—0,0137
0,50	1,50	5,1659	0,3364	—0,1023	—0,0835	—0,1657	—0,1618	—0,0936	—0,0151
0,50	2,00	6,4085	0,3187	—0,1114	—0,0847	—0,1748	—0,1806	—0,1074	—0,0176
0,50	4,00	10,0840	0,2917	—0,1380	—0,0879	—0,2012	—0,2361	—0,1480	—0,0251
0,50	10,00	15,4564	0,2752	—0,1767	—0,0926	—0,2393	—0,3167	—0,2071	—0,0360
1,00	0,10	0,5660	1,3223	—0,0535	—0,0739	—0,1044	—0,0662	—0,0278	—0,0035
1,00	0,50	2,2148	0,6353	—0,0716	—0,0791	—0,1333	—0,1004	—0,0470	—0,0064
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,8049	0,4708	—0,0883	—0,0817	—0,1525	—0,1356	—0,0700	—0,0101
1,00	1,50	5,5592	0,4510	—0,0929	—0,0824	—0,1574	—0,1453	—0,0765	—0,0112
1,00	2,00	6,9341	0,4256	—0,1012	—0,0835	—0,1662	—0,1630	—0,0883	—0,0131
1,00	4,00	11,1215	0,3866	—0,1260	—0,0867	—0,1922	—0,2161	—0,1241	—0,0189
1,00	10,00	17,5873	0,3625	—0,1639	—0,0916	—0,2316	—0,2977	—0,1790	—0,0279
1,25	0,10	0,5830	1,4026	—0,0511	—0,0732	—0,1007	—0,0620	—0,0249	—0,0031
1,25	0,50	2,2659	0,6887	—0,0691	—0,0786	—0,1305	—0,0960	—0,0431	—0,0057
1,25	1,00	4,0941	0,5426	—0,0805	—0,0806	—0,1442	—0,1198	—0,0580	—0,0080
1,25	1,25	4,9221	0,5108	—0,0852	—0,0813	—0,1496	—0,1300	—0,0645	—0,0091
1,25	1,50	5,7002	0,4891	—0,0896	—0,0819	—0,1545	—0,1395	—0,0706	—0,0100
1,25	2,00	7,1241	0,4614	—0,0976	—0,0831	—0,1631	—0,1567	—0,0817	—0,0118
1,25	4,00	11,5061	0,4185	—0,1217	—0,0863	—0,1889	—0,2088	—0,1156	—0,0171
1,25	10,00	18,4100	0,3920	—0,1592	—0,0912	—0,2287	—0,2904	—0,1688	—0,0255

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

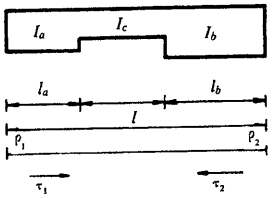
Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}20$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,5963	1,4623	—0,0492	—0,0726	—0,0977	—0,0587	—0,0226	—0,0027
1,50	0,50	2,3077	0,7308	—0,0671	—0,0783	—0,1283	—0,0924	—0,0399	—0,0052
1,50	1,00	4,1718	0,5764	—0,0781	—0,0802	—0,1419	—0,1155	—0,0539	—0,0073
1,50	1,25	5,0193	0,5427	—0,0827	—0,0810	—0,1472	—0,1255	—0,0600	—0,0082
1,50	1,50	5,8175	0,5196	—0,0870	—0,0816	—0,1520	—0,1347	—0,0658	—0,0091
1,50	2,00	7,2830	0,4901	—0,0947	—0,0827	—0,1606	—0,1514	—0,0762	—0,0107
1,50	4,00	11,8321	0,4443	—0,1181	—0,0859	—0,1861	—0,2026	—0,1085	—0,0156
1,50	10,00	19,1228	0,4159	—0,1553	—0,0909	—0,2261	—0,2841	—0,1601	—0,0235
2,00	0,10	0,6157	1,5450	—0,0465	—0,0718	—0,0934	—0,0540	—0,0193	—0,0022
2,00	0,50	2,3720	0,7927	—0,0641	—0,0777	—0,1248	—0,0868	—0,0350	—0,0043
2,00	1,00	4,2930	0,6270	—0,0744	—0,0797	—0,1382	—0,1089	—0,0475	—0,0061
2,00	1,25	5,1713	0,5904	—0,0788	—0,0804	—0,1434	—0,1183	—0,0530	—0,0069
2,00	1,50	6,0016	0,5653	—0,0828	—0,0810	—0,1481	—0,1271	—0,0582	—0,0077
2,00	2,00	7,5338	0,5331	—0,0900	—0,0821	—0,1565	—0,1431	—0,0677	—0,0091
2,00	4,00	12,3560	0,4831	—0,1124	—0,0853	—0,1816	—0,1928	—0,0973	—0,0134
2,00	10,00	20,3000	0,4519	—0,1488	—0,0903	—0,2219	—0,2738	—0,1458	—0,0205
4,00	0,10	0,6531	1,6901	—0,0413	—0,0703	—0,0852	—0,0448	—0,0130	—0,0013
4,00	0,50	2,5070	0,9126	—0,0577	—0,0765	—0,1175	—0,0752	—0,0247	—0,0027
4,00	1,00	4,5538	0,7271	—0,0666	—0,0785	—0,1305	—0,0946	—0,0339	—0,0038
4,00	1,25	5,5012	0,6854	—0,0703	—0,0792	—0,1353	—0,1029	—0,0380	—0,0043
4,00	1,50	6,4040	0,6567	—0,0737	—0,0798	—0,1397	—0,1107	—0,0419	—0,0048
4,00	2,00	8,0887	0,6196	—0,0799	—0,0809	—0,1475	—0,1249	—0,0490	—0,0057
4,00	4,00	13,5570	0,5614	—0,0995	—0,0839	—0,1713	—0,1702	—0,0718	—0,0086
4,00	10,00	23,1588	0,5250	—0,1333	—0,0890	—0,2117	—0,2487	—0,1117	—0,0137
10,00	0,10	0,6821	1,7920	—0,0372	—0,0691	—0,0787	—0,0377	—0,0081	—0,0006
10,00	0,50	2,6243	1,0070	—0,0521	—0,0755	—0,1112	—0,0651	—0,0159	—0,0012
10,00	1,00	4,7881	0,8081	—0,0596	—0,0775	—0,1235	—0,0819	—0,0218	—0,0018
10,00	1,25	5,8009	0,7628	—0,0627	—0,0782	—0,1280	—0,0890	—0,0245	—0,0020
10,00	1,50	6,7731	0,7313	—0,0655	—0,0787	—0,1320	—0,0956	—0,0270	—0,0023
10,00	2,00	8,6062	0,6906	—0,0706	—0,0797	—0,1391	—0,1079	—0,0317	—0,0027
10,00	4,00	14,7339	0,6264	—0,0870	—0,0826	—0,1612	—0,1481	—0,0471	—0,0042
10,00	10,00	26,2029	0,5859	—0,1170	—0,0876	—0,2008	—0,2222	—0,0758	—0,0070

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0{,}1}$	$\mu_{0{,}3}$	$\mu_{0{,}5}$	$\mu_{0{,}7}$	$\mu_{0{,}9}$
0,10	0,10	0,9055	0,2309	—0,0476	—0,0566	—0,0722	—0,0650	—0,0439	—0,0086
0,10	0,50	2,5113	0,2149	—0,0959	—0,0759	—0,1415	—0,1433	—0,1056	—0,0219
0,10	1,00	3,2273	0,2129	—0,1174	—0,0845	—0,1724	—0,1781	—0,1331	—0,0278
0,10	1,25	3,4225	0,2125	—0,1232	—0,0869	—0,1808	—0,1876	—0,1406	—0,0295
0,10	1,50	3,5663	0,2123	—0,1276	—0,0886	—0,1870	—0,1947	—0,1461	—0,0306
0,10	2,00	3,7640	0,2119	—0,1335	—0,0910	—0,1955	—0,2043	—0,1537	—0,0323
0,10	4,00	4,1055	0,2114	—0,1438	—0,0951	—0,2103	—0,2209	—0,1668	—0,0351
0,10	10,00	4,3417	0,2111	—0,1509	—0,0979	—0,2205	—0,2324	—0,1759	—0,0371
0,50	0,10	0,9546	0,4406	—0,0376	—0,0546	—0,0629	—0,0495	—0,0255	—0,0037
0,50	0,50	2,8178	0,3752	—0,0738	—0,0731	—0,1247	—0,1101	—0,0603	—0,0093
0,50	1,00	3,7318	0,3669	—0,0916	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0773	—0,0120
0,50	1,25	3,9908	0,3653	—0,0966	—0,0848	—0,1636	—0,1482	—0,0822	—0,0128
0,50	1,50	4,1844	0,3642	—0,1004	—0,0867	—0,1700	—0,1545	—0,0858	—0,0133
0,50	2,00	4,4547	0,3628	—0,1056	—0,0894	—0,1790	—0,1633	—0,0908	—0,0141
0,50	4,00	4,9326	0,3608	—0,1149	—0,0941	—0,1949	—0,1788	—0,0997	—0,0156
0,50	10,00	5,2720	0,3595	—0,1215	—0,0975	—0,2061	—0,1899	—0,1061	—0,0166
1,00	0,10	0,9834	0,6204	—0,0340	—0,0535	—0,0584	—0,0431	—0,0203	—0,0028
1,00	0,50	2,9789	0,5135	—0,0666	—0,0717	—0,1170	—0,0973	—0,0485	—0,0069
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,2947	0,4973	—0,0881	—0,0837	—0,1557	—0,1330	—0,0672	—0,0096
1,00	1,50	4,5165	0,4955	—0,0918	—0,0857	—0,1622	—0,1390	—0,0703	—0,0101
1,00	2,00	4,8284	0,4932	—0,0969	—0,0885	—0,1713	—0,1475	—0,0747	—0,0107
1,00	4,00	5,3864	0,4899	—0,1060	—0,0936	—0,1877	—0,1626	—0,0826	—0,0119
1,00	10,00	5,7878	0,4878	—0,1126	—0,0972	—0,1995	—0,1735	—0,0883	—0,0127
1,25	0,10	0,9942	0,6887	—0,0327	—0,0531	—0,0567	—0,0408	—0,0186	—0,0025
1,25	0,50	3,0402	0,5662	—0,0642	—0,0712	—0,1142	—0,0927	—0,0448	—0,0063
1,25	1,00	4,1033	0,5508	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1197	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,4122	0,5477	—0,0852	—0,0833	—0,1526	—0,1275	—0,0624	—0,0088
1,25	1,50	4,6454	0,5456	—0,0888	—0,0853	—0,1592	—0,1334	—0,0654	—0,0092
1,25	2,00	4,9742	0,5430	—0,0939	—0,0882	—0,1684	—0,1417	—0,0696	—0,0098
1,25	4,00	5,5650	0,5391	—0,1029	—0,0934	—0,1850	—0,1567	—0,0772	—0,0109
1,25	10,00	5,9922	0,5368	—0,1095	—0,0972	—0,1969	—0,1676	—0,0827	—0,0116

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

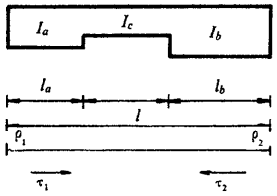
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	1,0036	0,7468	—0,0317	—0,0527	—0,0553	—0,0388	—0,0172	—0,0023
1,50	0,50	3,0934	0,6113	—0,0621	—0,0707	—0,1117	—0,0888	—0,0418	—0,0057
1,50	1,00	4,1939	0,5941	—0,0781	—0,0801	—0,1414	—0,1150	—0,0547	—0,0076
1,50	1,25	4,5155	0,5907	—0,0828	—0,0829	—0,1500	—0,1227	—0,0585	—0,0081
1,50	1,50	4,7589	0,5884	—0,0863	—0,0850	—0,1566	—0,1285	—0,0613	—0,0085
1,50	2,00	5,1028	0,5855	—0,0913	—0,0879	—0,1658	—0,1368	—0,0654	—0,0091
1,50	4,00	5,7234	0,5812	—0,1003	—0,0932	—0,1826	—0,1516	—0,0726	—0,0101
1,50	10,00	6,1741	0,5786	—0,1069	—0,0971	—0,1947	—0,1623	—0,0779	—0,0108
2,00	0,10	1,0188	0,8406	—0,0300	—0,0522	—0,0531	—0,0357	—0,0150	—0,0020
2,00	0,50	3,1818	0,6840	—0,0587	—0,0700	—0,1076	—0,0823	—0,0369	—0,0050
2,00	1,00	4,3461	0,6642	—0,0742	—0,0795	—0,1370	—0,1074	—0,0487	—0,0066
2,00	1,25	4,6897	0,6602	—0,0787	—0,0823	—0,1456	—0,1148	—0,0521	—0,0071
2,00	1,50	4,9508	0,6576	—0,0822	—0,0844	—0,1522	—0,1204	—0,0548	—0,0075
2,00	2,00	5,3212	0,6542	—0,0871	—0,0874	—0,1615	—0,1284	—0,0585	—0,0080
2,00	4,00	5,9941	0,6493	—0,0960	—0,0929	—0,1785	—0,1429	—0,0653	—0,0089
2,00	10,00	6,4865	0,6463	—0,1026	—0,0969	—0,1909	—0,1535	—0,0703	—0,0096
4,00	0,10	1,0551	1,0557	—0,0261	—0,0509	—0,0477	—0,0283	—0,0101	—0,0013
4,00	0,50	3,4019	0,8519	—0,0506	—0,0681	—0,0976	—0,0666	—0,0255	—0,0034
4,00	1,00	4,7345	0,8260	—0,0645	—0,0778	—0,1259	—0,0883	—0,0343	—0,0045
4,00	1,25	5,1377	0,8208	—0,0687	—0,0807	—0,1344	—0,0949	—0,0369	—0,0049
4,00	1,50	5,4470	0,8174	—0,0719	—0,0829	—0,1410	—0,0999	—0,0390	—0,0052
4,00	2,00	5,8906	0,8130	—0,0766	—0,0862	—0,1504	—0,1071	—0,0419	—0,0055
4,00	4,00	6,7108	0,8065	—0,0851	—0,0921	—0,1678	—0,1205	—0,0473	—0,0063
4,00	10,00	7,3230	0,8026	—0,0915	—0,0966	—0,1808	—0,1305	—0,0513	—0,0068
10,00	0,10	1,0928	1,2660	—0,0220	—0,0495	—0,0421	—0,0207	—0,0051	—0,0007
10,00	0,50	3,6466	1,0173	—0,0418	—0,0660	—0,0864	—0,0493	—0,0134	—0,0017
10,00	1,00	5,1839	0,9856	—0,0536	—0,0758	—0,1130	—0,0664	—0,0184	—0,0024
10,00	1,25	5,6623	0,9792	—0,0573	—0,0788	—0,1213	—0,0718	—0,0199	—0,0026
10,00	1,50	6,0337	0,9749	—0,0601	—0,0812	—0,1278	—0,0759	—0,0211	—0,0027
10,00	2,00	6,5728	0,9696	—0,0643	—0,0846	—0,1371	—0,0820	—0,0229	—0,0030
10,00	4,00	7,5911	0,9616	—0,0721	—0,0911	—0,1547	—0,0933	—0,0261	—0,0034
10,00	10,00	8,3696	0,9568	—0,0781	—0,0961	—0,1682	—0,1020	—0,0287	—0,0037



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,5887	0,2777	—0,0531	—0,0718	—0,0875	—0,0679	—0,0397	—0,0069
0,10	0,50	2,1499	0,2202	—0,0912	—0,0794	—0,1378	—0,1332	—0,0950	—0,0193
0,10	1,00	3,2273	0,2129	—0,1174	—0,0845	—0,1724	—0,1781	—0,1331	—0,0278
0,10	1,25	3,5872	0,2115	—0,1261	—0,0862	—0,1839	—0,1932	—0,1458	—0,0307
0,10	1,50	3,8754	0,2105	—0,1331	—0,0876	—0,1932	—0,2052	—0,1560	—0,0330
0,10	2,00	4,3081	0,2093	—0,1437	—0,0897	—0,2071	—0,2232	—0,1713	—0,0364
0,10	4,00	5,1751	0,2075	—0,1648	—0,0938	—0,2349	—0,2594	—0,2020	—0,0433
0,10	10,00	5,8861	0,2064	—0,1821	—0,0972	—0,2577	—0,2891	—0,2271	—0,0489
0,50	0,10	0,6317	0,6223	—0,0453	—0,0701	—0,0795	—0,0552	—0,0262	—0,0036
0,50	0,50	2,3935	0,3964	—0,0717	—0,0772	—0,1227	—0,1035	—0,0553	—0,0084
0,50	1,00	3,7318	0,3669	—0,0916	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0773	—0,0120
0,50	1,25	4,2036	0,3610	—0,0986	—0,0839	—0,1664	—0,1526	—0,0851	—0,0133
0,50	1,50	4,5911	0,3570	—0,1043	—0,0854	—0,1757	—0,1631	—0,0915	—0,0143
0,50	2,00	5,1895	0,3521	—0,1132	—0,0876	—0,1901	—0,1793	—0,1013	—0,0159
0,50	4,00	6,4530	0,3446	—0,1319	—0,0923	—0,2206	—0,2136	—0,1221	—0,0193
0,50	10,00	7,5586	0,3402	—0,1482	—0,0964	—0,2472	—0,2436	—0,1402	—0,0223
1,00	0,10	0,6640	0,9030	—0,0416	—0,0689	—0,0747	—0,0486	—0,0213	—0,0028
1,00	0,50	2,5301	0,5476	—0,0652	—0,0760	—0,1156	—0,0916	—0,0447	—0,0063
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,5296	0,4904	—0,0899	—0,0828	—0,1583	—0,1370	—0,0696	—0,0100
1,00	1,50	4,9690	0,4840	—0,0953	—0,0843	—0,1676	—0,1470	—0,0750	—0,0108
1,00	2,00	5,6559	0,4759	—0,1037	—0,0866	—0,1823	—0,1625	—0,0836	—0,0121
1,00	4,00	7,1395	0,4638	—0,1220	—0,0915	—0,2138	—0,1962	—0,1020	—0,0148
1,00	10,00	8,4765	0,4565	—0,1384	—0,0960	—0,2422	—0,2265	—0,1186	—0,0173
1,25	0,10	0,6765	1,0062	—0,0403	—0,0684	—0,0728	—0,0462	—0,0196	—0,0025
1,25	0,50	2,5825	0,6051	—0,0629	—0,0756	—0,1130	—0,0873	—0,0413	—0,0057
1,25	1,00	4,1033	0,5508	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1197	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,6557	0,5398	—0,0869	—0,0823	—0,1552	—0,1314	—0,0647	—0,0091
1,25	1,50	5,1156	0,5325	—0,0922	—0,0838	—0,1646	—0,1411	—0,0698	—0,0099
1,25	2,00	5,8379	0,5232	—0,1005	—0,0861	—0,1792	—0,1564	—0,0780	—0,0110
1,25	4,00	7,4115	0,5094	—0,1186	—0,0912	—0,2112	—0,1898	—0,0956	—0,0136
1,25	10,00	8,8457	0,5010	—0,1351	—0,0958	—0,2403	—0,2202	—0,1118	—0,0160

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

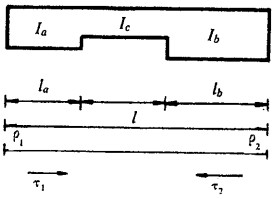
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6873	1,0926	—0,0391	—0,0680	—0,0713	—0,0441	—0,0182	—0,0023
1,50	0,50	2,6280	0,6540	—0,0610	—0,0752	—0,1107	—0,0837	—0,0385	—0,0052
1,50	1,00	4,1939	0,5941	—0,0781	—0,0801	—0,1414	—0,1150	—0,0547	—0,0076
1,50	1,25	4,7664	0,5820	—0,0843	—0,0819	—0,1525	—0,1265	—0,0606	—0,0084
1,50	1,50	5,2447	0,5739	—0,0896	—0,0834	—0,1619	—0,1361	—0,0655	—0,0091
1,50	2,00	5,9988	0,5637	—0,0978	—0,0858	—0,1766	—0,1511	—0,0733	—0,0102
1,50	4,00	7,6543	0,5484	—0,1158	—0,0909	—0,2089	—0,1842	—0,0904	—0,0127
1,50	10,00	9,1781	0,5392	—0,1323	—0,0956	—0,2386	—0,2146	—0,1061	—0,0149
2,00	0,10	0,7051	1,2293	—0,0373	—0,0674	—0,0687	—0,0407	—0,0160	—0,0020
2,00	0,50	2,7039	0,7329	—0,0579	—0,0745	—0,1069	—0,0777	—0,0340	—0,0046
2,00	1,00	4,3461	0,6642	—0,0742	—0,0795	—0,1370	—0,1074	—0,0487	—0,0066
2,00	1,25	4,9533	0,6502	—0,0802	—0,0813	—0,1481	—0,1184	—0,0541	—0,0074
2,00	1,50	5,4635	0,6409	—0,0852	—0,0828	—0,1574	—0,1276	—0,0586	—0,0080
2,00	2,00	6,2731	0,6292	—0,0932	—0,0852	—0,1721	—0,1422	—0,0658	—0,0090
2,00	4,00	8,0734	0,6116	—0,1110	—0,0905	—0,2049	—0,1747	—0,0818	—0,0113
2,00	10,00	9,7590	0,6009	—0,1276	—0,0954	—0,2356	—0,2051	—0,0968	—0,0134
4,00	0,10	0,7475	1,5313	—0,0330	—0,0658	—0,0625	—0,0327	—0,0107	—0,0014
4,00	0,50	2,8924	0,9141	—0,0504	—0,0729	—0,0975	—0,0630	—0,0235	—0,0031
4,00	1,00	4,7345	0,8260	—0,0645	—0,0778	—0,1259	—0,0883	—0,0343	—0,0045
4,00	1,25	5,4350	0,8081	—0,0699	—0,0796	—0,1366	—0,0979	—0,0384	—0,0051
4,00	1,50	6,0321	0,7960	—0,0744	—0,0811	—0,1457	—0,1061	—0,0418	—0,0056
4,00	2,00	6,9955	0,7809	—0,0818	—0,0835	—0,1604	—0,1193	—0,0474	—0,0063
4,00	4,00	9,2118	0,7581	—0,0987	—0,0892	—0,1942	—0,1496	—0,0603	—0,0081
4,00	10,00	11,3847	0,7443	—0,1152	—0,0946	—0,2273	—0,1793	—0,0730	—0,0098
10,00	0,10	0,7915	1,8115	—0,0285	—0,0641	—0,0562	—0,0244	—0,0055	—0,0007
10,00	0,50	3,1014	1,0914	—0,0422	—0,0711	—0,0872	—0,0469	—0,0123	—0,0016
10,00	1,00	5,1839	0,9856	—0,0536	—0,0758	—0,1130	—0,0664	—0,0184	—0,0024
10,00	1,25	6,0016	0,9639	—0,0580	—0,0776	—0,1231	—0,0741	—0,0207	—0,0027
10,00	1,50	6,7100	0,9493	—0,0619	—0,0791	—0,1318	—0,0807	—0,0228	—0,0030
10,00	2,00	7,8766	0,9311	—0,0682	—0,0816	—0,1462	—0,0916	—0,0262	—0,0034
10,00	4,00	10,6745	0,9034	—0,0833	—0,0875	—0,1805	—0,1177	—0,0343	—0,0045
10,00	10,00	13,5843	0,8867	—0,0990	—0,0936	—0,2162	—0,1448	—0,0427	—0,0056



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,4746	0,3415	—0,0636	—0,0773	—0,1151	—0,0828	—0,0443	—0,0070
0,10	0,50	1,9477	0,2277	—0,0926	—0,0813	—0,1462	—0,1341	—0,0919	—0,0182
0,10	1,00	3,2273	0,2129	—0,1174	—0,0845	—0,1724	—0,1781	—0,1331	—0,0278
0,10	1,25	3,7172	0,2100	—0,1268	—0,0857	—0,1824	—0,1950	—0,1488	—0,0315
0,10	1,50	4,1361	0,2080	—0,1349	—0,0868	—0,1909	—0,2094	—0,1623	—0,0347
0,10	2,00	4,8149	0,2055	—0,1481	—0,0884	—0,2047	—0,2327	—0,1841	—0,0398
0,10	4,00	6,3893	0,2018	—0,1785	—0,0923	—0,2368	—0,2867	—0,2347	—0,0517
0,10	10,00	7,9507	0,1996	—0,2086	—0,0962	—0,2685	—0,3403	—0,2848	—0,0634
0,50	0,10	0,5332	0,8316	—0,0549	—0,0750	—0,1040	—0,0685	—0,0311	—0,0041
0,50	0,50	2,1746	0,4252	—0,0746	—0,0793	—0,1322	—0,1063	—0,0553	—0,0082
0,50	1,00	3,7318	0,3669	—0,0916	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0773	—0,0120
0,50	1,25	4,3643	0,3550	—0,0984	—0,0833	—0,1642	—0,1534	—0,0862	—0,0135
0,50	1,50	4,9223	0,3471	—0,1045	—0,0843	—0,1722	—0,1653	—0,0941	—0,0149
0,50	2,00	5,8622	0,3371	—0,1146	—0,0860	—0,1857	—0,1854	—0,1073	—0,0171
0,50	4,00	8,2289	0,3220	—0,1401	—0,0902	—0,2197	—0,2359	—0,1406	—0,0229
0,50	10,00	10,8738	0,3129	—0,1685	—0,0948	—0,2575	—0,2923	—0,1777	—0,0293
1,00	0,10	0,5803	1,1842	—0,0498	—0,0731	—0,0959	—0,0595	—0,0252	—0,0032
1,00	0,50	2,3129	0,5920	—0,0681	—0,0781	—0,1250	—0,0944	—0,0450	—0,0062
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,6986	0,4810	—0,0895	—0,0821	—0,1559	—0,1375	—0,0704	—0,0101
1,00	1,50	5,3215	0,4682	—0,0951	—0,0831	—0,1638	—0,1487	—0,0770	—0,0112
1,00	2,00	6,3849	0,4521	—0,1045	—0,0848	—0,1772	—0,1677	—0,0882	—0,0129
1,00	4,00	9,1447	0,4277	—0,1288	—0,0891	—0,2118	—0,2169	—0,1172	—0,0174
1,00	10,00	12,3757	0,4128	—0,1572	—0,0941	—0,2522	—0,2744	—0,1512	—0,0226
1,25	0,10	0,5982	1,3048	—0,0479	—0,0724	—0,0929	—0,0562	—0,0231	—0,0029
1,25	0,50	2,3666	0,6548	—0,0658	—0,0776	—0,1223	—0,0901	—0,0417	—0,0057
1,25	1,00	4,1033	0,5508	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1197	—0,0583	—0,0082
1,25	1,25	4,8273	0,5292	—0,0865	—0,0817	—0,1528	—0,1318	—0,0654	—0,0092
1,25	1,50	5,4753	0,5147	—0,0919	—0,0827	—0,1606	—0,1427	—0,0716	—0,0102
1,25	2,00	6,5867	0,4963	—0,1010	—0,0844	—0,1740	—0,1613	—0,0822	—0,0118
1,25	4,00	9,5029	0,4684	—0,1250	—0,0887	—0,2088	—0,2099	—0,1100	—0,0159
1,25	10,00	12,9764	0,4515	—0,1534	—0,0938	—0,2501	—0,2678	—0,1431	—0,0209

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

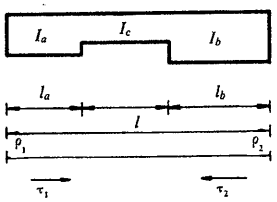
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6135	1,4023	—0,0463	—0,0718	—0,0903	—0,0534	—0,0214	—0,0027
1,50	0,50	2,4134	0,7079	—0,0639	—0,0772	—0,1199	—0,0864	—0,0389	—0,0052
1,50	1,00	4,1939	0,5941	—0,0781	—0,0801	—0,1414	—0,1150	—0,0547	—0,0076
1,50	1,25	4,9403	0,5704	—0,0839	—0,0813	—0,1501	—0,1269	—0,0613	—0,0085
1,50	1,50	5,6105	0,5544	—0,0892	—0,0823	—0,1578	—0,1375	—0,0672	—0,0094
1,50	2,00	6,7647	0,5342	—0,0981	—0,0840	—0,1711	—0,1557	—0,0773	—0,0109
1,50	4,00	9,8223	0,5035	—0,1217	—0,0883	—0,2061	—0,2039	—0,1040	—0,0148
1,50	10,00	13,5197	0,4847	—0,1502	—0,0936	—0,2482	—0,2620	—0,1364	—0,0196
2,00	0,10	0,6382	1,5506	—0,0437	—0,0708	—0,0861	—0,0488	—0,0186	—0,0023
2,00	0,50	2,4915	0,7931	—0,0607	—0,0766	—0,1160	—0,0803	—0,0344	—0,0046
2,00	1,00	4,3461	0,6642	—0,0742	—0,0795	—0,1370	—0,1074	—0,0487	—0,0066
2,00	1,25	5,1309	0,6371	—0,0797	—0,0806	—0,1455	—0,1187	—0,0547	—0,0075
2,00	1,50	5,8393	0,6189	—0,0847	—0,0816	—0,1532	—0,1289	—0,0600	—0,0082
2,00	2,00	7,0677	0,5957	—0,0933	—0,0833	—0,1664	—0,1464	—0,0694	—0,0096
2,00	4,00	10,3741	0,5605	—0,1164	—0,0877	—0,2015	—0,1935	—0,0944	—0,0132
2,00	10,00	14,4775	0,5389	—0,1449	—0,0931	—0,2449	—0,2519	—0,1254	—0,0176
4,00	0,10	0,6954	1,8540	—0,0378	—0,0685	—0,0764	—0,0384	—0,0123	—0,0015
4,00	0,50	2,6860	0,9864	—0,0531	—0,0749	—0,1063	—0,0654	—0,0238	—0,0031
4,00	1,00	4,7345	0,8260	—0,0645	—0,0778	—0,1259	—0,0883	—0,0343	—0,0045
4,00	1,25	5,6215	0,7919	—0,0693	—0,0789	—0,1339	—0,0980	—0,0387	—0,0051
4,00	1,50	6,4331	0,7687	—0,0736	—0,0798	—0,1411	—0,1069	—0,0428	—0,0057
4,00	2,00	7,8652	0,7392	—0,0812	—0,0815	—0,1538	—0,1224	—0,0500	—0,0067
4,00	4,00	11,8853	0,6940	—0,1024	—0,0860	—0,1889	—0,1659	—0,0701	—0,0095
4,00	10,00	17,2386	0,6663	—0,1305	—0,0919	—0,2354	—0,2237	—0,0969	—0,0132
10,00	0,10	0,7522	2,1096	—0,0320	—0,0663	—0,0668	—0,0281	—0,0061	—0,0008
10,00	0,50	2,9018	1,1724	—0,0447	—0,0731	—0,0956	—0,0490	—0,0125	—0,0016
10,00	1,00	5,1839	0,9856	—0,0536	—0,0758	—0,1130	—0,0664	—0,0184	—0,0024
10,00	1,25	6,1985	0,9452	—0,0573	—0,0768	—0,1203	—0,0740	—0,0209	—0,0027
10,00	1,50	7,1413	0,9177	—0,0607	—0,0777	—0,1268	—0,0810	—0,0233	—0,0030
10,00	2,00	8,8404	0,8826	—0,0669	—0,0793	—0,1385	—0,0935	—0,0276	—0,0036
10,00	4,00	13,8655	0,8284	—0,0848	—0,0837	—0,1725	—0,1302	—0,0403	—0,0053
10,00	10,00	21,2094	0,7950	—0,1107	—0,0900	—0,2217	—0,1837	—0,0587	—0,0078



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}30$

b	a	p_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,4254	0,4081	—0,0732	—0,0797	—0,1355	—0,1005	—0,0512	—0,0077
0,10	0,50	1,8318	0,2362	—0,0961	—0,0824	—0,1555	—0,1407	—0,0928	—0,0179
0,10	1,00	3,2273	0,2129	—0,1174	—0,0845	—0,1724	—0,1781	—0,1331	—0,0278
0,10	1,25	3,8118	0,2082	—0,1262	—0,0854	—0,1794	—0,1938	—0,1499	—0,0320
0,10	1,50	4,3364	0,2051	—0,1342	—0,0861	—0,1856	—0,2078	—0,1650	—0,0358
0,10	2,00	5,2390	0,2011	—0,1478	—0,0874	—0,1963	—0,2318	—0,1910	—0,0422
0,10	4,00	7,6250	0,1952	—0,1839	—0,0908	—0,2245	—0,2954	—0,2597	—0,0592
0,10	10,00	10,5007	0,1916	—0,2273	—0,0950	—0,2584	—0,3720	—0,3424	—0,0798
0,50	0,10	0,5058	0,9816	—0,0611	—0,0764	—0,1175	—0,0798	—0,0357	—0,0046
0,50	0,50	2,0635	0,4555	—0,0785	—0,0804	—0,1413	—0,1131	—0,0576	—0,0084
0,50	1,00	3,7318	0,3669	—0,0916	—0,0822	—0,1550	—0,1398	—0,0773	—0,0120
0,50	1,25	4,4733	0,3484	—0,0972	—0,0829	—0,1607	—0,1513	—0,0860	—0,0136
0,50	1,50	5,1620	0,3358	—0,1024	—0,0836	—0,1658	—0,1620	—0,0940	—0,0150
0,50	2,00	6,4020	0,3200	—0,1116	—0,0847	—0,1750	—0,1810	—0,1083	—0,0177
0,50	4,00	10,0610	0,2958	—0,1388	—0,0880	—0,2015	—0,2370	—0,1505	—0,0254
0,50	10,00	15,3834	0,2811	—0,1780	—0,0926	—0,2396	—0,3180	—0,2118	—0,0367
1,00	0,10	0,5660	1,3223	—0,0535	—0,0739	—0,1044	—0,0662	—0,0278	—0,0035
1,00	0,50	2,2148	0,6353	—0,0716	—0,0791	—0,1333	—0,1004	—0,0470	—0,0064
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,8049	0,4708	—0,0883	—0,0817	—0,1525	—0,1356	—0,0700	—0,0101
1,00	1,50	5,5592	0,4510	—0,0929	—0,0824	—0,1574	—0,1453	—0,0765	—0,0112
1,00	2,00	6,9341	0,4256	—0,1012	—0,0835	—0,1662	—0,1630	—0,0883	—0,0131
1,00	4,00	11,1215	0,3866	—0,1260	—0,0867	—0,1922	—0,2161	—0,1241	—0,0189
1,00	10,00	17,5873	0,3625	—0,1639	—0,0916	—0,2316	—0,2977	—0,1790	—0,0279
1,25	0,10	0,5875	1,4277	—0,0508	—0,0730	—0,0998	—0,0614	—0,0251	—0,0032
1,25	0,50	2,2737	0,7017	—0,0691	—0,0786	—0,1302	—0,0958	—0,0435	—0,0059
1,25	1,00	4,1033	0,5508	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1197	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,9320	0,5179	—0,0853	—0,0813	—0,1494	—0,1299	—0,0650	—0,0092
1,25	1,50	5,7107	0,4954	—0,0897	—0,0819	—0,1543	—0,1394	—0,0711	—0,0102
1,25	2,00	7,1357	0,4667	—0,0977	—0,0830	—0,1630	—0,1565	—0,0822	—0,0119
1,25	4,00	11,5219	0,4221	—0,1218	—0,0863	—0,1888	—0,2087	—0,1161	—0,0173
1,25	10,00	18,4347	0,3946	—0,1594	—0,0912	—0,2286	—0,2903	—0,1693	—0,0257

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

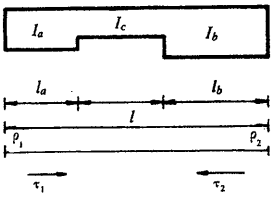
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}30$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6053	1,5092	—0,0486	—0,0723	—0,0960	—0,0574	—0,0228	—0,0029
1,50	0,50	2,3251	0,7574	—0,0670	—0,0781	—0,1275	—0,0918	—0,0406	—0,0054
1,50	1,00	4,1939	0,5941	—0,0781	—0,0801	—0,1414	—0,1150	—0,0547	—0,0076
1,50	1,25	5,0433	0,5582	—0,0827	—0,0809	—0,1467	—0,1250	—0,0609	—0,0085
1,50	1,50	5,8435	0,5336	—0,0870	—0,0815	—0,1516	—0,1342	—0,0667	—0,0094
1,50	2,00	7,3127	0,5020	—0,0947	—0,0826	—0,1602	—0,1510	—0,0772	—0,0110
1,50	4,00	11,8753	0,4529	—0,1183	—0,0859	—0,1858	—0,2023	—0,1096	—0,0160
1,50	10,00	19,1939	0,4224	—0,1556	—0,0909	—0,2259	—0,2838	—0,1613	—0,0240
2,00	0,10	0,6330	1,6273	—0,0452	—0,0711	—0,0900	—0,0513	—0,0194	—0,0024
2,00	0,50	2,4106	0,8457	—0,0636	—0,0774	—0,1231	—0,0851	—0,0359	—0,0047
2,00	1,00	4,3461	0,6642	—0,0742	—0,0795	—0,1370	—0,1074	—0,0487	—0,0066
2,00	1,25	5,2310	0,6237	—0,0786	—0,0802	—0,1423	—0,1169	—0,0543	—0,0074
2,00	1,50	6,0678	0,5957	—0,0826	—0,0808	—0,1470	—0,1257	—0,0595	—0,0082
2,00	2,00	7,6125	0,5598	—0,0900	—0,0820	—0,1554	—0,1417	—0,0692	—0,0097
2,00	4,00	12,4809	0,5036	—0,1125	—0,0852	—0,1807	—0,1914	—0,0992	—0,0141
2,00	10,00	20,5247	0,4685	—0,1492	—0,0902	—0,2212	—0,2726	—0,1485	—0,0215
4,00	0,10	0,6925	1,8491	—0,0379	—0,0687	—0,0772	—0,0381	—0,0122	—0,0015
4,00	0,50	2,6223	1,0416	—0,0553	—0,0756	—0,1122	—0,0690	—0,0247	—0,0032
4,00	1,00	4,7345	0,8260	—0,0645	—0,0778	—0,1259	—0,0883	—0,0343	—0,0045
4,00	1,25	5,7139	0,7762	—0,0682	—0,0785	—0,1308	—0,0964	—0,0385	—0,0051
4,00	1,50	6,6488	0,7416	—0,0717	—0,0791	—0,1353	—0,1040	—0,0424	—0,0057
4,00	2,00	8,3983	0,6965	—0,0779	—0,0802	—0,1431	—0,1180	—0,0498	—0,0067
4,00	4,00	14,1247	0,6249	—0,0977	—0,0833	—0,1669	—0,1625	—0,0735	—0,0101
4,00	10,00	24,3672	0,5796	—0,1322	—0,0885	—0,2077	—0,2410	—0,1156	—0,0160
10,00	0,10	0,7457	2,0177	—0,0313	—0,0665	—0,0657	—0,0264	—0,0058	—0,0007
10,00	0,50	2,8545	1,2245	—0,0463	—0,0736	—0,1002	—0,0515	—0,0129	—0,0016
10,00	1,00	5,1839	0,9856	—0,0536	—0,0758	—0,1130	—0,0664	—0,0184	—0,0024
10,00	1,25	6,2817	0,9285	—0,0564	—0,0765	—0,1175	—0,0727	—0,0208	—0,0027
10,00	1,50	7,3414	0,8884	—0,0590	—0,0771	—0,1213	—0,0785	—0,0231	—0,0030
10,00	2,00	9,3566	0,8357	—0,0637	—0,0780	—0,1281	—0,0893	—0,0275	—0,0036
10,00	4,00	16,2696	0,7508	—0,0790	—0,0808	—0,1490	—0,1252	—0,0421	—0,0056
10,00	10,00	30,0079	0,6961	—0,1084	—0,0858	—0,1879	—0,1951	—0,0711	—0,0096



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

b	a	p_1	$-\tau_1$	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,8799	0,2740	—0,0552	—0,0579	—0,0792	—0,0789	—0,0581	—0,0102
0,10	0,50	2,3065	0,2604	—0,1128	—0,0779	—0,1550	—0,1748	—0,1394	—0,0252
0,10	1,00	2,8933	0,2587	—0,1365	—0,0861	—0,1862	—0,2142	—0,1729	—0,0314
0,10	1,25	3,0484	0,2583	—0,1428	—0,0883	—0,1944	—0,2246	—0,1818	—0,0330
0,10	1,50	3,1614	0,2581	—0,1473	—0,0899	—0,2004	—0,2322	—0,1882	—0,0342
0,10	2,00	3,3150	0,2578	—0,1535	—0,0921	—0,2086	—0,2426	—0,1970	—0,0358
0,10	4,00	3,5756	0,2574	—0,1640	—0,0957	—0,2224	—0,2601	—0,2119	—0,0385
0,10	10,00	3,7527	0,2572	—0,1712	—0,0982	—0,2318	—0,2720	—0,2220	—0,0404
0,50	0,10	0,9541	0,4473	—0,0379	—0,0546	—0,0631	—0,0500	—0,0260	—0,0038
0,50	0,50	2,8083	0,3866	—0,0750	—0,0732	—0,1255	—0,1122	—0,0627	—0,0096
0,50	1,00	3,7136	0,3789	—0,0931	—0,0823	—0,1559	—0,1425	—0,0806	—0,0124
0,50	1,25	3,9696	0,3774	—0,0982	—0,0849	—0,1645	—0,1511	—0,0856	—0,0132
0,50	1,50	4,1609	0,3764	—0,1020	—0,0868	—0,1710	—0,1575	—0,0894	—0,0138
0,50	2,00	4,4277	0,3751	—0,1073	—0,0894	—0,1799	—0,1664	—0,0947	—0,0146
0,50	4,00	4,8988	0,3732	—0,1167	—0,0942	—0,1958	—0,1822	—0,1040	—0,0160
0,50	10,00	5,2330	0,3720	—0,1234	—0,0975	—0,2070	—0,1934	—0,1106	—0,0171
1,00	0,10	0,9834	0,6204	—0,0340	—0,0535	—0,0584	—0,0431	—0,0203	—0,0028
1,00	0,50	2,9789	0,5135	—0,0666	—0,0717	—0,1170	—0,0973	—0,0485	—0,0069
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,2947	0,4973	—0,0881	—0,0837	—0,1557	—0,1330	—0,0672	—0,0096
1,00	1,50	4,5165	0,4955	—0,0918	—0,0857	—0,1622	—0,1390	—0,0703	—0,0101
1,00	2,00	4,8284	0,4932	—0,0969	—0,0885	—0,1713	—0,1475	—0,0747	—0,0107
1,00	4,00	5,3864	0,4899	—0,1060	—0,0936	—0,1877	—0,1626	—0,0826	—0,0119
1,00	10,00	5,7878	0,4878	—0,1126	—0,0972	—0,1995	—0,1735	—0,0883	—0,0127
1,25	0,10	0,9945	0,6933	—0,0328	—0,0531	—0,0567	—0,0408	—0,0188	—0,0025
1,25	0,50	3,0406	0,5672	—0,0642	—0,0712	—0,1142	—0,0927	—0,0449	—0,0063
1,25	1,00	4,1040	0,5512	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1196	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,4130	0,5480	—0,0852	—0,0833	—0,1526	—0,1275	—0,0625	—0,0088
1,25	1,50	4,6463	0,5459	—0,0888	—0,0853	—0,1592	—0,1334	—0,0655	—0,0092
1,25	2,00	4,9751	0,5433	—0,0939	—0,0882	—0,1684	—0,1417	—0,0697	—0,0098
1,25	4,00	5,5662	0,5393	—0,1029	—0,0934	—0,1849	—0,1567	—0,0772	—0,0109
1,25	10,00	5,9936	0,5369	—0,1095	—0,0972	—0,1969	—0,1675	—0,0827	—0,0116

Vigas de inercia variable de tres tramos empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

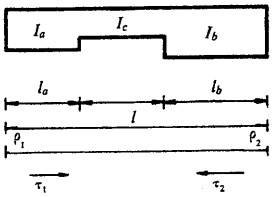
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	1,0043	0,7588	—0,0318	—0,0527	—0,0553	—0,0390	—0,0176	—0,0023
1,50	0,50	3,0948	0,6156	—0,0622	—0,0707	—0,1117	—0,0889	—0,0422	—0,0058
1,50	1,00	4,1959	0,5975	—0,0782	—0,0801	—0,1413	—0,1152	—0,0551	—0,0076
1,50	1,25	4,5178	0,5938	—0,0829	—0,0829	—0,1500	—0,1228	—0,0589	—0,0081
1,50	1,50	4,7613	0,5914	—0,0864	—0,0850	—0,1566	—0,1286	—0,0617	—0,0085
1,50	2,00	5,1055	0,5884	—0,0914	—0,0879	—0,1658	—0,1369	—0,0658	—0,0091
1,50	4,00	5,7266	0,5839	—0,1004	—0,0932	—0,1826	—0,1517	—0,0731	—0,0101
1,50	10,00	6,1777	0,5811	—0,1070	—0,0971	—0,1947	—0,1624	—0,0784	—0,0109
2,00	0,10	1,0211	0,8720	—0,0302	—0,0521	—0,0530	—0,0359	—0,0157	—0,0021
2,00	0,50	3,1881	0,6995	—0,0590	—0,0699	—0,1075	—0,0826	—0,0380	—0,0051
2,00	1,00	4,3553	0,6776	—0,0745	—0,0794	—0,1369	—0,1078	—0,0500	—0,0068
2,00	1,25	4,6999	0,6732	—0,0791	—0,0822	—0,1456	—0,1152	—0,0535	—0,0073
2,00	1,50	4,9618	0,6703	—0,0826	—0,0844	—0,1521	—0,1209	—0,0562	—0,0076
2,00	2,00	5,3333	0,6667	—0,0875	—0,0874	—0,1615	—0,1289	—0,0600	—0,0081
2,00	4,00	6,0086	0,6612	—0,0965	—0,0929	—0,1785	—0,1434	—0,0669	—0,0091
2,00	10,00	6,5028	0,6579	—0,1030	—0,0969	—0,1909	—0,1541	—0,0720	—0,0098
4,00	0,10	1,0671	1,1734	—0,0260	—0,0505	—0,0467	—0,0280	—0,0115	—0,0015
4,00	0,50	3,4496	0,9249	—0,0508	—0,0677	—0,0962	—0,0663	—0,0284	—0,0037
4,00	1,00	4,8131	0,8932	—0,0650	—0,0775	—0,1244	—0,0882	—0,0381	—0,0050
4,00	1,25	5,2271	0,8868	—0,0693	—0,0804	—0,1330	—0,0949	—0,0411	—0,0054
4,00	1,50	5,5454	0,8826	—0,0726	—0,0827	—0,1396	—0,1000	—0,0433	—0,0057
4,00	2,00	6,0024	0,8773	—0,0773	—0,0859	—0,1491	—0,1073	—0,0466	—0,0061
4,00	4,00	6,8497	0,8693	—0,0861	—0,0920	—0,1666	—0,1209	—0,0526	—0,0069
4,00	10,00	7,4840	0,8645	—0,0927	—0,0965	—0,1798	—0,1311	—0,0571	—0,0075
10,00	0,10	1,1275	1,5412	—0,0209	—0,0484	—0,0386	—0,0180	—0,0065	—0,0008
10,00	0,50	3,8200	1,2038	—0,0400	—0,0646	—0,0803	—0,0442	—0,0169	—0,0022
10,00	1,00	5,4942	1,1603	—0,0518	—0,0745	—0,1062	—0,0605	—0,0233	—0,0030
10,00	1,25	6,0236	1,1516	—0,0556	—0,0776	—0,1144	—0,0657	—0,0254	—0,0033
10,00	1,50	6,4375	1,1458	—0,0585	—0,0801	—0,1207	—0,0697	—0,0270	—0,0035
10,00	2,00	7,0429	1,1385	—0,0628	—0,0836	—0,1301	—0,0756	—0,0293	—0,0038
10,00	4,00	8,2007	1,1275	—0,0710	—0,0905	—0,1480	—0,0868	—0,0338	—0,0043
10,00	10,00	9,0990	1,1210	—0,0773	—0,0958	—0,1619	—0,0956	—0,0372	—0,0048



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.6}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,5806	0,3140	—0,0572	—0,0722	—0,0912	—0,0756	—0,0477	—0,0078
0,10	0,50	2,0024	0,2649	—0,1060	—0,0808	—0,1496	—0,1609	—0,1247	—0,0223
0,10	1,00	2,8933	0,2587	—0,1365	—0,0861	—0,1862	—0,2142	—0,1729	—0,0314
0,10	1,25	3,1761	0,2574	—0,1462	—0,0878	—0,1978	—0,2312	—0,1882	—0,0342
0,10	1,50	3,3976	0,2566	—0,1538	—0,0891	—0,2069	—0,2444	—0,2002	—0,0365
0,10	2,00	3,7221	0,2556	—0,1649	—0,0911	—0,2202	—0,2638	—0,2178	—0,0398
0,10	4,00	4,3447	0,2540	—0,1862	—0,0948	—0,2457	—0,3011	—0,2515	—0,0461
0,10	10,00	4,8296	0,2531	—0,2028	—0,0977	—0,2656	—0,3302	—0,2777	—0,0510
0,50	0,10	0,6315	0,6164	—0,0451	—0,0701	—0,0795	—0,0550	—0,0258	—0,0036
0,50	0,50	2,3881	0,4062	—0,0726	—0,0772	—0,1233	—0,1050	—0,0571	—0,0086
0,50	1,00	3,7136	0,3789	—0,0931	—0,0823	—0,1559	—0,1425	—0,0806	—0,0124
0,50	1,25	4,1792	0,3734	—0,1002	—0,0840	—0,1674	—0,1556	—0,0888	—0,0137
0,50	1,50	4,5608	0,3698	—0,1061	—0,0855	—0,1767	—0,1664	—0,0956	—0,0148
0,50	2,00	5,1490	0,3652	—0,1152	—0,0877	—0,1912	—0,1830	—0,1060	—0,0165
0,50	4,00	6,3859	0,3583	—0,1343	—0,0924	—0,2216	—0,2179	—0,1278	—0,0200
0,50	10,00	7,4629	0,3541	—0,1509	—0,0964	—0,2480	—0,2483	—0,1469	—0,0231
1,00	0,10	0,6640	0,9030	—0,0416	—0,0689	—0,0747	—0,0486	—0,0213	—0,0028
1,00	0,50	2,5301	0,5476	—0,0652	—0,0760	—0,1156	—0,0916	—0,0447	—0,0063
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,5296	0,4904	—0,0899	—0,0828	—0,1583	—0,1370	—0,0696	—0,0100
1,00	1,50	4,9690	0,4840	—0,0953	—0,0843	—0,1766	—0,1470	—0,0750	—0,0108
1,00	2,00	5,6559	0,4759	—0,1037	—0,0866	—0,1823	—0,1625	—0,0836	—0,0121
1,00	4,00	7,1395	0,4638	—0,1220	—0,0915	—0,2138	—0,1962	—0,1020	—0,0148
1,00	10,00	8,4765	0,4565	—0,1384	—0,0960	—0,2422	—0,2265	—0,1186	—0,0173
1,25	0,10	0,6774	1,0192	—0,0404	—0,0684	—0,0728	—0,0463	—0,0199	—0,0026
1,25	0,50	2,5830	0,6071	—0,0630	—0,0756	—0,1130	—0,0874	—0,0415	—0,0057
1,25	1,00	4,1040	0,5512	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1196	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,6565	0,5399	—0,0869	—0,0823	—0,1552	—0,1313	—0,0647	—0,0091
1,25	1,50	5,1167	0,5324	—0,0922	—0,0838	—0,1645	—0,1410	—0,0698	—0,0099
1,25	2,00	5,8393	0,5229	—0,1005	—0,0861	—0,1792	—0,1563	—0,0779	—0,0110
1,25	4,00	7,4140	0,5086	—0,1185	—0,0912	—0,2112	—0,1896	—0,0955	—0,0136
1,25	10,00	8,8496	0,5000	—0,1350	—0,0958	—0,2403	—0,2199	—0,1115	—0,0159

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

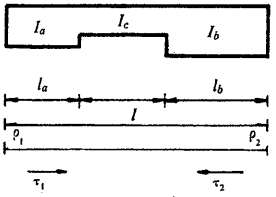
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
1,50	0,10	0,6896	1,1217	—0,0393	—0,0680	—0,0712	—0,0444	—0,0188	—0,0024
1,50	0,50	2,6299	0,6607	—0,0611	—0,0752	—0,1107	—0,0839	—0,0390	—0,0053
1,50	1,00	4,1959	0,5975	—0,0782	—0,0801	—0,1413	—0,1152	—0,0551	—0,0076
1,50	1,25	4,7686	0,5847	—0,0844	—0,0819	—0,1525	—0,1266	—0,0610	—0,0085
1,50	1,50	5,2471	0,5761	—0,0896	—0,0834	—0,1619	—0,1361	—0,0659	—0,0092
1,50	2,00	6,0016	0,5653	—0,0978	—0,0858	—0,1766	—0,1511	—0,0736	—0,0103
1,50	4,00	7,6583	0,5491	—0,1158	—0,0909	—0,2089	—0,1841	—0,0906	—0,0126
1,50	10,00	9,1837	0,5394	—0,1323	—0,0956	—0,2386	—0,2145	—0,1062	—0,0149
2,00	0,10	0,7107	1,2941	—0,0375	—0,0672	—0,0684	—0,0410	—0,0170	—0,0022
2,00	0,50	2,7113	0,7532	—0,0582	—0,0745	—0,1068	—0,0781	—0,0353	—0,0047
2,00	1,00	4,3553	0,6776	—0,0745	—0,0794	—0,1369	—0,1078	—0,0500	—0,0068
2,00	1,25	4,9633	0,6623	—0,0805	—0,0812	—0,1480	—0,1188	—0,0554	—0,0075
2,00	1,50	5,4743	0,6520	—0,0856	—0,0828	—0,1573	—0,1280	—0,0600	—0,0082
2,00	2,00	6,2851	0,6391	—0,0936	—0,0851	—0,1721	—0,1426	—0,0672	—0,0092
2,00	4,00	8,0887	0,6196	—0,1114	—0,0904	—0,2049	—0,1751	—0,0833	—0,0114
2,00	10,00	9,7780	0,6079	—0,1280	—0,0954	—0,2356	—0,2055	—0,0984	—0,0135
4,00	0,10	0,7692	1,7273	—0,0328	—0,0650	—0,0608	—0,0322	—0,0126	—0,0016
4,00	0,50	2,9412	1,0000	—0,0506	—0,0725	—0,0961	—0,0627	—0,0265	—0,0034
4,00	1,00	4,8131	0,8932	—0,0650	—0,0775	—0,1244	—0,0882	—0,0381	—0,0050
4,00	1,25	5,5268	0,8713	—0,0704	—0,0793	—0,1352	—0,0979	—0,0425	—0,0056
4,00	1,50	6,1359	0,8567	—0,0751	—0,0808	—0,1443	—0,1061	—0,0463	—0,0061
4,00	2,00	7,1204	0,8382	—0,0826	—0,0833	—0,1591	—0,1195	—0,0524	—0,0069
4,00	4,00	9,3927	0,8103	—0,0999	—0,0890	—0,1931	—0,1502	—0,0665	—0,0088
4,00	10,00	11,6308	0,7935	—0,1169	—0,0945	—0,2266	—0,1805	—0,0804	—0,0107
10,00	0,10	0,8461	2,2096	—0,0268	—0,0622	—0,0510	—0,0208	—0,0072	—0,0009
10,00	0,50	3,2676	1,3016	—0,0405	—0,0698	—0,0812	—0,0420	—0,0158	—0,0020
10,00	1,00	5,4942	1,1603	—0,0518	—0,0745	—0,1062	—0,0605	—0,0233	—0,0030
10,00	1,25	6,3808	1,1311	—0,0563	—0,0763	—0,1160	—0,0679	—0,0264	—0,0034
10,00	1,50	7,1547	1,1115	—0,0602	—0,0778	—0,1246	—0,0743	—0,0290	—0,0037
10,00	2,00	8,4409	1,0868	—0,0667	—0,0804	—0,1389	—0,0849	—0,0334	—0,0043
10,00	4,00	11,5874	1,0492	—0,0825	—0,0865	—0,1737	—0,1109	—0,0440	—0,0057
10,00	10,00	14,9552	1,0265	—0,0994	—0,0930	—0,2109	—0,1387	—0,0554	—0,0072



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}40$

b	a	p_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.3}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.9}$
0,10	0,10	0,4714	0,3682	—0,0661	—0,0775	—0,1169	—0,0874	—0,0491	—0,0076
0,10	0,50	1,8309	0,2712	—0,1058	—0,0825	—0,1562	—0,1588	—0,1187	—0,0209
0,10	1,00	2,8933	0,2587	—0,1365	—0,0861	—0,1862	—0,2142	—0,1729	—0,0314
0,10	1,25	3,2742	0,2562	—0,1475	—0,0875	—0,1969	—0,2341	—0,1924	—0,0351
0,10	1,50	3,5895	0,2545	—0,1566	—0,0885	—0,2058	—0,2505	—0,2085	—0,0382
0,10	2,00	4,0810	0,2524	—0,1708	—0,0902	—0,2197	—0,2761	—0,2335	—0,0430
0,10	4,00	5,1372	0,2493	—0,2013	—0,0938	—0,2494	—0,3311	—0,2874	—0,0533
0,10	10,00	6,0824	0,2474	—0,2287	—0,0971	—0,2760	—0,3804	—0,3357	—0,0626
0,50	0,10	0,5322	0,8130	—0,0546	—0,0750	—0,1039	—0,0679	—0,0303	—0,0040
0,50	0,50	2,1714	0,4329	—0,0752	—0,0793	—0,1326	—0,1074	—0,0566	—0,0084
0,50	1,00	3,7136	0,3789	—0,0931	—0,0823	—0,1559	—0,1425	—0,0806	—0,0124
0,50	1,25	4,3363	0,3679	—0,1002	—0,0834	—0,1652	—0,1566	—0,0902	—0,0140
0,50	1,50	4,8841	0,3606	—0,1065	—0,0845	—0,1734	—0,1690	—0,0987	—0,0154
0,50	2,00	5,8029	0,3513	—0,1170	—0,0861	—0,1871	—0,1897	—0,1129	—0,0178
0,50	4,00	8,0966	0,3373	—0,1433	—0,0903	—0,2211	—0,2415	—0,1484	—0,0237
0,50	10,00	10,6262	0,3289	—0,1722	—0,0949	—0,2585	—0,2985	—0,1875	—0,0302
1,00	0,10	0,5803	1,1842	—0,0498	—0,0731	—0,0959	—0,0595	—0,0252	—0,0032
1,00	0,50	2,3129	0,5920	—0,0681	—0,0781	—0,1250	—0,0944	—0,0450	—0,0062
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,6986	0,4810	—0,0895	—0,0821	—0,1559	—0,1375	—0,0704	—0,0101
1,00	1,50	5,3215	0,4682	—0,0951	—0,0831	—0,1638	—0,1487	—0,0770	—0,0112
1,00	2,00	6,3849	0,4521	—0,1045	—0,0848	—0,1772	—0,1677	—0,0882	—0,0129
1,00	4,00	9,1447	0,4277	—0,1288	—0,0891	—0,2118	—0,2169	—0,1172	—0,0174
1,00	10,00	12,3757	0,4128	—0,1572	—0,0941	—0,2522	—0,2744	—0,1512	—0,0226
1,25	0,10	0,6000	1,3228	—0,0480	—0,0723	—0,0927	—0,0563	—0,0236	—0,0030
1,25	0,50	2,3675	0,6582	—0,0659	—0,0776	—0,1223	—0,0903	—0,0420	—0,0057
1,25	1,00	4,1040	0,5512	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1196	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,8282	0,5290	—0,0865	—0,0817	—0,1528	—0,1317	—0,0654	—0,0092
1,25	1,50	5,4766	0,5140	—0,0918	—0,0827	—0,1606	—0 1425	—0,0715	—0,0102
1,25	2,00	6,5890	0,4951	—0,1009	—0,0843	—0,1739	—0,1610	—0,0820	—0,0117
1,25	4,00	9,5100	0,4664	—0,1247	—0,0887	—0,2087	—0,2095	—0,1095	—0,0159
1,25	10,00	12,9934	0,4489	—0,1531	—0,0938	—0,2500	—0,2672	—0,1422	—0,0208

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

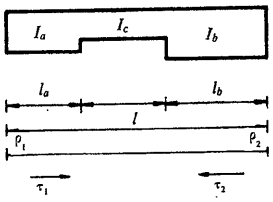
Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6177	1,4397	—0,0464	—0,0716	—0,0899	—0,0536	—0,0222	—0,0028
1,50	0,50	2,4163	0,7175	—0,0641	—0,0772	—0,1199	—0,0867	—0,0396	—0,0053
1,50	1,00	4,1959	0,5975	—0,0782	—0 0801	—0 1413	—0,1152	—0,0551	—0,0076
1,50	1,25	4,9423	0,5724	—0,0840	—0,0813	—0,1501	—0,1269	—0,0616	—0,0086
1,50	1,50	5,6127	0,5555	—0,0892	—0,0823	—0,1578	—0,1375	—0,0673	—0,0094
1,50	2,00	6,7677	0,5341	—0,0981	—0,0839	—0,1711	—0,1556	—0,0773	—0,0109
1,50	4,00	9,8301	0,5016	—0,1215	—0,0883	—0,2060	—0,2034	—0,1036	—0,0148
1,50	10,00	13,5387	0,4817	—0,1498	—0,0936	—0,2481	—0,2613	—0,1355	—0,0195
2,00	0,10	0,6479	1,6263	—0,0437	—0,0704	—0,0850	—0,0489	—0,0199	—0,0025
2,00	0,50	2,5017	0,8189	—0,0611	—0,0765	—0,1158	—0,0808	—0,0359	—0,0047
2,00	1,00	4,3553	0,6776	—0,0745	—0,0794	—0,1369	—0,1078	—0,0500	—0,0068
2,00	1,25	5,1398	0,6479	—0,0800	—0,0806	—0,1455	—0,1190	—0,0559	—0,0076
2,00	1,50	5,8482	0,6277	—0,0850	—0,0816	—0,1531	—0,1291	—0,0612	—0,0084
2,00	2,00	7,0769	0,6022	—0,0936	—0,0833	—0,1663	—0,1466	—0,0704	—0,0097
2,00	4,00	10,3863	0,5632	—0,1165	—0,0877	—0,2014	—0,1935	—0,0951	—0,0133
2,00	10,00	14,4982	0,5393	—0,1448	—0,0931	—0,2448	—0,2516	—0,1257	—0,0177
4,00	0,10	0,7275	2,0458	—0,0369	—0,0673	—0,0723	—0,0370	—0,0143	—0,0018
4,00	0,50	2,7450	1,0843	—0,0533	—0,0745	—0,1044	—0,0651	—0,0270	—0,0035
4,00	1,00	4,8131	0,8932	—0,0650	—0,0775	—0,1244	—0,0882	—0,0381	—0,0050
4,00	1,25	5,7090	0,8519	—0,0698	—0,0786	—0,1325	—0,0980	—0,0428	—0,0056
4,00	1,50	6,5290	0,8238	—0,0742	—0,0796	—0,1399	—0,1069	—0,0471	—0,0062
4,00	2,00	7,9770	0,7880	—0,0820	—0,0812	—0,1526	—0,1225	—0,0547	—0,0073
4,00	4,00	12,0486	0,7326	—0,1035	—0,0858	—0,1879	—0,1663	—0,0758	—0,0102
4,00	10,00	17,4874	0,6985	—0,1320	—0,0918	—0,2347	—0,2245	—0,1040	—0,0140
10,00	0,10	0,8232	2,4444	—0,0289	—0,0636	—0,0572	—0,0228	—0,0078	—0,0010
10,00	0,50	3,0913	1,3989	—0,0427	—0,0716	—0,0885	—0,0436	—0,0161	—0,0020
10,00	1,00	5,4942	1,1603	—0,0518	—0,0745	—0,1062	—0,0605	—0,0233	—0,0030
10,00	1,25	6,5692	1,1073	—0,0557	—0,0756	—0,1133	—0,0678	—0,0265	—0,0034
10,00	1,50	7,5725	1,0708	—0,0591	—0,0765	—0,1199	—0,0746	—0,0204	—0,0038
10,00	2,00	9,3914	1,0239	—0,0654	—0,0781	—0,1315	—0,0868	—0,0347	—0,0045
10,00	4,00	14,8566	0,9506	—0,0839	—0,0826	—0,1655	—0,1232	—0,0505	—0,0066
10,00	10,00	23,0850	0,9049	—0,1115	—0,0892	—0,2159	—0,1777	—0,0742	—0,0097



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
0,10	0,10	0,4241	0,4249	—0,0746	—0,0798	—0,1363	—0,1030	—0,0539	—0,0080
0,10	0,50	1,7331	0,2783	—0,1079	—0,0834	—0,1640	—0,1629	—0,1174	—0,0204
0,10	1,00	2,8933	0,2587	—0,1365	—0,0861	—0,1862	—0,2142	—0,1729	—0,0314
0,10	1,25	3,3433	0,2547	—0,1475	—0,0872	—0,1947	—0,2341	—0,1945	—0,0356
0,10	1,50	3,7307	0,2521	—0,1570	—0,0881	—0,2021	—0,2511	—0,2130	—0,0392
0,10	2,00	4,3637	0,2488	—0,1726	—0,0895	—0,2141	—0,2790	—0,2433	—0,0452
0,10	4,00	5,8572	0,2438	—0,2091	—0,0930	—0,2423	—0,3448	—0,3147	—0,0592
0,10	10,00	7,3744	0,2407	—0,2463	—0,0965	—0,2709	—0,4115	—0,3872	—0,0735
0,50	0,10	0,5037	0,9576	—0,0608	—0,0765	—0,1177	—0,0792	—0,0345	—0,0045
0,50	0,50	2,0616	0,4610	—0,0789	—0,0804	—0,1416	—0,1139	—0,0584	—0,0085
0,50	1,00	3,7136	0,3789	—0,0931	—0,0823	—0,1559	—0,1425	—0,0806	—0,0124
0,50	1,25	4,4420	0,3618	—0,0991	—0,0830	—0,1619	—0,1548	—0,0902	—0,0141
0,50	1,50	5,1154	0,3502	—0,1047	—0,0837	—0,1673	—0,1661	—0,0991	—0,0156
0,50	2,00	6,3203	0,3356	—0,1146	—0,0849	—0,1768	—0,1863	—0,1149	—0,0184
0,50	4,00	9,8190	0,3134	—0,1432	—0,0883	—0,2040	—0,2445	—0,1609	—0,0265
0,50	10,00	14,7626	0,2998	—0,1833	—0,0929	—0,2422	—0,3264	—0,2256	—0,0379
1,00	0,10	0,5660	1,3223	—0,0535	—0,0739	—0,1044	—0,0662	—0,0278	—0,0035
1,00	0,50	2,2148	0,6353	—0,0716	—0,0791	—0,1333	—0,1004	—0,0470	—0,0064
1,00	1,00	4,0000	0,5000	—0,0833	—0,0810	—0,1470	—0,1250	—0,0630	—0,0090
1,00	1,25	4,8049	0,4708	—0,0883	—0,0817	—0,1525	—0,1356	—0,0700	—0,0101
1,00	1,50	5,5592	0,4510	—0,0929	—0,0824	—0,1574	—0,1453	—0,0765	—0,0112
1,00	2,00	6,9341	0,4256	—0,1012	—0,0835	—0,1662	—0,1630	—0,0883	—0,0131
1,00	4,00	11,1215	0,3866	—0,1260	—0,0867	—0,1922	—0,2161	—0,1241	—0,0189
1,00	10,00	17,5873	0,3625	—0,1639	—0,0916	—0,2316	—0,2977	—0,1790	—0,0279
1,25	0,10	0,5899	1,4436	—0,0508	—0,0729	—0,0994	—0,0614	—0,0255	—0,0032
1,25	0,50	2,2752	0,7063	—0,0692	—0,0785	—0,1302	—0,0959	—0,0439	—0,0059
1,25	1,00	4,1040	0,5512	—0,0805	—0,0805	—0,1440	—0,1196	—0,0585	—0,0082
1,25	1,25	4,9330	0,5173	—0,0852	—0,0813	—0,1494	—0,1298	—0,0649	—0,0092
1,25	1,50	5,7124	0,4942	—0,0896	—0,0819	—0,1542	—0,1392	—0,0709	—0,0102
1,25	2,00	7,1398	0,4645	—0,0975	—0,0830	—0,1629	—0,1562	—0,0817	—0,0119
1,25	4,00	11,5420	0,4185	—0,1213	—0,0863	—0,1886	—0,2079	—0,1150	—0,0171
1,25	10,00	18,5073	0,3900	—0,1586	—0,0912	—0,2283	—0,2891	—0,1672	—0,0254

Vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en los extremos

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a = inercia relativa del tramo extremo 1 con respecto al central: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b = inercia relativa del tramo extremo 2 con respecto la central: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α = longitud relativa del tramo extremo 1 con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo extremo 2 con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ_1 — coeficiente de rigidez en el extremo 1

τ_1 — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu_1\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

Para obtener los valores ρ_2, τ_2, μ_2 y μ_i correspondientes al extremo 2, consideraremos en las tablas:

$$\alpha = \frac{l_b}{l};\quad \beta = \frac{l_a}{l};\quad a = \frac{I_b}{I_c};\quad b = \frac{I_a}{I_c}$$

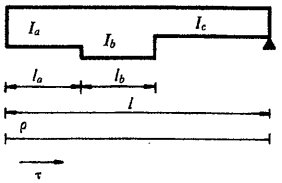
$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}40$

b	a	ρ_1	τ_1	μ_1	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,3}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,9}$
1,50	0,10	0,6104	1,5406	—0,0485	—0,0721	—0,0951	—0,0573	—0,0236	—0,0030
1,50	0,50	2,3294	0,7691	—0,0672	—0,0781	—0,1274	—0,0921	—0,0414	—0,0055
1,50	1,00	4,1959	0,5975	—0,0782	—0,0801	—0,1413	—0,1152	—0,0551	—0,0076
1,50	1,25	5,0452	0,5595	—0,0828	—0,0809	—0,1467	—0,1250	—0,0611	—0,0085
1,50	1,50	5,8457	0,5335	—0,0870	—0,0815	—0,1515	—0,1341	—0,0667	—0,0094
1,50	2,00	7,3171	0,5000	—0,0946	—0,0826	—0,1601	—0,1506	—0,0768	—0,0110
1,50	4,00	11,8989	0,4479	—0,1177	—0,0858	—0,1855	—0,2013	—0,1082	—0,0158
1,50	10,00	19,2891	0,4154	—0,1545	—0,0908	—0,2255	—0,2822	—0,1585	—0,0237
2,00	0,10	0,6439	1,6858	—0,0448	—0,0707	—0,0881	—0,0507	—0,0205	—0,0026
2,00	0,50	2,4242	0,8750	—0,0639	—0,0773	—0,1227	—0,0856	—0,0375	—0,0049
2,00	1,00	4,3553	0,6776	—0,0745	—0,0794	—0,1369	—0,1078	—0,0500	—0,0068
2,00	1,25	5,2387	0,6331	—0,0788	—0,0802	—0,1422	—0,1172	—0,0554	—0,0076
2,00	1,50	6,0746	0,6023	—0,0828	—0,0808	—0,1470	—0,1259	—0,0604	—0,0083
2,00	2,00	7,6190	0,5625	—0,0900	—0,0819	—0,1554	—0,1417	—0,0696	—0,0097
2,00	4,00	12,5000	0,5000	—0,1121	—0,0852	—0,1805	—0,1906	—0,0984	—0,0141
2,00	10,00	20,6111	0,4608	—0,1482	—0,0902	—0,2208	—0,2710	—0,1459	—0,0212
4,00	0,10	0,7226	1,9757	—0,0363	—0,0675	—0,0716	—0,0353	—0,0136	—0,0017
4,00	0,50	2,6923	1,1429	—0,0553	—0,0750	—0,1096	—0,0683	—0,0281	—0,0036
4,00	1,00	4,8131	0,8932	—0,0650	—0,0775	—0,1244	—0,0882	—0,0381	—0,0050
4,00	1,25	5,7942	0,8337	—0,0688	—0,0782	—0,1297	—0,0965	—0,0424	—0,0056
4,00	1,50	6,7305	0,7918	—0,0723	—0,0789	—0,1343	—0,1041	—0,0464	—0,0062
4,00	2,00	8,4821	0,7368	—0,0786	—0,0800	—0,1423	—0,1181	—0,0537	—0,0072
4,00	4,00	14,2188	0,6484	—0,0983	—0,0832	—0,1664	—0,1625	—0,0773	—0,0105
4,00	10,00	24,5022	0,5914	—0,1327	—0,0884	—0,2073	—0,2407	—0,1192	—0,0165
10,00	0,10	0,8025	2,2123	—0,0276	—0,0642	—0,0549	—0,0198	—0,0068	—0,0008
10,00	0,50	3,0647	1,4442	—0,0438	—0,0718	—0,0916	—0,0450	—0,0165	—0,0021
10,00	1,00	5,4942	1,1603	—0,0518	—0,0745	—0,1062	—0,0605	—0,0233	—0,0030
10,00	1,25	6,6340	1,0881	—0,0549	—0,0753	—0,1110	—0,0668	—0,0262	—0,0034
10,00	1,50	7,7337	1,0361	—0,0577	—0,0760	—0,1152	—0,0727	—0,0290	—0,0037
10,00	2,00	9,8262	0,9665	—0,0626	—0,0770	—0,1224	—0,0835	—0,0340	—0,0044
10,00	4,00	17,0354	0,8506	—0,0785	—0,0800	—0,1438	—0,1192	—0,0510	—0,0067
10,00	10,00	31,5565	0,7736	—0,1090	—0,0852	—0,1832	—0,1893	—0,0847	—0,0113

vigas de inercia variable

tramos de inercia constante

empotradas en un extremo y apoyadas en el otro
divididas en tres tramos de inercia constante



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,5564	0,1795	—0,0609	—0,0731	—0,0961	—0,0939
0,10	0,50	0,8206	0,1816	—0,0547	—0,0603	—0,0753	—0,0802
0,10	1,00	0,8723	0,1820	—0,0535	—0,0578	—0,0712	—0,0776
0,10	1,25	0,8835	0,1821	—0,0532	—0,0573	—0,0703	—0,0770
0,10	1,50	0,8911	0,1822	—0,0530	—0,0569	—0,0697	—0,0766
0,10	2,00	0,9008	0,1823	—0,0528	—0,0565	—0,0689	—0,0761
0,10	4,00	0,9157	0,1824	—0,0524	—0,0557	—0,0678	—0,0753
0,10	10,00	0,9249	0,1824	—0,0522	—0,0553	—0,0670	—0,0748
0,50	0,10	0,9305	0,2655	—0,0856	—0,0910	—0,1330	—0,1327
0,50	0,50	2,0161	0,3710	—0,0992	—0,0805	—0,1247	—0,1444
0,50	1,00	2,3603	0,4044	—0,1035	—0,0772	—0,1221	—0,1482
0,50	1,25	2,4438	0,4125	—0,1045	—0,0764	—0,1215	—0,1491
0,50	1,50	2,5028	0,4182	—0,1053	—0,0758	—0,1210	—0,1497
0,50	2,00	2,5806	0,4258	—0,1062	—0,0751	—0,1204	—0,1505
0,50	4,00	2,7070	0,4381	—0,1078	—0,0738	—0,1195	—0,1519
0,50	10,00	2,7889	0,4460	—0,1088	—0,0730	—0,1188	—0,1528
1,00	0,10	1,0159	0,2851	—0,0913	—0,0951	—0,1414	—0,1415
1,00	0,50	2,4651	0,4421	—0,1159	—0,0881	—0,1433	—0,1685
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,1361	0,5147	—0,1273	—0,0848	—0,1442	—0,1810
1,00	1,50	3,2339	0,5253	—0,1290	—0,0844	—0,1443	—0,1829
1,00	2,00	3,3651	0,5395	—0,1312	—0,0837	—0,1445	—0,1853
1,00	4,00	3,5832	0,5632	—0,1349	—0,0827	—0,1448	—0,1894
1,00	10,00	3,7281	0,5788	—0,1374	—0,0820	—0,1449	—0,1921
1,25	0,10	1,0349	0,2895	—0,0925	—0,0960	—0,1433	—0,1435
1,25	0,50	2,5800	0,4603	—0,1202	—0,0900	—0,1481	—0,1747
1,25	1,00	3,1719	0,5257	—0,1308	—0,0877	—0,1499	—0,1867
1,25	1,25	3,3245	0,5426	—0,1335	—0,0871	—0,1504	—0,1897
1,25	1,50	3,4346	0,5547	—0,1355	—0,0867	—0,1507	—0,1920
1,25	2,00	3,5829	0,5711	—0,1381	—0,0861	—0,1512	—0,1950
1,25	4,00	3,8312	0,5986	—0,1426	—0,0852	—0,1519	—0,2000
1,25	10,00	3,9973	0,6169	—0,1456	—0,0845	—0,1524	—0,2033

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

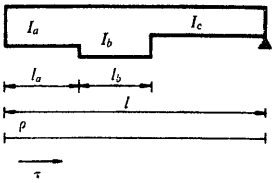
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,0877	—0,0782	—0,0659	—0,0514	—0,0352	—0,0179	0,10	0,10
—0,0794	—0,0737	—0,0639	—0,0508	—0,0352	—0,0180	0,50	0,10
—0,0778	—0,0728	—0,0635	—0,0507	—0,0352	—0,0181	1,00	0,10
—0,0775	—0,0727	—0,0634	—0,0507	—0,0352	—0,0181	1,25	0,10
—0,0772	—0,0725	—0,0634	—0,0506	—0,0352	—0,0181	1,50	0,10
—0,0769	—0,0724	—0,0633	—0,0506	—0,0352	—0,0181	2,00	0,10
—0,0765	—0,0721	—0,0632	—0,0506	—0,0353	—0,0181	4,00	0,10
—0,0762	—0,0720	—0,0631	—0,0506	—0,0353	—0,0181	10,00	0,10
—0,1258	—0,1134	—0,0963	—0,0755	—0,0519	—0,0264	0,10	0,50
—0,1500	—0,1435	—0,1269	—0,1022	—0,0715	—0,0368	0,50	0,50
—0,1577	—0,1530	—0,1366	—0,1107	—0,0777	—0,0400	1,00	0,50
—0,1595	—0,1553	—0,1389	—0,1128	—0,0792	—0,0408	1,25	0,50
—0,1608	—0,1570	—0,1406	—0,1142	—0,0803	—0,0414	1,50	0,50
—0,1626	—0,1591	—0,1428	—0,1161	—0,0817	—0,0422	2,00	0,50
—0,1654	—0,1626	—0,1464	—0,1192	—0,0840	—0,0434	4,00	0,50
—0,1672	—0,1649	—0,1487	—0,1213	—0,0855	—0,0441	10,00	0,50
—0,1345	—0,1214	—0,1032	—0,0810	—0,0557	—0,0283	0,10	1,00
—0,1765	—0,1697	—0,1505	—0,1215	—0,0851	—0,0438	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1959	—0,1920	—0,1724	—0,1403	—0,0988	—0,0510	1,25	1,00
—0,1988	—0,1953	—0,1756	—0,1430	—0,1008	—0,0520	1,50	1,00
—0,2026	—0,1997	—0,1799	—0,1467	—0,1034	—0,0534	2,00	1,00
—0,2089	—0,2069	—0,1870	—0,1528	—0,1079	—0,0557	4,00	1,00
—0,2131	—0,2118	—0,1918	—0,1569	—0,1108	—0,0573	10,00	1,00
—0,1364	—0,1232	—0,1048	—0,0822	—0,0565	—0,0288	0,10	1,25
—0,1833	—0,1764	—0,1566	—0,1265	—0,0886	—0,0456	0,50	1,25
—0,2012	—0,1968	—0,1764	—0,1434	—0,1009	—0,0520	1,00	1,25
—0,2059	—0,2020	—0,1816	—0,1478	—0,1041	—0,0537	1,25	1,25
—0,2092	—0,2058	—0,1853	—0,1510	—0,1064	—0,0549	1,50	1,25
—0,2137	—0,2109	—0,1902	—0,1552	—0,1094	—0,0565	2,00	1,25
—0,2212	—0,2195	—0,1986	—0,1623	—0,1146	—0,0592	4,00	1,25
—0,2262	—0,2252	—0,2041	—0,1671	—0,1181	—0,0610	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,0480	0,2925	—0,0934	—0,0966	—0,1446	—0,1448
1,50	0,50	2,6627	0,4734	—0,1233	—0,0914	—0,1515	—0,1791
1,50	1,00	3,2979	0,5445	—0,1350	—0 0894	—0,1542	—0,1926
1,50	1,25	3,4631	0,5630	—0,1381	—0,0888	—0,1549	—0,1961
1,50	1,50	3,5828	0,5764	—0,1403	—0,0885	—0,1554	—0,1987
1,50	2,00	3,7445	0,5945	—0,1433	—0,0879	—0,1561	—0,2021
1,50	4,00	4,0165	0,6250	—0,1483	—0,0871	—0,1573	—0,2079
1,50	10,00	4,1995	0,6455	—0,1517	—0,0865	—0,1581	—0,2118
2,00	0,10	1,0648	0,2964	—0,0945	—0,0974	—0,1462	—0,1466
2,00	0,50	2,7739	0,4910	—0,1274	—0,0933	—0,1561	—0,1851
2,00	1,00	3,4702	0,5703	—0,1408	—0,0916	—0,1601	—0,2008
2,00	1,25	3,6536	0,5912	—0,1443	—0,0912	—0,1611	—0,2049
2,00	1,50	3,7871	0,6064	—0,1469	—0,0908	—0,1619	—0 2080
2,00	2,00	3,9683	0,6270	—0,1504	—0,0904	—0,1630	—0,2120
2,00	4,00	4,2750	0,6619	—0,1563	—0,0897	—0,1647	—0,2190
2,00	10,00	4,4830	0,6856	—0,1603	—0,0892	—0,1659	—0,2236
4,00	0,10	1,0910	0,3024	—0,0962	—0,0987	—0,1488	—0,1493
4,00	0,50	2,9593	0,5203	—0,1343	—0,0964	—0,1637	—0,1951
4,00	1,00	3,7653	0,6144	—0,1507	—0,0955	—0,1702	—0,2148
4,00	1,25	3,9822	0,6397	—0,1552	—0,0952	—0,1719	—0,2201
4,00	1,50	4,1413	0,6582	—0,1584	—0,0950	—0,1732	—0,2240
4,00	2,00	4,3589	0,6836	—0,1628	—0,0947	—0,1749	—0,2293
4,00	4,00	4,7319	0,7271	—0,1704	—0,0943	—0,1779	—0,2385
4,00	10,00	4,9879	0,7570	—0,1756	—0,0940	—0,1800	—0,2448
10,00	0,10	1,1074	0,3062	—0,0973	—0,0995	—0,1504	—0,1510
10,00	0,50	3,0829	0,5399	—0,1389	—0,0985	—0,1689	—0,2017
10,00	1,00	3,9677	0,6446	—0,1575	—0,0981	—0,1771	—0,2244
10,00	1,25	4,2093	0,6732	—0,1626	—0,0980	—0,1794	—0,2306
10,00	1,50	4,3875	0,6943	—0,1664	—0,0979	—0,1810	—0,2352
10,00	2,00	4,6325	0,7233	—0,1715	—0,0978	—0,1833	—0,2415
10,00	4,00	5,0560	0,7734	—0,1804	—0,0976	—0,1873	—0,2523
10,00	10,00	5,3495	0,8081	—0,1866	—0,0974	—0,1900	—0,2599

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

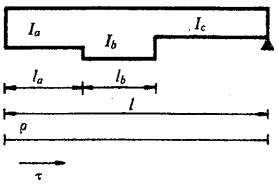
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1378	—0,1244	—0,1058	—0,0830	—0,0571	—0,0291	0,10	1,50
—0,1882	—0,1812	—0,1609	—0,1300	—0,0911	—0,0469	0,50	1,50
—0,2080	—0,2036	—0,1826	—0,1485	—0,1045	—0,0539	1,00	1,50
—0,2131	—0,2094	—0,1883	—0,1533	—0,1080	—0,0557	1,25	1,50
—0,2169	—0,2136	—0,1924	—0,1568	—0,1105	—0,0570	1,50	1,50
—0,2219	—0,2193	—0,1979	—0,1615	—0,1139	—0,0588	2,00	1,50
—0,2304	—0,2288	—0,2072	—0,1694	—0,1196	—0,0618	4,00	1,50
—0,2361	—0,2353	—0,2134	—0,1748	—0,1235	—0,0639	10,00	1,50
—0,1395	—0,1260	—0,1072	—0,0841	—0,0579	—0,0295	0,10	2,00
—0,1947	—0,1877	—0,1668	—0,1348	—0,0945	—0,0486	0,50	2,00
—0,2172	—0,2128	—0,1911	—0,1555	—0,1094	—0,0564	1,00	2,00
—0,2232	—0,2195	—0,1975	—0,1609	—0,1134	—0,0585	1,25	2,00
—0,2275	—0,2243	—0,2021	—0,1649	—0,1162	—0,0600	1,50	2,00
—0,2333	—0,2308	—0,2085	—0,1702	—0,1201	—0,0620	2,00	2,00
—0,2432	—0,2419	—0,2192	—0,1793	—0,1267	—0,0655	4,00	2,00
—0,2500	—0,2494	—0,2264	—0,1855	—0,1311	—0,0678	10,00	2,00
—0,1422	—0,1285	—0,1093	—0,0858	—0,0590	—0,0301	0,10	4,00
—0,2057	—0,1985	—0,1766	—0,1428	—0,1001	—0,0515	0,50	4,00
—0,2331	—0,2287	—0,2056	—0,1674	—0,1179	—0,0608	1,00	4,00
—0,2404	—0,2369	—0,2134	—0,1740	—0,1226	—0,0633	1,25	4,00
—0,2459	—0,2428	—0,2191	—0,1788	—0,1261	—0,0651	1,50	4,00
—0,2533	—0,2510	—0,2270	—0,1855	—0,1309	—0,0676	2,00	4,00
—0,2659	—0,2650	—0,2404	—0,1968	—0,1391	—0,0719	4,00	4,00
—0,2746	—0,2746	—0,2496	—0,2047	—0,1448	—0,0749	10,00	4,00
—0,1438	—0,1300	—0,1106	—0,0869	—0,0598	—0,0304	0,10	10,00
—0,2130	—0,2057	—0,1831	—0,1481	—0,1039	—0,0535	0,50	10,00
—0,2439	—0,2397	—0,2155	—0,1755	—0,1236	—0,0638	1,00	10,00
—0,2524	—0,2489	—0,2244	—0,1830	—0,1290	—0,0666	1,25	10,00
—0,2586	—0,2557	—0,2309	—0,1885	—0,1330	—0,0687	1,50	10,00
—0,2672	—0,2651	—0,2399	—0,1961	—0,1385	—0,0716	2,00	10,00
—0,2820	—0,2814	—0,2554	—0,2093	—0,1479	—0,0765	4,00	10,00
—0,2923	—0,2926	—0,2662	—0,2184	—0,1545	—0,0799	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4340	0,2129	—0,0748	—0,0790	—0,1190	—0,1242
0,10	0,50	0,7843	0,1882	—0,0577	—0,0621	—0,0808	—0,0869
0,10	1,00	0,8723	0,1820	—0,0535	—0,0578	—0,0712	—0,0776
0,10	1,25	0,8924	0,1806	—0,0525	—0,0569	—0,0690	—0,0754
0,10	1,50	0,9063	0,1796	—0,0518	—0,0562	—0,0675	—0,0739
0,10	2,00	0,9242	0,1784	—0,0509	—0,0553	—0,0655	—0,0720
0,10	4,00	0,9525	0,1764	—0,0496	—0,0540	—0,0624	—0,0690
0,10	10,00	0,9704	0,1751	—0,0487	—0,0531	—0,0605	—0,0671
0,50	0,10	0,6322	0,2866	—0,0979	—0,0939	—0,1545	—0,1645
0,50	0,50	1,8105	0,3669	—0,1017	—0,0825	—0,1324	—0,1533
0,50	1,00	2,3603	0,4044	—0,1035	—0,0772	—0,1221	—0,1482
0,50	1,25	2,5130	0,4148	—0,1040	—0,0757	—0,1192	—0,1467
0,50	1,50	2,6262	0,4225	—0,1044	—0,0746	—0,1171	—0,1456
0,50	2,00	2,7829	0,4332	—0,1049	—0,0731	—0,1142	—0,1442
0,50	4,00	3,0565	0,4519	—0,1057	—0,0705	—0,1091	—0,1416
0,50	10,00	3,2482	0,4649	—0,1064	—0,0686	—0,1055	—0,1398
1,00	0,10	0,6705	0,3008	—0,1024	—0,0968	—0,1613	—0,1723
1,00	0,50	2,1645	0,4286	—0,1169	—0,0895	—0,1502	—0,1763
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,2510	0,5215	—0,1274	—0,0843	—0,1421	—0,1792
1,00	1,50	3,4430	0,5379	—0,1293	—0,0834	—0,1407	—0,1797
1,00	2,00	3,7175	0,5613	—0,1320	—0,0820	—0,1387	—0,1804
1,00	4,00	4,2224	0,6045	—0,1369	—0,0796	—0,1349	—0,1818
1,00	10,00	4,5970	0,6365	—0,1405	—0,0778	—0,1321	—0,1828
1,25	0,10	0,6788	0,3039	—0,1033	—0,0974	—0,1628	—0,1739
1,25	0,50	2,2526	0,4439	—0,1207	—0,0913	—0,1546	—0,1820
1,25	1,00	3,1719	0,5257	—0,1308	—0,0877	—0,1499	—0,1867
1,25	1,25	3,4538	0,5508	—0,1339	—0,0866	—0,1484	—0,1881
1,25	1,50	3,6714	0,5701	—0,1363	—0,0858	—0,1473	—0,1892
1,25	2,00	3,9851	0,5980	—0,1397	—0,0846	—0,1457	—0,1908
1,25	4,00	4,5711	0,6502	—0,1462	—0,0823	—0,1426	—0,1938
1,25	10,00	5,0134	0,6895	—0,1511	—0,0806	—0,1403	—0,1961

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

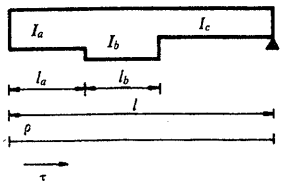
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1121	—0,0974	—0,0805	—0,0619	—0,0420	—0,0212	0,10	0,10
—0,0847	—0,0778	—0,0669	—0,0529	—0,0366	—0,0187	0,50	0,10
—0,0778	—0,0728	—0,0635	—0,0507	—0,0352	—0,0181	1,00	0,10
—0,0762	—0,0717	—0,0627	—0,0502	—0,0349	—0,0179	1,25	0,10
—0,0752	—0,0709	—0,0622	—0,0498	—0,0347	—0,0178	1,50	0,10
—0,0738	—0,0699	—0,0615	—0,0494	—0,0344	—0,0177	2,00	0,10
—0,0715	—0,0683	—0,0604	—0,0486	—0,0340	—0,0175	4,00	0,10
—0,0701	—0,0673	—0,0597	—0,0482	—0,0337	—0,0174	10,00	0,10
—0,1492	—0,1301	—0,1079	—0,0831	—0,0565	—0,0286	0,10	0,50
—0,1550	—0,1457	—0,1275	—0,1019	—0,0710	—0,0364	0,50	0,50
—0,1577	—0,1530	—0,1366	—0,1107	—0,0777	—0,0400	1,00	0,50
—0,1584	—0,1551	—0,1391	—0,1131	—0,0796	—0,0411	1,25	0,50
—0,1590	—0,1566	—0,1410	—0,1149	—0,0810	—0,0418	1,50	0,50
—0,1597	—0,1586	—0,1436	—0,1174	—0,0829	—0,0429	2,00	0,50
—0,1611	—0,1623	—0,1481	—0,1218	—0,0863	—0,0447	4,00	0,50
—0,1620	—0,1648	—0,1513	—0,1249	—0,0887	—0,0460	10,00	0,50
—0,1564	—0,1365	—0,1132	—0,0872	—0,0593	—0,0300	0,10	1,00
—0,1792	—0,1692	—0,1483	—0,1188	—0,0828	—0,0425	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1958	—0,1930	—0,1739	—0,1418	—0,1000	—0,0516	1,25	1,00
—0,1988	—0,1972	—0,1784	—0,1459	—0,1030	—0,0532	1,50	1,00
—0,2030	—0,2032	—0,1849	—0,1517	—0 1073	—0,0555	2,00	1,00
—0,2107	—0,2143	—0,1968	—0,1624	—0,1153	—0,0597	4,00	1,00
—0,2164	—0,2225	—0,2056	—0,1703	—0,1212	—0,0629	10,00	1,00
—0,1579	—0,1378	—0,1143	—0,0881	—0,0599	—0,0303	0,10	1,25
—0,1853	—0,1750	—0,1535	—0,1230	—0,0858	—0,0440	0,50	1,25
—0,2012	—0,1968	—0,1764	—0,1434	—0,1009	—0,0520	1,00	1,25
—0,2061	—0,2034	—0,1835	—0,1497	—0,1055	—0,0545	1,25	1,25
—0,2099	—0,2086	—0,1889	—0,1545	—0,1091	—0,0564	1,50	1,25
—0,2154	—0,2160	—0,1967	—0,1615	—0,1143	—0,0591	2,00	1,25
—0,2255	—0,2298	—0,2113	—0,1745	—0,1239	—0,0643	4,00	1,25
—0,2332	—0,2403	—0,2223	—0,1843	—0,1312	—0,0681	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	0,6844	0,3060	—0,1040	—0,0978	—0,1638	—0,1751
1,50	0,50	2,3154	0,4548	—0,1234	—0,0925	—0,1578	—0,1860
1,50	1,00	3,2979	0,5445	—0,1350	—0,0894	—0,1542	—0,1926
1,50	1,25	3,6037	0,5724	—0,1386	—0,0884	—0,1531	—0,1947
1,50	1,50	3,8412	0,5941	—0,1415	—0,0876	—0,1522	—0,1963
1,50	2,00	4,1860	0 6256	—0 1456	—0,0865	—0,1509	—0,1986
1,50	4,00	4,8374	0,6850	—0,1533	—0,0844	—0,1485	—0,2030
1,50	10,00	5,3355	0,7305	—0,1592	—0,0828	—0,1467	—0,2063
2,00	0,10	0,6915	0,3086	—0,1048	—0,0983	—0,1651	—0,1765
2,00	0,50	2,3990	0,4694	—0,1269	—0,0942	—0,1620	—0,1914
2,00	1,00	3,4702	0,5703	—0,1408	—0,0916	—0,1601	—0,2008
2,00	1,25	3,8105	0,6023	—0,1452	—0,0908	—0,1595	—0,2038
2,00	1,50	4,0770	0,6274	—0,1487	—0,0901	—0,1590	—0,2061
2,00	2,00	4,4676	0,6642	—0,1537	—0,0892	—0,1583	—0,2095
2,00	4,00	5,2174	0,7348	—0,1634	—0,0874	—0,1570	—0,2161
2,00	10,00	5,8016	0,7898	—0,1710	—0,0860	—0,1559	—0,2212
4,00	0,10	0,7025	0,3127	—0,1061	—0,0992	—0,1670	—0,1787
4,00	0,50	2,5365	0,4933	—0,1328	—0,0969	—0,1689	—0,2003
4,00	1,00	3,7653	0,6144	—0,1507	—0,0955	—0,1702	—0,2148
4,00	1,25	4,1693	0,6542	—0,1566	—0,0950	—0,1706	—0,2196
4,00	1,50	4,4905	0,6858	—0,1613	—0,0946	—0,1709	—0,2234
4,00	2,00	4,9689	0,7329	—0,1683	—0,0940	—0,1714	—0,2290
4,00	4,00	5,9142	0,8260	—0,1821	—0,0929	—0,1724	—0,2401
4,00	10,00	6,6763	0,9011	—0,1932	—0,0919	—0,1732	—0,2491
10,00	0,10	0,7092	0,3152	—0,1069	—0,0997	—0,1683	—0,1801
10,00	0,50	2,6267	0,5091	—0,1367	—0,0987	—0,1735	—0,2062
10,00	1,00	3,9677	0,6446	—0,1575	—0,0981	—0,1771	—0,2244
10,00	1,25	4,4189	0,6902	—0,1646	—0,0979	—0,1783	—0,2305
10,00	1,50	4,7814	0,7269	—0,1702	—0,0977	—0,1793	—0,2355
10,00	2,00	5,3277	0,7821	—0,1787	—0,0974	—0,1808	—0,2429
10,00	4,00	6,4295	0,8935	—0,1958	—0,0969	—0,1838	—0,2579
10,00	10,00	7,3403	0,9856	—0,2100	—0,0965	—0,1863	—0,2703

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

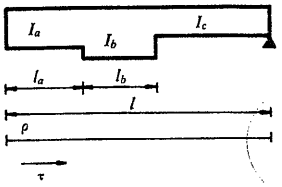
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1590	—0,1387	—0,1151	—0,0887	—0,0603	—0,0305	0,10	1,50
—0,1896	—0,1792	—0,1572	—0,1260	—0,0879	—0,0451	0,50	1,50
—0,2080	—0,2036	—0,1826	—0,1485	—0,1045	—0,0539	1,00	1,50
—0,2137	—0,2111	—0,1905	—0,1555	—0,1097	—0,0566	1,25	1,50
—0,2182	—0,2170	—0,1967	—0,1609	—0,1137	—0,0588	1,50	1,50
—0,2247	—0,2256	—0,2056	—0,1688	—0,1195	—0,0619	2,00	1,50
—0,2369	—0,2417	—0,2224	—0,1837	—0,1306	—0,0677	4,00	1,50
—0,2462	—0,2541	—0,2353	—0,1951	—0,1390	—0,0722	10,00	1,50
—0,1603	—0,1399	—0,1161	—0,0895	—0,0608	—0,0307	0,10	2,00
—0,1953	—0,1847	—0,1622	—0,1300	—0,0907	—0,0465	0,50	2,00
—0,2172	—0,2128	—0,1911	—0,1555	—0,1094	—0,0564	1,00	2,00
—0,2242	—0,2218	—0,2003	—0,1635	—0,1154	—0,0596	1,25	2,00
—0,2297	—0,2288	—0,2075	—0,1699	—0,1200	—0,0621	1,50	2,00
—0,2377	—0,2390	—0,2180	—0,1792	—0,1269	—0,0657	2,00	2,00
—0,2530	—0,2587	—0,2383	—0,1970	—0,1400	—0,0726	4,00	2,00
—0,2650	—0,2740	—0,2540	—0,2108	—0,1502	—0,0780	10,00	2,00
—0,1623	—0,1417	—0,1176	—0,0907	—0,0616	—0,0312	0,10	4,00
—0,2047	—0,1938	—0,1703	—0,1366	—0,0953	—0,0489	0,50	4,00
—0,2331	—0,2287	—0,2056	—0,1674	—0,1179	—0,0608	1,00	4,00
—0,2424	—0,2402	—0,2172	—0,1775	—0,1253	—0,0647	1,25	4,00
—0,2498	—0,2493	—0,2264	—0,1855	—0,1312	—0,0678	1,50	4,00
—0,2609	—0,2629	—0,2402	—0,1975	—0,1400	—0,0725	2,00	4,00
—0,2827	—0,2898	—0,2673	—0,2212	—0,1573	—0,0816	4,00	4,00
—0,3003	—0,3114	—0,2892	—0,2403	—0,1713	—0,0890	10,00	4,00
—0,1636	—0,1428	—0,1185	—0,0914	—0,0621	—0,0314	0,10	10,00
—0,2109	—0,1998	—0,1756	—0,1409	—0,0983	—0,0505	0,50	10,00
—0,2439	—0,2397	—0,2155	—0,1755	—0,1236	—0,0638	1,00	10,00
—0,2551	—0,2531	—0,2290	—0,1872	—0,1322	—0,0683	1,25	10,00
—0,2640	—0,2638	—0,2397	—0,1965	—0,1390	—0,0719	1,50	10,00
—0,2775	—0,2801	—0,2560	—0,2107	—0,1493	—0,0773	2,00	10,00
—0,3046	—0,3128	—0,2888	—0,2391	—0,1701	—0,0883	4,00	10,00
—0,3271	—0,3399	—0,3159	—0,2626	—0,1873	—0,0973	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3274	0,2587	—0,0888	—0,0820	—0,1305	—0,1492
0,10	0,50	0,7591	0,1994	—0,0615	—0,0633	—0,0846	—0,0938
0,10	1,00	0,8723	0,1820	—0,0535	—0,0578	—0,0712	—0,0776
0,10	1,25	0,8992	0,1779	—0,0516	—0,0565	—0,0680	—0,0737
0,10	1,50	0,9180	0,1750	—0,0502	—0,0556	—0,0658	—0,0710
0,10	2,00	0,9427	0,1712	—0,0485	—0,0544	—0,0628	—0,0675
0,10	4,00	0,9822	0,1652	—0,0457	—0,0525	—0,0581	—0,0618
0,10	10,00	1,0076	0,1613	—0,0439	—0,0513	—0,0551	—0,0582
0,50	0,10	0,5095	0,3349	—0,1126	—0,0951	—0,1633	—0,1908
0,50	0,50	1,6816	0,3789	—0,1068	—0,0837	—0,1372	—0,1638
0,50	1,00	2,3603	0,4044	—0,1035	—0,0772	—0,1221	—0,1482
0,50	1,25	2,5676	0,4122	—0,1025	—0,0752	—0,1175	—0,1434
0,50	1,50	2,7273	0,4182	—0,1017	—0,0736	—0,1139	—0,1397
0,50	2,00	2,9571	0,4268	—0,1005	—0,0714	—0,1088	—0,1344
0,50	4,00	3,3850	0,4429	—0,0984	—0,0673	—0,0993	—0,1245
0,50	10,00	3,7069	0,4550	—0,0969	—0,0642	—0,0921	—0,1171
1,00	0,10	0,5341	0,3486	—0,1169	—0,0974	—0,1692	—0,1983
1,00	0,50	1,9828	0,4375	—0,1217	—0,0904	—0,1544	—0,1866
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,3430	0,5211	—0,1261	—0,0838	—0,1405	—0,1758
1,00	1,50	3,6188	0,5380	—0,1270	—0,0825	—0,1377	—0,1735
1,00	2,00	4,0350	0,5636	—0,1284	—0,0805	—0,1334	—0,1702
1,00	4,00	4,8761	0,6152	—0,1312	—0,0764	—0,1248	—0,1635
1,00	10,00	5,5731	0,6580	—0,1335	—0,0731	—0,1177	—0,1579
1,25	0,10	0,5393	0,3515	—0,1178	—0,0979	—0,1704	—0,1998
1,25	0,50	2,0565	0,4519	—0,1253	—0,0920	—0,1586	—0,1922
1,25	1,00	3,1719	0,5257	—0,1308	—0,0877	—0,1499	—0,1867
1,25	1,25	3,5579	0,5512	—0,1327	—0,0862	—0,1469	—0,1847
1,25	1,50	3,8720	0,5720	—0,1342	—0,0850	—0,1444	—0,1832
1,25	2,00	4,3522	0,6038	—0,1366	—0,0832	—0,1407	—0,1807
1,25	4,00	5,3471	0,6696	—0,1415	—0,0793	—0,1329	—0,1758
1,25	10,00	6,1971	0,7259	—0,1457	—0,0760	—0,1263	—0,1715

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

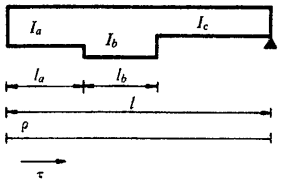
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p:
$M_1 = \mu \ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i \ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1418	—0,1216	—0,0995	—0,0759	—0,0512	—0,0258	0,10	0,10
—0,0923	—0,0839	—0,0717	—0,0564	—0,0389	—0,0198	0,50	0,10
—0,0778	—0,0728	—0,0635	—0,0507	—0,0352	—0,0181	1,00	0,10
—0,0744	—0,0702	—0,0616	—0,0493	—0,0344	—0,0176	1,25	0,10
—0,0720	—0,0684	—0,0602	—0,0484	—0,0338	—0,0174	1,50	0,10
—0,0688	—0,0660	—0,0584	—0,0471	—0,0330	—0,0170	2,00	0,10
—0,0637	—0,0621	—0,0556	—0,0451	—0,0317	—0,0164	4,00	0,10
—0,0605	—0,0597	—0,0538	—0,0439	—0,0309	—0,0160	10,00	0,10
—0,1826	—0,1568	—0,1285	—0,0982	—0,0663	—0,0334	0,10	0,50
—0,1668	—0,1544	—0,1336	—0,1061	—0,0735	—0,0376	0,50	0,50
—0,1577	—0,1530	—0,1366	—0,1107	—0,0777	—0,0400	1,00	0,50
—0,1549	—0,1526	—0,1375	—0,1121	—0,0790	—0,0408	1,25	0,50
—0,1527	—0,1523	—0,1382	—0,1132	—0,0800	—0,0414	1,50	0,50
—0,1496	—0,1518	—0,1392	—0,1147	—0,0814	—0,0422	2,00	0,50
—0,1439	—0,1509	—0,1410	—0,1176	—0,0841	—0,0437	4,00	0,50
—0,1395	—0,1503	—0,1424	—0,1198	—0,0860	—0,0449	10,00	0,50
—0,1899	—0,1632	—0,1337	—0,1022	—0,0690	—0,0348	0,10	1,00
—0,1911	—0,1775	—0,1539	—0,1223	—0,0849	—0,0434	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1923	—0,1909	—0,1728	—0,1413	—0,0998	—0,0515	1,25	1,00
—0,1925	—0,1936	—0,1766	—0,1451	—0,1028	—0,0532	1,50	1,00
—0,1929	—0,1977	—0,1824	—0,1509	—0,1073	—0,0557	2,00	1,00
—0,1936	—0,2060	—0,1941	—0,1626	—0,1165	—0,0607	4,00	1,00
—0,1942	—0,2129	—0,2038	—0,1723	—0,1242	—0,0649	10,00	1,00
—0,1915	—0,1645	—0,1348	—0,1030	—0,0696	—0,0351	0,10	1,25
—0,1971	—0,1831	—0,1588	—0,1263	—0,0876	—0,0448	0,50	1,25
—0,2012	—0,1968	—0,1764	—0,1434	—0,1009	—0,0520	1,00	1,25
—0,2027	—0,2015	—0,1825	—0,1494	—0,1055	—0,0545	1,25	1,25
—0,2038	—0,2053	—0,1875	—0,1542	—0,1092	—0,0566	1,50	1,25
—0,2056	—0,2112	—0,1951	—0,1616	—0,1150	—0,0597	2,00	1,25
—0,2093	—0,2234	—0,2108	—0,1768	—0,1268	—0,0661	4,00	1,25
—0,2124	—0,2338	—0,2243	—0,1899	—0,1369	—0,0716	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0;1}$	$\mu_{0;2}$	$\mu_{0;3}$
1,50	0,10	0,5428	0,3534	—0,1184	—0,0983	—0,1713	—0,2009
1,50	0,50	2,1087	0,4620	—0,1278	—0,0932	—0,1616	—0,1962
1,50	1,00	3,2979	0,5445	—0,1350	—0,0894	—0,1542	—0,1926
1,50	1,25	3,7172	0,5736	—0,1375	—0,0880	—0,1516	—0,1914
1,50	1,50	4,0614	0,5975	—0,1396	—0,0869	—0,1495	—0,1903
1,50	2,00	4,5930	0,6343	—0,1428	—0,0852	—0,1462	—0,1887
1,50	4,00	5,7152	0,7122	—0,1496	—0,0816	—0,1392	—0,1854
1,50	10,00	6,6969	0,7803	—0,1555	—0,0784	—0,1331	—0,1824
2,00	0,10	0,5473	0,3559	—0,1192	—0,0987	—0,1724	—0,2023
2,00	0,50	2,1779	0,4755	—0,1312	—0,0947	—0,1655	—0,2015
2,00	1,00	3,4702	0,5703	—0,1408	—0,0916	—0,1601	—0,2008
2,00	1,25	3,9375	0,6045	—0,1443	—0,0905	—0,1581	—0,2006
2,00	1,50	4,3259	0,6330	—0,1471	—0,0895	—0,1565	—0,2004
2,00	2,00	4,9342	0,6776	—0,1516	—0,0881	—0,1539	—0,2001
2,00	4,00	6,2533	0,7744	—0,1614	—0,0849	—0,1484	—0,1994
2,00	10,00	7,4479	0,8620	—0,1702	—0,0820	—0,1434	—0,1988
4,00	0,10	0,5541	0,3597	—0,1204	—0,0993	—0,1740	—0,2043
4,00	0,50	2,2905	0,4974	—0,1368	—0,0972	—0,1719	—0,2100
4,00	1,00	3,7653	0,6144	—0,1507	—0,0955	—0,1702	—0,2148
4,00	1,25	4,3218	0,6585	—0,1560	—0,0948	—0,1695	—0,2166
4,00	1,50	4,7942	0,6960	—0,1605	—0,0942	—0,1690	—0,2182
4,00	2,00	5,5530	0,7561	—0,1676	—0,0933	—0,1681	—0,2206
4,00	4,00	7,2816	0,8932	—0,1840	—0,0912	—0,1660	—0,2263
4,00	10,00	8,9539	1,0258	—0,1998	—0,0892	—0,1640	—0,2317
10,00	0,10	0,5583	0,3621	—0,1211	—0,0997	—0,1750	—0,2056
10,00	0,50	2,3639	0,5117	—0,1404	—0,0989	—0,1761	—0,2156
10,00	1,00	3,9677	0,6446	—0,1575	—0,0981	—0,1771	—0,2244
10,00	1,25	4,5907	0,6963	—0,1642	—0,0978	—0,1775	—0,2279
10,00	1,50	5,1273	0,7407	—0,1699	—0,0975	—0,1778	—0,2308
10,00	2,00	6,0048	0,8135	—0,1793	—0,0971	—0,1784	—0,2356
10,00	4,00	8,0786	0,9853	—0,2015	—0,0961	—0,1797	—0,2471
10,00	10,00	10,1902	1,1603	—0,2240	—0,0951	—0,1810	—0,2587

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

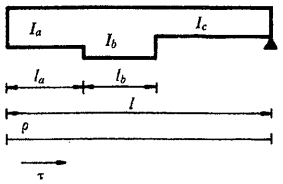
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p:
$M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1925	—0,1654	—0,1356	—0,1036	—0,0700	—0,0353	0,10	1,50
—0,2013	—0,1871	—0,1623	—0,1291	—0,0896	—0,0459	0,50	1,50
—0,2080	—0,2036	—0,1826	—0,1485	—0,1045	—0,0539	1,00	1,50
—0,2103	—0,2094	—0,1898	—0,1554	—0,1098	—0,0567	1,25	1,50
—0,2123	—0,2141	—0,1957	—0,1610	—0,1141	—0,0591	1,50	1,50
—0,2153	—0,2215	—0,2047	—0,1696	—0,1207	—0,0627	2,00	1,50
—0,2216	—0,2370	—0,2239	—0,1879	—0,1348	—0,0703	4,00	1,50
—0,2271	—0,2506	—0,2407	—0,2039	—0,1471	—0,0769	10,00	1,50
—0,1939	—0,1666	—0,1365	—0,1043	—0,0705	—0,0355	0,10	2,00
—0,2069	—0,1924	—0,1670	—0,1328	—0,0922	—0,0472	0,50	2,00
—0,2172	—0,2128	—0,1911	—0,1555	—0,1094	—0,0564	1,00	2,00
—0,2210	—0,2202	—0,1998	—0,1636	—0,1157	—0,0598	1,25	2,00
—0,2241	—0,2264	—0,2071	—0,1704	—0,1208	—0,0626	1,50	2,00
—0,2289	—0,2360	—0,2184	—0,1811	—0,1289	—0,0669	2,00	2,00
—0,2395	—0,2569	—0,2430	—0,2042	—0,1465	—0,0764	4,00	2,00
—0,2491	—0,2758	—0,2653	—0,2251	—0,1625	—0,0850	10,00	2,00
—0,1959	—0,1683	—0,1380	—0,1054	—0,0712	—0,0359	0,10	4,00
—0,2160	—0,2010	—0,1745	—0,1389	—0,0964	—0,0494	0,50	4,00
—0,2331	—0,2287	—0,2056	—0,1674	—0,1179	—0,0608	1,00	4,00
—0,2395	—0,2392	—0,2173	—0,1781	—0,1259	—0,0651	1,25	4,00
—0,2450	—0,2481	—0,2272	—0,1872	—0,1328	—0,0688	1,50	4,00
—0,2538	—0,2624	—0,2432	—0,2019	—0,1438	—0,0747	2,00	4,00
—0,2738	—0,2949	—0,2796	—0,2352	—0,1689	—0,0881	4,00	4,00
—0,2932	—0,3264	—0,3148	—0,2675	—0,1932	—0,1011	10,00	4,00
—0,1971	—0,1694	—0,1389	—0,1061	—0,0717	—0,0361	0,10	10,00
—0,2219	—0,2066	—0,1795	—0,1429	—0,0992	—0,0508	0,50	10,00
—0,2439	—0,2397	—0,2155	—0,1755	—0,1236	—0,0638	1,00	10,00
—0,2525	—0,2525	—0,2295	—0,1882	—0,1331	—0,0689	1,25	10,00
—0,2599	—0,2635	—0,2416	—0,1991	—0,1413	—0,0732	1,50	10,00
—0,2719	—0,2816	—0,2613	—0,2170	—0,1547	—0,0803	2,00	10,00
—0,3004	—0,3244	—0,3080	—0,2592	—0,1863	—0,0972	4,00	10,00
—0,3293	—0,3679	—0,3554	—0,3022	—0,2185	—0,1143	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3380	0,3099	—0,1012	—0,0837	—0,1369	—0,1631
0,10	0,50	0,7420	0,2132	—0,0651	—0,0641	—0,0872	—0,0984
0,10	1,00	0,8723	0,1820	—0,0535	—0,0578	—0,0712	—0,0776
0,10	1,25	0,9041	0,1744	—0,0506	—0,0563	—0,0673	—0,0725
0,10	1,50	0,9266	0,1691	—0,0486	—0,0552	—0,0645	—0,0689
0,10	2,00	0,9563	0,1619	—0,0459	—0,0538	—0,0609	—0,0641
0,10	4,00	1,0047	0,1504	—0,0416	—0,0514	—0,0549	—0,0564
0,10	10,00	1,0361	0,1428	—0,0388	—0,0499	—0,0510	—0,0513
0,50	0,10	0,4473	0,3933	—0,1262	—0,0957	—0,1678	—0,2041
0,50	0,50	1,6000	0,4000	—0,1125	—0,0845	—0,1403	—0,1704
0,50	1,00	2,3603	0,4044	—0,1035	—0,0772	—0,1221	—0,1482
0,50	1,25	2,6082	0,4058	—0,1006	—0,0748	—0,1162	—0,1409
0,50	1,50	2,8046	0,4070	—0,0982	—0,0729	—0,1115	—0,1352
0,50	2,00	3,0960	0,4087	—0,0948	—0,0701	—0,1045	—0,1266
0,50	4,00	3,6675	0,4120	—0,0880	—0,0645	—0,0909	—0,1099
0,50	10,00	4,1243	0,4146	—0,0826	—0,0601	—0,0800	—0,0965
1,00	0,10	0,4661	0,4077	—0,1305	—0,0977	—0,1731	—0,2112
1,00	0,50	1,8703	0,4589	—0,1274	—0,0910	—0,1570	—0,1931
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,4122	0,5150	—0,1241	—0,0835	—0,1393	—0,1732
1,00	1,50	3,7563	0,5275	—0,1234	—0,0818	—0,1353	—0,1687
1,00	2,00	4,2980	0,5473	—0,1222	—0,0792	—0,1291	—0,1617
1,00	4,00	5,4845	0,5905	—0,1197	—0,0735	—0,1154	—0,1464
1,00	10,00	6,5732	0,6301	—0,1173	—0,0682	—0,1029	—0,1324
1,25	0,10	0,4701	0,4107	—0,1314	—0,0982	—0,1742	—0,2127
1,25	0,50	1,9357	0,4731	—0,1310	—0,0925	—0,1610	—0,1986
1,25	1,00	3,1719	0,5257	—0,1308	—0,0877	—0,1499	—0,1867
1,25	1,25	3,6364	0,5455	—0,1307	—0,0859	—0,1457	—0,1822
1,25	1,50	4,0297	0,5622	—0,1306	—0,0844	—0,1422	—0,1784
1,25	2,00	4,6598	0,5890	—0,1305	—0,0820	—0,1365	—0,1723
1,25	4,00	6,0877	0,6498	—0,1302	—0,0765	—0,1236	—0,1586
1,25	10,00	7,4590	0,7081	—0,1299	—0,0712	—0,1112	—0,1454

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

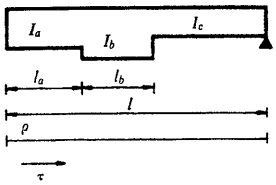
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1656	—0,1479	—0,1203	—0,0914	—0,0615	—0,0309	0,10	0,10
—0,0992	—0,0911	—0,0774	—0,0606	—0,0417	—0,0212	0,50	0,10
—0,0778	—0,0728	—0,0635	—0,0507	—0,0352	—0,0181	1,00	0,10
—0,0726	—0,0684	—0,0601	—0,0483	—0,0337	—0,0173	1,25	0,10
—0,0689	—0,0652	—0,0577	—0,0465	—0,0326	—0,0168	1,50	0,10
—0,0640	—0,0610	—0,0546	—0,0443	—0,0311	—0,0160	2,00	0,10
—0,0561	—0,0543	—0,0494	—0,0406	—0,0287	—0,0149	4,00	0,10
—0,0509	—0,0498	—0,0461	—0,0382	—0,0272	—0,0141	10,00	0,10
—0,2092	—0,1873	—0,1526	—0,1160	—0,0781	—0,0393	0,10	0,50
—0,1781	—0,1667	—0,1429	—0,1128	—0,0779	—0,0397	0,50	0,50
—0,1577	—0,1530	—0,1366	—0,1107	—0,0777	—0,0400	1,00	0,50
—0,1510	—0,1486	—0,1345	—0,1100	—0,0777	—0,0401	1,25	0,50
—0,1457	—0,1451	—0,1329	—0,1095	—0,0777	—0,0402	1,50	0,50
—0,1379	—0,1398	—0,1304	—0,1087	—0,0776	—0,0404	2,00	0,50
—0,1225	—0,1296	—0,1257	—0,1071	—0,0775	—0,0406	4,00	0,50
—0,1102	—0,1214	—0,1219	—0,1058	—0,0774	—0,0408	10,00	0,50
—0,2167	—0,1941	—0,1581	—0,1202	—0,0809	—0,0407	0,10	1,00
—0,2030	—0,1905	—0,1636	—0,1292	—0,0893	—0,0456	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1880	—0,1864	—0,1696	—0,1391	—0,0985	—0,0509	1,25	1,00
—0,1846	—0,1855	—0,1710	—0,1414	—0,1005	—0,0521	1,50	1,00
—0,1794	—0,1841	—0,1731	—0,1448	—0,1037	—0,0540	2,00	1,00
—0,1678	—0,1810	—0,1777	—0,1525	—0,1108	—0,0581	4,00	1,00
—0,1572	—0,1781	—0,1819	—0,1595	—0,1173	—0,0619	10,00	1,00
—0,2182	—0,1956	—0,1593	—0,1211	—0,0815	—0,0410	0,10	1,25
—0,2090	—0,1962	—0,1686	—0,1332	—0,0920	—0,0470	0,50	1,25
—0,2012	—0,1968	—0,1764	—0,1434	—0,1009	—0,0520	1,00	1,25
—0,1983	—0,1970	—0,1794	—0,1473	—0,1042	—0,0539	1,25	1,25
—0,1958	—0,1971	—0,1819	—0,1505	—0,1071	—0,0555	1,50	1,25
—0,1919	—0,1974	—0,1859	—0,1557	—0,1116	—0,0581	2,00	1,25
—0,1829	—0,1981	—0,1950	—0,1675	—0,1218	—0,0640	4,00	1,25
—0,1742	—0,1987	—0,2037	—0,1789	—0,1317	—0,0696	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.2}$	$\mu_{0.3}$
1,50	0,10	0,4728	0,4128	—0,1320	—0,0985	—0,1750	—0,2137
1,50	0,50	1,9819	0,4832	—0,1336	—0,0936	—0,1639	—0,2024
1,50	1,00	3,2979	0,5445	—0,1350	—0,0894	—0,1542	—0,1926
1,50	1,25	3,8029	0,5681	—0,1356	—0,0877	—0,1505	—0,1889
1,50	1,50	4,2353	0,5882	—0,1360	—0,0864	—0,1473	—0,1856
1,50	2,00	4,9369	0,6210	—0,1368	—0,0841	—0,1421	—0,1804
1,50	4,00	6,5693	0,6971	—0,1385	—0,0788	—0,1301	—0,1682
1,50	10,00	8,1952	0,7729	—0,1403	—0,0736	—0,1181	—0,1561
2,00	0,10	0,4762	0,4154	—0,1327	—0,0988	—0,1760	—0,2150
2,00	0,50	2,0429	0,4964	—0,1370	—0,0951	—0,1677	—0,2076
2,00	1,00	3,4702	0,5703	—0,1408	—0,0916	—0,1601	—0,2008
2,00	1,25	4,0339	0,5994	—0,1423	—0,0903	—0,1571	—0,1981
2,00	1,50	4,5237	0,6248	—0,1437	—0,0891	—0,1545	—0,1958
2,00	2,00	5,3333	0,6667	—0,1458	—0,0871	—0,1502	—0,1920
2,00	4,00	7,2904	0,7679	—0,1511	—0,0824	—0,1399	—0,1827
2,00	10,00	9,3487	0,8744	—0,1567	—0,0774	—0,1289	—0,1730
4,00	0,10	0,4813	0,4193	—0,1339	—0,0994	—0,1774	—0,2169
4,00	0,50	2,1417	0,5179	—0,1424	—0,0974	—0,1738	—0,2158
4,00	1,00	3,7653	0,6144	—0,1507	—0,0955	—0,1702	—0,2148
4,00	1,25	4,4382	0,6543	—0,1542	—0,0946	—0,1687	—0,2144
4,00	1,50	5,0385	0,6900	—0,1573	—0,0939	—0,1674	—0,2140
4,00	2,00	6,0637	0,7509	—0,1625	—0,0927	—0,1651	—0,2133
4,00	4,00	8,7273	0,9091	—0,1761	—0,0895	—0,1593	—0,2116
4,00	10,00	11,8507	1,0946	—0,1921	—0,0857	—0,1524	—0,2096
10,00	0,10	0,4845	0,4217	—0,1346	—0,0998	—0,1783	—0,2181
10,00	0,50	2,2057	0,5319	—0,1460	—0,0989	—0,1777	—0,2212
10,00	1,00	3,9677	0,6446	—0,1575	—0,0981	—0,1771	—0,2244
10,00	1,25	4,7222	0,6929	—0,1625	—0,0977	—0,1769	—0,2258
10,00	1,50	5,4077	0,7368	—0,1670	—0,0974	—0,1766	—0,2270
10,00	2,00	6,6065	0,8135	—0,1749	—0,0968	—0,1762	—0,2292
10,00	4,00	9,8977	1,0241	—0,1965	—0,0952	—0,1751	—0,2352
10,00	10,00	14,1176	1,2941	—0,2243	—0,0932	—0,1736	—0,2428

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

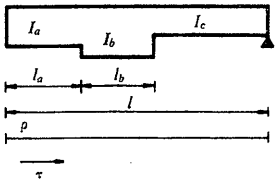
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}10$
$\beta = 0{,}40$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2193	—0,1965	—0,1601	—0,1217	—0,0819	—0,0412	0,10	1,50
—0,2133	—0,2003	—0,1721	—0,1360	—0,0940	—0,0480	0,50	1,50
—0,2080	—0,2036	—0,1826	—0,1485	—0,1045	—0,0539	1,00	1,50
—0,2060	—0,2048	—0,1867	—0,1533	—0,1085	—0,0562	1,25	1,50
—0,2042	—0,2059	—0,1901	—0,1574	—0,1120	—0,0581	1,50	1,50
—0,2014	—0,2076	—0,1957	—0,1641	—0,1176	—0,0613	2,00	1,50
—0,1949	—0,2117	—0,2088	—0,1796	—0,1307	—0,0686	4,00	1,50
—0,1884	—0,2157	—0,2217	—0,1950	—0,1437	—0,0759	10,00	1,50
—0,2206	—0,1978	—0,1611	—0,1225	—0,0824	—0,0415	0,10	2,00
—0,2189	—0,2057	—0,1768	—0,1397	—0,0966	—0,0493	0,50	2,00
—0,2172	—0,2128	—0,1911	—0,1555	—0,1094	—0,0564	1,00	2,00
—0,2166	—0,2157	—0,1967	—0,1617	—0,1145	—0,0593	1,25	2,00
—0,2160	—0,2181	—0,2017	—0,1671	—0,1189	—0,0617	1,50	2,00
—0,2151	—0,2222	—0,2098	—0,1760	—0,1262	—0,0658	2,00	2,00
—0,2129	—0,2321	—0,2294	—0,1976	—0,1439	—0,0756	4,00	2,00
—0,2105	—0,2424	—0,2500	—0,2203	—0,1624	—0,0859	10,00	2,00
—0,2227	—0,1996	—0,1626	—0,1236	—0,0832	—0,0419	0,10	4,00
—0,2279	—0,2143	—0,1843	—0,1457	—0,1007	—0,0514	0,50	4,00
—0,2331	—0,2287	—0,2056	—0,1674	—0,1179	—0,0608	1,00	4,00
—0,2352	—0,2347	—0,2144	—0,1763	—0,1250	—0,0647	1,25	4,00
—0,2371	—0,2400	—0,2223	—0,1843	—0,1313	—0,0682	1,50	4,00
—0,2403	—0,2491	—0,2357	—0,1980	—0,1421	—0,0741	2,00	4,00
—0,2487	—0,2727	—0,2705	—0,2335	—0,1702	—0,0895	4,00	4,00
—0,2586	—0,3004	—0,3114	—0,2751	—0,2031	—0,1075	10,00	4,00
—0,2240	—0,2008	—0,1635	—0,1243	—0,0837	—0,0421	0,10	10,00
—0,2338	—0,2200	—0,1892	—0,1496	—0,1034	—0,0528	0,50	10,00
—0,2439	—0,2397	—0,2155	—0,1755	—0,1236	—0,0638	1,00	10,00
—0,2483	—0,2481	—0,2268	—0,1866	—0,1323	—0,0685	1,25	10,00
—0,2522	—0,2557	—0,2370	—0,1967	—0,1401	—0,0728	1,50	10,00
—0,2591	—0,2691	—0,2549	—0,2143	—0,1539	—0,0802	2,00	10,00
—0,2779	—0,3058	—0,3041	—0,2627	—0,1916	—0,1008	4,00	10,00
—0,3021	—0,3529	—0,3671	—0,3247	—0,2400	—0,1271	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,4340	0,2129	—0,0748	—0,0790	—0,1190	—0,1242
0,10	0,50	0,5395	0,1841	—0,0628	—0,0739	—0,0993	—0,0981
0,10	1,00	0,5564	0,1795	—0,0609	—0,0731	—0,0961	—0,0939
0,10	1,25	0,5599	0,1786	—0,0605	—0,0729	—0,0955	—0,0930
0,10	1,50	0,5623	0,1779	—0,0602	—0,0728	—0,0950	—0,0924
0,10	2,00	0,5652	0,1771	—0,0599	—0,0727	—0,0945	—0,0917
0,10	4,00	0,5698	0,1759	—0,0594	—0,0725	—0,0936	—0,0905
0,10	10,00	0,5725	0,1751	—0,0591	—0,0723	—0,0931	—0,0899
0,50	0,10	0,9970	0,3509	—0,1117	—0,0904	—0,1628	—0,1887
0,50	0,50	1,8105	0,3669	—0,1017	—0,0825	—0,1324	—0,1533
0,50	1,00	2,0161	0,3710	—0,0992	—0,0805	—0,1247	—0,1444
0,50	1,25	2,0630	0,3719	—0,0986	—0,0801	—0,1230	—0,1424
0,50	1,50	2,0955	0,3725	—0,0982	—0,0797	—0,1218	—0,1410
0,50	2,00	2,1375	0,3734	—0,0977	—0,0793	—0,1202	—0,1392
0,50	4,00	2,2039	0,3747	—0,0969	—0,0787	—0,1177	—0,1363
0,50	10,00	2,2457	0,3755	—0,0964	—0,0783	—0,1162	—0,1345
1,00	0,10	1,1900	0,3983	—0,1243	—0,0942	—0,1778	—0,2107
1,00	0,50	2,5663	0,4756	—0,1248	—0,0876	—0,1521	—0,1862
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,1049	0,5059	—0,1250	—0,0850	—0,1420	—0,1766
1,00	1,50	3,1791	0,5101	—0,1251	—0,0846	—0,1407	—0,1753
1,00	2,00	3,2769	0,5156	—0,1251	—0,0842	—0,1388	—0,1736
1,00	4,00	3,4354	0,5245	—0,1252	—0,0834	—0,1359	—0,1707
1,00	10,00	3,5382	0,5303	—0,1252	—0,0829	—0,1340	—0,1689
1,25	0,10	1,2379	0,4100	—0,1275	—0,0952	—0,1815	—0,2162
1,25	0,50	2,8001	0,5092	—0,1320	—0,0892	—0,1582	—0,1964
1,25	1,00	3,3245	0,5426	—0,1335	—0,0871	—0,1504	—0,1897
1,25	1,25	3,4538	0,5508	—0,1339	—0,0866	—0,1484	—0,1881
1,25	1,50	3,5458	0,5566	—0,1342	—0,0863	—0,1470	—0,1869
1,25	2,00	3,6679	0,5644	—0,1345	—0,0858	—0,1452	—0,1854
1,25	4,00	3,8677	0,5771	—0,1351	—0,0850	—0,1422	—0,1828
1,25	10,00	3,9984	0,5854	—0,1355	—0,0845	—0,1403	—0,1812

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

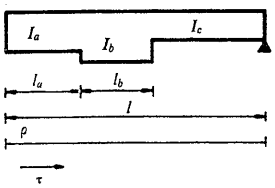
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1121	—0,0974	—0,0805	—0,0619	—0,0420	—0,0212	0,10	0,10
—0,0911	—0,0808	—0,0679	—0,0528	—0,0361	—0,0183	0,50	0,10
—0,0877	—0,0782	—0,0659	—0,0514	—0,0352	—0,0179	1,00	0,10
—0,0870	—0,0776	—0,0655	—0,0511	—0,0350	—0,0178	1,25	0,10
—0,0865	—0,0772	—0,0652	—0,0508	—0,0348	—0,0177	1,50	0,10
—0,0859	—0,0768	—0,0648	—0,0506	—0,0347	—0,0176	2,00	0,10
—0,0850	—0,0761	—0,0643	—0,0502	—0,0344	—0,0175	4,00	0,10
—0,0845	—0,0756	—0,0639	—0,0500	—0,0343	—0,0174	10,00	0,10
—0,1747	—0,1547	—0,1297	—0,1008	—0,0689	—0,0349	0,10	0,50
—0,1550	—0,1457	—0,1275	—0,1019	—0,0710	—0,0364	0,50	0,50
—0,1500	—0,1435	—0,1269	—0,1022	—0,0715	—0,0368	1,00	0,50
—0,1489	—0,1430	—0,1268	—0,1023	—0,0716	—0,0368	1,25	0,50
—0,1481	—0,1426	—0,1267	—0,1023	—0,0717	—0,0369	1,50	0,50
—0,1471	—0,1421	—0,1265	—0,1024	—0,0718	—0,0370	2,00	0,50
—0,1455	—0,1414	—0,1264	—0,1025	—0,0720	—0,0371	4,00	0,50
—0,1444	—0,1410	—0,1262	—0,1025	—0,0721	—0,0372	10,00	0,50
—0,1961	—0,1743	—0,1466	—0,1141	—0,0781	—0,0396	0,10	1,00
—0,1930	—0,1843	—0,1629	—0,1311	—0,0917	—0,0471	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1918	—0,1883	—0,1692	—0,1378	—0,0970	—0,0501	1,25	1,00
—0,1916	—0,1888	—0,1701	—0,1387	—0,0978	—0,0505	1,50	1,00
—0,1914	—0,1895	—0,1713	—0,1399	—0,0987	—0,0510	2,00	1,00
—0,1910	—0,1907	—0,1731	—0,1419	—0,1003	—0,0519	4,00	1,00
—0,1908	—0,1914	—0,1744	—0,1432	—0,1013	—0,0524	10,00	1,00
—0,2014	—0,1792	—0,1508	—0,1174	—0,0803	—0,0408	0,10	1,25
—0,2047	—0,1963	—0,1738	—0,1402	—0,0981	—0,0505	0,50	1,25
—0,2059	—0,2020	—0,1816	—0,1478	—0,1041	—0,0537	1,00	1,25
—0,2061	—0,2034	—0,1835	—0,1497	—0,1055	—0,0545	1,25	1,25
—0,2063	—0,2044	—0,1848	—0,1510	—0,1066	—0,0551	1,50	1,25
—0,2066	—0,2058	—0,1866	—0,1528	—0,1080	—0,0558	2,00	1,25
—0,2070	—0,2080	—0,1896	—0,1557	—0,1103	—0,0571	4,00	1,25
—0,2073	—0,2094	—0,1915	—0,1576	—0,1117	—0,0579	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,2721	0,4184	—0,1297	—0,0959	—0,1842	—0,2201
1,50	0,50	2,9811	0,5353	—0,1375	—0,0904	—0,1629	—0,2043
1,50	1,00	3,5828	0,5764	—0,1403	—0,0885	—0,1554	—0,1987
1,50	1,25	3,7335	0,5867	—0,1410	—0,0880	—0,1535	—0,1973
1,50	1,50	3,8412	0,5941	—0,1415	—0,0876	—0,1522	—0,1963
1,50	2,00	3,9849	0,6039	—0,1421	—0,0872	—0,1504	—0,1950
1,50	4,00	4,2219	0,6201	—0,1432	—0,0864	—0,1475	—0,1928
1,50	10,00	4,3781	0,6308	—0,1439	—0,0859	—0,1455	—0,1913
2,00	0,10	1,3175	0,4295	—0,1327	—0,0968	—0,1877	—0,2253
2,00	0,50	3,2432	0,5730	—0,1456	—0,0922	—0,1697	—0,2157
2,00	1,00	3,9683	0,6270	—0,1504	—0,0904	—0,1630	—0,2120
2,00	1,25	4,1540	0,6408	—0,1516	—0,0900	—0,1612	—0,2111
2,00	1,50	4,2878	0,6508	—0,1525	—0,0896	—0,1600	—0,2104
2,00	2,00	4,4676	0,6642	—0,1537	—0,0892	—0,1583	—0,2095
2,00	4,00	4,7676	0,6865	—0,1557	—0,0885	—0,1555	—0,2080
2,00	10,00	4,9677	0,7014	—0,1571	—0,0880	—0,1536	—0,2070
4,00	0,10	1,3921	0,4478	—0,1376	—0,0983	—0,1935	—0,2339
4,00	0,50	3,7360	0,6438	—0,1606	—0,0955	—0,1826	—0,2371
4,00	1,00	4,7319	0,7271	—0,1704	—0,0943	—0,1779	—0,2385
4,00	1,25	4,9983	0,7494	—0,1730	—0,0940	—0,1767	—0,2389
4,00	1,50	5,1933	0,7657	—0,1750	—0,0937	—0,1758	—0,2391
4,00	2,00	5,4595	0,7880	—0,1776	—0,0934	—0,1745	—0,2395
4,00	4,00	5,9142	0,8260	—0,1821	—0,0929	—0,1724	—0,2401
4,00	10,00	6,2254	0,8520	—0,1851	—0,0925	—0,1709	—0,2405
10,00	0,10	1,4411	0,4598	—0,1408	—0,0993	—0,1973	—0,2395
10,00	0,50	4,1107	0,6977	—0,1721	—0,0980	—0,1923	—0,2534
10,00	1,00	5,3495	0,8081	—0,1866	—0,0974	—0,1900	—0,2599
10,00	1,25	5,6926	0,8387	—0,1906	—0,0972	—0,1894	—0,2617
10,00	1,50	5,9469	0,8614	—0,1936	—0,0971	—0,1889	—0,2630
10,00	2,00	6,2986	0,8927	—0,1978	—0,0970	—0,1882	—0,2648
10,00	4,00	6,9116	0,9474	—0,2049	—0,0967	—0,1871	—0,2680
10,00	10,00	7,3403	0,9856	—0,2100	—0,0965	—0,1863	—0,2703

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

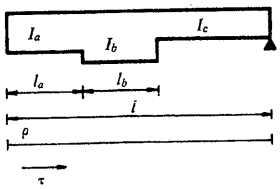
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2052	—0,1827	—0,1538	—0,1198	—0,0820	—0,0416	0,10	1,50
—0,2138	—0,2055	—0,1823	—0,1472	—0,1031	—0,0530	0,50	1,50
—0,2169	—0,2136	—0,1924	—0,1568	—0,1105	—0,0570	1,00	1,50
—0,2176	—0,2156	—0,1949	—0,1592	—0,1124	—0,0581	1,25	1,50
—0,2182	—0,2170	—0,1967	—0,1609	—0,1137	—0,0588	1,50	1,50
—0,2189	—0,2190	—0,1991	—0,1632	—0,1155	—0,0597	2,00	1,50
—0,2201	—0,2221	—0,2030	—0,1670	—0,1184	—0,0613	4,00	1,50
—0,2209	—0,2242	—0,2056	—0,1695	—0,1203	—0,0624	10,00	1,50
—0,2103	—0,1873	—0,1578	—0,1229	—0,0841	—0,0427	0,10	2,00
—0,2270	—0,2189	—0,1946	—0,1573	—0,1103	—0,0568	0,50	2,00
—0,2333	—0,2308	—0,2085	—0,1702	—0,1201	—0,0620	1,00	2,00
—0,2349	—0,2339	—0,2120	—0,1736	—0,1226	—0,0634	1,25	2,00
—0,2361	—0,2361	—0,2146	—0,1759	—0,1244	—0,0644	1,50	2,00
—0,2377	—0,2390	—0,2180	—0,1792	—0,1269	—0,0657	2,00	2,00
—0,2403	—0,2439	—0,2238	—0,1845	—0,1309	—0,0679	4,00	2,00
—0,2420	—0,2472	—0,2276	—0,1881	—0,1337	—0,0693	10,00	2,00
—0,2186	—0,1949	—0,1643	—0,1281	—0,0877	—0,0445	0,10	4,00
—0,2518	—0,2441	—0,2177	—0,1763	—0,1238	—0,0638	0,50	4,00
—0,2659	—0,2650	—0,2404	—0,1968	—0,1391	—0,0719	1,00	4,00
—0,2697	—0,2706	—0,2465	—0,2023	—0,1432	—0,0741	1,25	4,00
—0,2725	—0,2747	—0,2509	—0,2063	—0,1462	—0,0757	1,50	4,00
—0,2763	—0,2803	—0,2570	—0,2118	—0,1503	—0,0779	2,00	4,00
—0,2827	—0,2898	—0,2673	—0,2212	—0,1573	—0,0816	4,00	4,00
—0,2871	—0,2963	—0,2744	—0,2276	—0,1621	—0,0842	10,00	4,00
—0,2240	—0,1999	—0,1685	—0,1315	—0,0900	—0,0457	0,10	10,00
—0,2706	—0,2632	—0,2352	—0,1908	—0,1341	—0,0691	0,50	10,00
—0,2923	—0,2926	—0,2662	—0,2184	—0,1545	—0,0799	1,00	10,00
—0,2983	—0,3008	—0,2748	—0,2260	—0,1602	—0,0829	1,25	10,00
—0,3027	—0,3068	—0,2811	—0,2317	—0,1643	—0,0851	1,50	10,00
—0,3089	—0,3151	—0,2899	—0,2395	—0,1701	—0,0882	2,00	10,00
—0,3196	—0,3297	—0,3052	—0,2531	—0,1803	—0,0936	4,00	10,00
—0,3271	—0,3399	—0,3159	—0,2626	—0,1873	—0,0973	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3724	0,2587	—0,0888	—0,0820	—0,1305	—0,1492
0,10	0,50	0,5274	0,1920	—0,0653	—0,0745	—0,1015	—0,1026
0,10	1,00	0,5564	0,1795	—0,0609	—0,0731	—0,0961	—0,0939
0,10	1,25	0,5626	0,1769	—0,0600	—0,0728	—0,0950	—0,0920
0,10	1,50	0,5668	0,1751	—0,0593	—0,0726	—0,0942	—0,0907
0,10	2,00	0,5721	0,1728	—0,0585	—0,0723	—0,0932	—0,0891
0,10	4,00	0,5803	0,1692	—0,0573	—0,0720	—0,0917	—0,0867
0,10	10,00	0,5853	0,1671	—0,0565	—0,0717	—0,0907	—0,0852
0,50	0,10	0,7225	0,4017	—0,1288	—0,0930	—0,1730	—0,2193
0,50	0,50	1,6816	0,3789	—0,1068	—0,0837	—0,1372	—0,1638
0,50	1,00	2,0161	0,3710	—0,0992	—0,0805	—0,1247	—0,1444
0,50	1,25	2,0997	0,3690	—0,0973	—0,0797	—0,1216	—0,1396
0,50	1,50	2,1593	0,3676	—0,0959	—0,0791	—0,1194	—0,1361
0,50	2,00	2,2388	0,3657	—0,0941	—0,0784	—0,1164	—0,1315
0,50	4,00	2,3697	0,3626	—0,0911	—0,0771	—0,1115	—0,1240
0,50	10,00	2,4558	0,3605	—0,0891	—0,0763	—0,1083	—0,1190
1,00	0,10	0,8188	0,4410	—0,1397	—0,0960	—0,1847	—0,2386
1,00	0,50	2,3148	0,4815	—0,1296	—0,0888	—0,1568	—0,1974
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,1888	0,5051	—0,1237	—0,0846	—0,1405	—0,1733
1,00	1,50	3,3284	0,5089	—0,1228	—0,0839	—0,1379	—0,1695
1,00	2,00	3,5211	0,5141	—0,1215	—0,0830	—0,1343	—0,1641
1,00	4,00	3,8560	0,5231	—0,1192	—0,0814	—0,1280	—0,1549
1,00	10,00	4,0894	0,5294	—0,1176	—0,0802	—0,1237	—0,1485
1,25	0,10	0,8412	0,4502	—0,1423	—0,0967	—0,1874	—0,2431
1,25	0,50	2,5033	0,5120	—0,1364	—0,0903	—0,1626	—0,2074
1,25	1,00	3,3245	0,5426	—0,1335	—0,0871	—0,1504	—0,1897
1,25	1,25	3,5579	0,5512	—0,1327	—0,0862	—0,1469	—0,1847
1,25	1,50	3,7326	0,5577	—0,1321	—0,0856	—0,1443	—0,1810
1,25	2,00	3,9767	0,5668	—0,1312	—0,0846	—0,1406	—0,1757
1,25	4,00	4,4092	0,5829	—0,1297	—0,0830	—0,1342	—0,1664
1,25	10,00	4,7170	0,5943	—0,1286	—0,0818	—0,1296	—0,1598

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

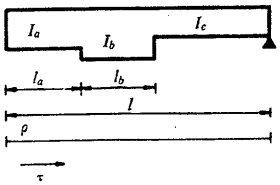
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p:
$M = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1418	—0,1216	—0,0995	—0,0759	—0,0512	—0,0258	0,10	0,10
—0,0962	—0,0850	—0,0712	—0,0552	—0,0377	—0,0191	0,50	0,10
—0,0877	—0,0782	—0,0659	—0,0514	—0,0352	—0,0179	1,00	0,10
—0,0859	—0,0767	—0,0647	—0,0505	—0,0346	—0,0176	1,25	0,10
—0,0846	—0,0757	—0,0640	—0,0500	—0,0343	—0,0174	1,50	0,10
—0,0831	—0,0745	—0,0630	—0,0493	—0,0338	—0,0172	2,00	0,10
—0,0807	—0,0725	—0,0615	—0,0482	—0,0331	—0,0168	4,00	0,10
—0,0792	—0,0713	—0,0606	—0,0475	—0,0326	—0,0166	10,00	0,10
—0,2150	—0,1858	—0,1530	—0,1173	—0,0794	—0,0401	0,10	0,50
—0,1668	—0,1544	—0,1336	—0,1061	—0,0735	—0,0376	0,50	0,50
—0,1500	—0,1435	—0,1269	—0,1022	—0,0715	—0,0368	1,00	0,50
—0,1458	—0,1407	—0,1252	—0,1012	—0,0710	—0,0365	1,25	0,50
—0,1428	—0,1388	—0,1240	—0,1006	—0,0706	—0,0364	1,50	0,50
—0,1388	—0,1362	—0,1224	—0,0996	—0,0701	—0,0362	2,00	0,50
—0,1322	—0,1319	—0,1197	—0,0981	—0,0694	—0,0359	4,00	0,50
—0,1279	—0,1291	—0,1180	—0,0971	—0,0688	—0,0356	10,00	0,50
—0,2352	—0,2035	—0,1677	—0,1286	—0,0871	—0,0440	0,10	1,00
—0,2056	—0,1925	—0,1679	—0,1340	—0,0932	—0,0478	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1883	—0,1861	—0,1680	—0,1372	—0,0968	—0,0500	1,25	1,00
—0,1855	—0,1851	—0,1680	—0,1377	—0,0973	—0,0503	1,50	1,00
—0,1817	—0,1837	—0,1681	—0,1384	—0,0981	—0,0508	2,00	1,00
—0,1751	—0,1812	—0,1681	—0,1396	—0,0995	—0,0517	4,00	1,00
—0,1704	—0,1795	—0,1682	—0,1404	—0,1004	—0,0523	10,00	1,00
—0,2398	—0,2076	—0,1711	—0,1313	—0,0889	—0,0449	0,10	1,25
—0,2171	—0,2039	—0,1781	—0,1423	—0,0991	—0,0508	0,50	1,25
—0,2059	—0,2020	—0,1816	—0,1478	—0,1041	—0,0537	1,00	1,25
—0,2027	—0,2015	—0,1825	—0,1494	—0,1055	—0,0545	1,25	1,25
—0,2003	—0,2011	—0,1833	—0,1505	—0,1066	—0,0552	1,50	1,25
—0,1969	—0,2006	—0,1843	—0,1521	—0,1081	—0,0560	2,00	1,25
—0,1910	—0,1996	—0,1861	—0,1550	—0,1107	—0,0576	4,00	1,25
—0,1868	—0,1989	—0,1874	—0,1571	—0,1126	—0,0586	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	0,8568	0,4566	—0,1441	—0,0972	—0,1893	—0,2462
1,50	0,50	2,6471	0,5353	—0,1416	—0,0915	—0,1671	—0,2150
1,50	1,00	3,5828	0,5764	—0,1403	—0,0885	—0,1554	—0,1987
1,50	1,25	3,8554	0,5884	—0,1399	—0,0876	—0,1520	—0,1939
1,50	1,50	4,0614	0,5975	—0,1396	—0,0869	—0,1495	—0,1903
1,50	2,00	4,3520	0,6103	—0,1392	—0,0860	—0,1458	—0,1853
1,50	4,00	4,8754	0,6333	—0,1385	—0,0843	—0,1393	—0,1762
1,50	10,00	5,2546	0,6499	—0,1380	—0,0831	—0,1346	—0,1695
2,00	0,10	0,8772	0,4649	—0,1464	—0,0979	—0,1918	—0,2503
2,00	0,50	2,8517	0,5684	—0,1490	—0,0931	—0,1734	—0,2259
2,00	1,00	3,9683	0,6270	—0,1504	—0,0904	—0,1630	—0,2120
2,00	1,25	4,3054	0,6447	—0,1508	—0,0896	—0,1598	—0,2079
2,00	1,50	4,5639	0,6582	—0,1512	—0,0890	—0,1574	—0,2047
2,00	2,00	4,9342	0,6776	—0,1516	—0,0881	—0,1539	—0,2001
2,00	4,00	5,6180	0,7135	—0,1525	—0,0864	—0,1476	—0,1916
2,00	10,00	6,1275	0,7402	—0,1532	—0,0852	—0,1428	—0,1853
4,00	0,10	0,9096	0,4782	—0,1501	—0,0989	—0,1958	—0,2568
4,00	0,50	3,2258	0,6290	—0,1624	—0,0961	—0,1849	—0,2457
4,00	1,00	4,7319	0,7271	—0,1704	—0,0943	—0,1779	—0,2385
4,00	1,25	5,2192	0,7589	—0,1730	—0,0937	—0,1756	—0,2362
4,00	1,50	5,6040	0,7839	—0,1751	—0,0932	—0,1738	—0,2343
4,00	2,00	6,1728	0,8210	—0,1781	—0,0925	—0,1712	—0,2316
4,00	4,00	7,2816	0,8932	—0,1840	—0,0912	—0,1660	—0,2263
4,00	10,00	8,1610	0,9505	—0,1887	—0,0901	—0,1619	—0,2221
10,00	0,10	0,9303	0,4866	—0,1525	—0,0996	—0,1983	—0,2609
10,00	0,50	3,5014	0,6737	—0,1723	—0,0983	—0,1935	—0,2603
10,00	1,00	5,3495	0,8081	—0,1866	—0,0974	—0,1900	—0,2599
10,00	1,25	5,9809	0,8541	—0,1915	—0,0971	—0,1888	—0,2597
10,00	1,50	6,4916	0,8912	—0,1955	—0,0969	—0,1879	—0,2596
10,00	2,00	7,2674	0,9477	—0,2015	—0,0965	—0,1864	—0,2594
10,00	4,00	8,8548	1,0632	—0,2137	—0,0957	—0,1835	—0,2590
10,00	10,00	10,1902	1,1603	—0,2240	—0,0951	—0,1810	—0,2587

vigas de inercia variable:
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

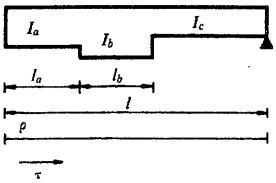
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2431	—0,2104	—0,1735	—0,1331	—0,0902	—0,0455	0,10	1,50
—0,2259	—0,2125	—0,1859	—0,1487	—0,1035	—0,0531	0,50	1,50
—0,2169	—0,2136	—0,1924	—0,1568	—0,1105	—0,0570	1,00	1,50
—0,2143	—0,2139	—0,1942	—0,1592	—0,1125	—0,0582	1,25	1,50
—0,2123	—0,2141	—0,1957	—0,1610	—0,1141	—0,0591	1,50	1,50
—0,2095	—0,2145	—0,1977	—0,1635	—0,1162	—0,0603	2,00	1,50
—0,2044	—0,2151	—0,2013	—0,1680	—0,1202	—0,0625	4,00	1,50
—0,2008	—0,2155	—0,2039	—0,1713	—0,1230	—0,0641	10,00	1,50
—0,2474	—0,2142	—0,1766	—0,1355	—0,0918	—0,0463	0,10	2,00
—0,2384	—0,2248	—0,1970	—0,1577	—0,1099	—0,0564	0,50	2,00
—0,2333	—0,2308	—0,2085	—0,1702	—0,1201	—0,0620	1,00	2,00
—0,2318	—0,2326	—0,2119	—0,1740	—0,1232	—0,0637	1,25	2,00
—0,2306	—0,2340	—0,2146	—0,1769	—0,1256	—0,0651	1,50	2,00
—0,2289	—0,2360	—0,2184	—0,1811	—0,1289	—0,0669	2,00	2,00
—0,2258	—0,2397	—0,2255	—0,1888	—0,1352	—0,0704	4,00	2,00
—0,2235	—0,2424	—0,2307	—0,1945	—0,1399	—0,0730	10,00	2,00
—0,2542	—0,2201	—0,1816	—0,1394	—0,0944	—0,0477	0,10	4,00
—0,2613	—0,2473	—0,2172	—0,1742	—0,1215	—0,0624	0,50	4,00
—0,2659	—0,2650	—0,2404	—0,1968	—0,1391	—0,0719	1,00	4,00
—0,2674	—0,2707	—0,2479	—0,2042	—0,1448	—0,0750	1,25	4,00
—0,2686	—0,2752	—0,2538	—0,2100	—0,1493	—0,0775	1,50	4,00
—0,2704	—0,2819	—0,2626	—0,2185	—0,1560	—0,0811	2,00	4,00
—0,2738	—0,2949	—0,2796	—0,2352	—0,1689	—0,0881	4,00	4,00
—0,2765	—0,3052	—0,2931	—0,2484	—0,1792	—0,0937	10,00	4,00
—0,2585	—0,2239	—0,1847	—0,1418	—0,0961	—0,0485	0,10	10,00
—0,2782	—0,2639	—0,2321	—0,1863	—0,1301	—0,0668	0,50	10,00
—0,2923	—0,2926	—0,2662	—0,2184	—0,1545	—0,0799	1,00	10,00
—0,2971	—0,3024	—0,2778	—0,2293	—0,1628	—0,0844	1,25	10,00
—0,3010	—0,3104	—0,2872	—0,2382	—0,1696	—0,0880	1,50	10,00
—0,3070	—0,3224	—0,3016	—0,2516	—0,1798	—0,0936	2,00	10,00
—0,3191	—0,3471	—0,3308	—0,2791	—0,2008	—0,1048	4,00	10,00
—0,3293	—0,3679	—0,3554	—0,3022	—0,2185	—0,1143	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3380	0,3099	—0,1012	—0,0837	—0,1369	—0,1631
0,10	0,50	0,5191	0,2018	—0,0678	—0,0749	—0,1031	—0,1057
0,10	1,00	0,5564	0,1795	—0,0609	—0,0731	—0,0961	—0,0939
0,10	1,25	0,5645	0,1747	—0,0594	—0,0727	—0,0946	—0,0913
0,10	1,50	0,5700	0,1714	—0,0584	—0,0724	—0,0936	—0,0895
0,10	2,00	0,5771	0,1672	—0,0571	—0,0721	—0,0923	—0,0873
0,10	4,00	0,5880	0,1606	—0,0551	—0,0716	—0,0902	—0,0838
0,10	10,00	0,5948	0,1566	—0,0538	—0,0713	—0,0890	—0,0817
0,50	0,10	0,6035	0,4695	—0,1444	—0,0942	—0,1775	—0,2326
0,50	0,50	1,6000	0,4000	—0,1125	—0,0845	—0,1403	—0,1704
0,50	1,00	2,0161	0,3710	—0,0992	—0,0805	—0,1247	—0,1444
0,50	1,25	2,1268	0,3632	—0,0957	—0,0794	—0,1206	—0,1375
0,50	1,50	2,2075	0,3576	—0,0931	—0,0787	—0,1176	—0,1325
0,50	2,00	2,3175	0,3499	—0,0896	—0,0776	—0,1135	—0,1256
0,50	4,00	2,5047	0,3369	—0,0836	—0,0758	—0,1065	—0,1139
0,50	10,00	2,6323	0,3280	—0,0795	—0,0746	—0,1017	—0,1060
1,00	0,10	0,6692	0,5090	—0,1550	—0,0968	—0,1875	—0,2498
1,00	0,50	2,1629	0,5032	—0,1358	—0,0895	—0,1596	—0,2041
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,2517	0,4990	—0,1218	—0,0843	—0,1393	—0,1708
1,00	1,50	3,4443	0,4983	—0,1193	—0,0834	—0,1357	—0,1649
1,00	2,00	3,7198	0,4972	—0,1157	—0,0820	—0,1306	—0,1565
1,00	4,00	4,2268	0,4952	—0,1092	—0,0796	—0,1211	—0,1410
1,00	10,00	4,6033	0,4938	—0,1043	—0,0778	—0,1141	—0,1294
1,25	0,10	0,6841	0,5180	—0,1575	—0,0974	—0,1898	—0,2537
1,25	0,50	2,3267	0,5333	—0,1426	—0,0910	—0,1653	—0,2139
1,25	1,00	3,3245	0,5426	—0,1335	—0,0871	—0,1504	—0,1897
1,25	1,25	3,6364	0,5455	—0,1307	—0,0859	—0,1457	—0,1822
1,25	1,50	3,8790	0,5477	—0,1285	—0,0850	—0,1421	—0,1763
1,25	2,00	4,2319	0,5510	—0,1253	—0,0836	—0,1368	—0,1678
1,25	4,00	4,9008	0,5572	—0,1192	—0,0811	—0,1268	—0,1515
1,25	10,00	5,4142	0,5620	—0,1146	—0,0791	—0,1191	—0,1391

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

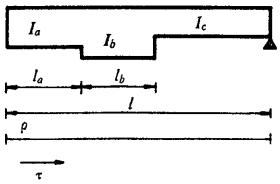
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1656	—0,1479	—0,1203	—0,0914	—0,0615	—0,0309	0,10	0,10
—0,1010	—0,0901	—0,0752	—0,0582	—0,0397	—0,0201	0,50	0,10
—0,0877	—0,0782	—0,0659	—0,0514	—0,0352	—0,0179	1,00	0,10
—0,0848	—0,0756	—0,0639	—0,0499	—0,0342	—0,0174	1,25	0,10
—0,0828	—0,0738	—0,0625	—0,0489	—0,0335	—0,0170	1,50	0,10
—0,0803	—0,0716	—0,0607	—0,0476	—0,0327	—0,0166	2,00	0,10
—0,0764	—0,0681	—0,0580	—0,0455	—0,0313	—0,0160	4,00	0,10
—0,0740	—0,0659	—0,0563	—0,0443	—0,0305	—0,0156	10,00	0,10
—0,2455	—0,2222	—0,1814	—0,1381	—0,0931	—0,0469	0,10	0,50
—0,1781	—0,1667	—0,1429	—0,1128	—0,0779	—0,0397	0,50	0,50
—0,1500	—0,1435	—0,1269	—0,1022	—0,0715	—0,0368	1,00	0,50
—0,1425	—0,1373	—0,1226	—0,0994	—0,0698	—0,0360	1,25	0,50
—0,1371	—0,1328	—0,1195	—0,0974	—0,0686	—0,0354	1,50	0,50
—0,1296	—0,1267	—0,1153	—0,0946	—0,0669	—0,0346	2,00	0,50
—0,1170	—0,1163	—0,1080	—0,0898	—0,0640	—0,0333	4,00	0,50
—0,1083	—0,1092	—0,1031	—0,0865	—0,0621	—0,0324	10,00	0,50
—0,2653	—0,2406	—0,1965	—0,1497	—0,1009	—0,0508	0,10	1,00
—0,2183	—0,2066	—0,1782	—0,1412	—0,0978	—0,0500	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1841	—0,1818	—0,1649	—0,1351	—0,0955	—0,0494	1,25	1,00
—0,1780	—0,1774	—0,1626	—0,1340	—0,0951	—0,0493	1,50	1,00
—0,1694	—0,1711	—0,1592	—0,1324	—0,0945	—0,0491	2,00	1,00
—0,1534	—0,1596	—0,1530	—0,1296	—0,0934	—0,0488	4,00	1,00
—0,1416	—0,1510	—0,1484	—0,1274	—0,0926	—0,0486	10,00	1,00
—0,2697	—0,2447	—0,1999	—0,1523	—0,1027	—0,0517	0,10	1,25
—0,2300	—0,2182	—0,1885	—0,1495	—0,1036	—0,0529	0,50	1,25
—0,2059	—0,2020	—0,1816	—0,1478	—0,1041	—0,0537	1,00	1,25
—0,1983	—0,1970	—0,1794	—0,1473	—0,1042	—0,0539	1,25	1,25
—0,1924	—0,1930	—0,1777	—0,1469	—0,1044	—0,0541	1,50	1,25
—0,1839	—0,1873	—0,1753	—0,1463	—0,1046	—0,0544	2,00	1,25
—0,1677	—0,1765	—0,1706	—0,1451	—0,1049	—0,0549	4,00	1,25
—0,1553	—0,1682	—0,1670	—0,1442	—0,1052	—0,0553	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	0,6944	0,5242	—0,1591	—0,0978	—0,1914	—0,2564
1,50	0,50	2,4503	0,5559	—0,1477	—0,0921	—0,1695	—0,2213
1,50	1,00	3,5828	0,5764	—0,1403	—0,0885	—0,1554	—0,1987
1,50	1,25	3,9477	0,5830	—0,1379	—0,0873	—0,1509	—0,1914
1,50	1,50	4,2353	0,5882	—0,1360	—0,0864	—0,1473	—0,1856
1,50	2,00	4,6596	0,5959	—0,1333	—0,0850	—0,1420	—0,1772
1,50	4,00	5,4836	0,6108	—0,1279	—0,0823	—0,1318	—0,1607
1,50	10,00	6,1346	0,6226	—0,1236	—0,0802	—0,1237	—0,1477
2,00	0,10	0,7077	0,5322	—0,1613	—0,0983	—0,1934	—0,2599
2,00	0,50	2,6247	0,5879	—0,1549	—0,0937	—0,1755	—0,2318
2,00	1,00	3,9683	0,6270	—0,1504	—0,0904	—0,1630	—0,2120
2,00	1,25	4,4209	0,6401	—0,1489	—0,0893	—0,1587	—0,2054
2,00	1,50	4,7847	0,6507	—0,1477	—0,0884	—0,1553	—0,2001
2,00	2,00	5,3333	0,6667	—0,1458	—0,0871	—0,1502	—0,1920
2,00	4,00	6,4412	0,6989	—0,1421	—0,0844	—0,1399	—0,1757
2,00	10,00	7,3584	0,7255	—0,1391	—0,0822	—0,1313	—0,1623
4,00	0,10	0,7287	0,5448	—0,1647	—0,0991	—0,1966	—0,2654
4,00	0,50	2,9383	0,6454	—0,1679	—0,0964	—0,1863	—0,2505
4,00	1,00	4,7319	0,7271	—0,1704	—0,0943	—0,1779	—0,2385
4,00	1,25	5,3899	0,7571	—0,1714	—0,0935	—0,1748	—0,2341
4,00	1,50	5,9406	0,7822	—0,1722	—0,0928	—0,1723	—0,2304
4,00	2,00	6,8104	0,8218	—0,1734	—0,0918	—0,1682	—0,2245
4,00	4,00	8,7273	0,9091	—0,1761	—0,0895	—0,1593	—0,2116
4,00	10,00	10,5005	0,9898	—0,1787	—0,0873	—0,1510	—0,1997
10,00	0,10	0,7419	0,5527	—0,1668	—0,0996	—0,1986	—0,2688
10,00	0,50	3,1652	0,6871	—0,1772	—0,0985	—0,1941	—0,2641
10,00	1,00	5,3495	0,8081	—0,1866	—0,0974	—0,1900	—0,2599
10,00	1,25	6,2060	0,8556	—0,1903	—0,0970	—0,1884	—0,2582
10,00	1,50	6,9477	0,8967	—0,1935	—0,0966	—0,1870	—0,2568
10,00	2,00	8,1677	0,9643	—0,1987	—0,0961	—0,1848	—0,2544
10,00	4,00	11,0885	1,1262	—0,2113	—0,0946	—0,1793	—0,2487
10,00	10,00	14,1176	1,2941	—0,2243	—0,0932	—0,1736	—0,2428

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

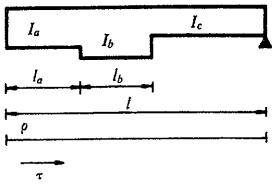
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}20$
$\beta = 0{,}30$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,2728	—0,2476	—0,2023	—0,1541	—0,1039	—0,0523	0,10	1,50
—0,2388	—0,2269	—0,1962	—0,1558	—0,1079	—0,0552	0,50	1,50
—0,2169	—0,2136	—0,1924	—0,1568	—0,1105	—0,0570	1,00	1,50
—0,2098	—0,2093	—0,1911	—0,1571	—0,1113	—0,0576	1,25	1,50
—0,2042	—0,2059	—0,1901	—0,1574	—0,1120	—0,0581	1,50	1,50
—0,1960	—0,2009	—0,1887	—0,1578	—0,1130	—0,0588	2,00	1,50
—0,1800	—0,1912	—0,1858	—0,1586	—0,1149	—0,0602	4,00	1,50
—0,1674	—0,1835	—0,1836	—0,1592	—0,1163	—0,0612	10,00	1,50
—0,2769	—0,2514	—0,2053	—0,1565	—0,1055	—0,0531	0,10	2,00
—0,2513	—0,2393	—0,2072	—0,1646	—0,1141	—0,0584	0,50	2,00
—0,2333	—0,2308	—0,2085	—0,1702	—0,1201	—0,0620	1,00	2,00
—0,2273	—0,2280	—0,2089	—0,1721	—0,1221	—0,0633	1,25	2,00
—0,2224	—0,2257	—0,2093	—0,1737	—0,1238	—0,0643	1,50	2,00
—0,2151	—0,2222	—0,2098	—0,1760	—0,1262	—0,0658	2,00	2,00
—0,2003	—0,2152	—0,2108	—0,1807	—0,1312	—0,0688	4,00	2,00
—0,1881	—0,2095	—0,2117	—0,1845	—0,1353	—0,0713	10,00	2,00
—0,2832	—0,2572	—0,2102	—0,1602	—0,1080	—0,0544	0,10	4,00
—0,2737	—0,2615	—0,2268	—0,1804	—0,1252	—0,0641	0,50	4,00
—0,2659	—0,2650	—0,2404	—0,1968	—0,1391	—0,0719	1,00	4,00
—0,2631	—0,2663	—0,2453	—0,2029	—0,1442	—0,0748	1,25	4,00
—0,2607	—0,2673	—0,2495	—0,2079	—0,1485	—0,0772	1,50	4,00
—0,2570	—0,2690	—0,2561	—0,2159	—0,1553	—0,0810	2,00	4,00
—0,2487	—0,2727	—0,2705	—0,2335	—0,1702	—0,0895	4,00	4,00
—0,2411	—0,2762	—0,2839	—0,2497	—0,1840	—0,0972	10,00	4,00
—0,2871	—0,2609	—0,2132	—0,1625	—0,1096	—0,0552	0,10	10,00
—0,2899	—0,2776	—0,2411	—0,1919	—0,1332	—0,0682	0,50	10,00
—0,2923	—0,2926	—0,2662	—0,2184	—0,1545	—0,0799	1,00	10,00
—0,2933	—0,2985	—0,2760	—0,2288	—0,1628	—0,0845	1,25	10,00
—0,2941	—0,3036	—0,2846	—0,2377	—0,1701	—0,0885	1,50	10,00
—0,2955	—0,3120	—0,2986	—0,2525	—0,1820	—0,0951	2,00	10,00
—0,2987	—0,3321	—0,3322	—0,2880	—0,2105	—0,1108	4,00	10,00
—0,3021	—0,3529	—0,3671	—0,3247	—0,2400	—0,1271	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3724	0,2587	—0,0888	—0,0820	—0,1305	—0,1492
0,10	0,50	0,4261	0,2188	—0,0765	—0,0794	—0,1205	—0,1274
0,10	1,00	0,4340	0,2129	—0,0748	—0,0790	—0,1190	—0,1242
0,10	1,25	0,4356	0,2117	—0,0744	—0,0789	—0,1187	—0,1236
0,10	1,50	0,4366	0,2109	—0,0742	—0,0789	—0,1185	—0,1232
0,10	2,00	0,4380	0,2099	—0,0738	—0,0788	—0,1182	—0,1226
0,10	4,00	0,4400	0,2084	—0,0734	—0,0787	—0,1179	—0,1218
0,10	10,00	0,4413	0,2075	—0,0731	—0,0787	—0,1176	—0,1213
0,50	0,10	1,0714	0,4357	—0,1311	—0,0896	—0,1600	—0,2132
0,50	0,50	1,6816	0,3789	—0,1068	—0,0837	—0,1372	—0,1638
0,50	1,00	1,8105	0,3669	—0,1017	—0,0825	—0,1324	—0,1533
0,50	1,25	1,8387	0,3643	—0,1006	—0,0822	—0,1314	—0,1511
0,50	1,50	1,8580	0,3625	—0,0998	—0,0820	—0,1306	—0,1495
0,50	2,00	1,8826	0,3602	—0,0988	—0,0818	—0,1297	—0,1475
0,50	4,00	1,9209	0,3567	—0,0973	—0,0814	—0,1283	—0,1444
0,50	10,00	1,9446	0,3544	—0,0964	—0,0812	—0,1274	—0,1425
1,00	0,10	1,3999	0,5189	—0,1510	—0,0932	—0,1739	—0,2433
1,00	0,50	2,6619	0,5040	—0,1305	—0,0871	—0,1503	—0,1922
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,0782	0,4991	—0,1237	—0,0851	—0,1425	—0,1753
1,00	1,50	3,1326	0,4984	—0,1228	—0,0849	—0,1415	—0,1731
1,00	2,00	3,2034	0,4976	—0,1217	—0,0845	—0,1402	—0,1703
1,00	4,00	3,3158	0,4963	—0,1199	—0,0840	—0,1381	—0,1657
1,00	10,00	3,3872	0,4954	—0,1187	—0,0836	—0,1368	—0,1628
1,25	0,10	1,4914	0,5421	—0,1565	—0,0942	—0,1777	—0,2517
1,25	0,50	3,0133	0,5488	—0,1390	—0,0883	—0,1550	—0,2024
1,25	1,00	3,4538	0,5508	—0,1339	—0,0866	—0,1484	—0,1881
1,25	1,25	3,5579	0,5512	—0,1327	—0,0862	—0,1469	—0,1847
1,25	1,50	3,6308	0,5516	—0,1318	—0,0860	—0,1458	—0,1824
1,25	2,00	3,7262	0,5520	—0,1307	—0,0856	—0,1444	—0,1793
1,25	4,00	3,8792	0,5527	—0,1290	—0,0850	—0,1421	—0,1743
1,25	10,00	3,9772	0,5531	—0,1278	—0,0846	—0,1406	—0,1711

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

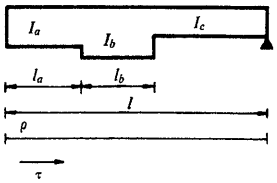
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1418	—0,1216	—0,0995	—0,0759	—0,0512	—0,0258	0,10	0,10
—0,1159	—0,1005	—0,0830	—0,0637	—0,0432	—0,0218	0,50	0,10
—0,1121	—0,0974	—0,0805	—0,0619	—0,0420	—0,0212	1,00	0,10
—0,1114	—0,0968	—0,0801	—0,0616	—0,0418	—0,0211	1,25	0,10
—0,1108	—0,0964	—0,0797	—0,0613	—0,0416	—0,0210	1,50	0,10
—0,1102	—0,0958	—0,0793	—0,0610	—0,0414	—0,0209	2,00	0,10
—0,1092	—0,0950	—0,0787	—0,0605	—0,0411	—0,0208	4,00	0,10
—0,1086	—0,0946	—0,0783	—0,0603	—0,0409	—0,0207	10,00	0,10
—0,2229	—0,1955	—0,1629	—0,1259	—0,0857	—0,0434	0,10	0,50
—0,1668	—0,1544	—0,1336	—0,1061	—0,0735	—0,0376	0,50	0,50
—0,1550	—0,1457	—0,1275	—0,1019	—0,0710	—0,0364	1,00	0,50
—0,1524	—0,1438	—0,1261	—0,1010	—0,0704	—0,0361	1,25	0,50
—0,1506	—0,1425	—0,1252	—0,1004	—0,0700	—0,0359	1,50	0,50
—0,1484	—0,1409	—0,1240	—0,0996	—0,0695	—0,0357	2,00	0,50
—0,1448	—0,1383	—0,1222	—0,0984	—0,0688	—0,0353	4,00	0,50
—0,1427	—0,1367	—0,1210	—0,0976	—0,0683	—0,0351	10,00	0,50
—0,2609	—0,2303	—0,1926	—0,1494	—0,1019	—0,0517	0,10	1,00
—0,2066	—0,1965	—0,1732	—0,1392	—0,0972	—0,0500	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1886	—0,1854	—0,1668	—0,1359	—0,0957	—0,0494	1,25	1,00
—0,1863	—0,1840	—0,1660	—0,1354	—0,0955	—0,0493	1,50	1,00
—0,1832	—0,1821	—0,1649	—0,1349	—0,0952	—0,0492	2,00	1,00
—0,1784	—0,1791	—0,1631	—0,1340	—0,0948	—0,0491	4,00	1,00
—0,1753	—0,1771	—0,1620	—0,1334	—0,0946	—0,0490	10,00	1,00
—0,2715	—0,2400	—0,2009	—0,1559	—0,1064	—0,0540	0,10	1,25
—0,2208	—0,2116	—0,1874	—0,1511	—0,1057	—0,0544	0,50	1,25
—0,2061	—0,2034	—0,1835	—0,1497	—0,1055	—0,0545	1,00	1,25
—0,2027	—0,2015	—0,1825	—0,1494	—0,1055	—0,0545	1,25	1,25
—0,2002	—0,2001	—0,1819	—0,1491	—0,1055	—0,0546	1,50	1,25
—0,1970	—0,1984	—0,1810	—0,1488	—0,1054	—0,0546	2,00	1,25
—0,1919	—0,1955	—0,1797	—0,1483	—0,1054	—0,0546	4,00	1,25
—0,1887	—0,1937	—0,1788	—0,1480	—0,1053	—0,0546	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,5593	0,5593	—0,1606	—0,0950	—0,1806	—0,2579
1,50	0,50	3,3040	0,5859	—0,1460	—0,0894	—0,1589	—0,2108
1,50	1,00	3,8412	0,5941	—0,1415	—0,0876	—0,1522	—0,1963
1,50	1,25	3,9704	0,5961	—0,1404	—0,0872	—0,1506	—0,1928
1,50	1,50	4,0614	0,5975	—0,1396	—0,0869	—0,1495	—0,1903
1,50	2,00	4,1812	0,5993	—0,1386	—0,0865	—0,1480	—0,1871
1,50	4,00	4,3748	0,6023	—0,1370	—0,0859	—0,1456	—0,1819
1,50	10,00	4,4998	0,6042	—0,1359	—0,0855	—0,1440	—0,1785
2,00	0,10	1,6533	0,5831	—0,1663	—0,0960	—0,1846	—0,2665
2,00	0,50	3,7570	0,6437	—0,1569	—0,0909	—0,1649	—0,2239
2,00	1,00	4,4676	0,6642	—0,1537	—0,0892	—0,1583	—0,2095
2,00	1,25	4,6432	0,6692	—0,1529	—0,0888	—0,1567	—0,2060
2,00	1,50	4,7682	0,6728	—0,1524	—0,0885	—0,1555	—0,2034
2,00	2,00	4,9342	0,6776	—0,1516	—0,0881	—0,1539	—0,2001
2,00	4,00	5,2061	0,6855	—0,1504	—0,0874	—0,1514	—0,1946
2,00	10,00	5,3841	0,6906	—0,1496	—0,0870	—0,1497	—0,1910
4,00	0,10	1,8179	0,6248	—0,1763	—0,0978	—0,1915	—0,2816
4,00	0,50	4,7300	0,7678	—0,1804	—0,0943	—0,1779	—0,2521
4,00	1,00	5,9142	0,8260	—0,1821	—0,0929	—0,1724	—0,2401
4,00	1,25	6,2260	0,8413	—0,1825	—0,0925	—0,1709	—0,2370
4,00	1,50	6,4528	0,8525	—0,1828	—0,0922	—0,1699	—0,2347
4,00	2,00	6,7606	0,8676	—0,1832	—0,0918	—0,1685	—0,2315
4,00	4,00	7,2816	0,8932	—0,1840	—0,0912	—0,1660	—0,2263
4,00	10,00	7,6346	0,9105	—0,1845	—0,0908	—0,1644	—0,2227
10,00	0,10	1,9334	0,6540	—0,1833	—0,0991	—0,1964	—0,2922
10,00	0,50	5,6001	0,8789	—0,2014	—0,0973	—0,1895	—0,2773
10,00	1,00	7,3403	0,9856	—0,2100	—0,0965	—0,1863	—0,2703
10,00	1,25	7,8268	1,0154	—0,2124	—0,0962	—0,1854	—0,2683
10,00	1,50	8,1885	1,0376	—0,2142	—0,0960	—0,1847	—0,2668
10,00	2,00	8,6096	1,0684	—0,2166	—0,0958	—0,1838	—0,2648
10,00	4,00	9,5709	1,1223	—0,2210	—0,0954	—0,1821	—0,2612
10,00	10,00	10,1902	1,1603	—0,2240	—0,0951	—0,1810	—0,2587

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

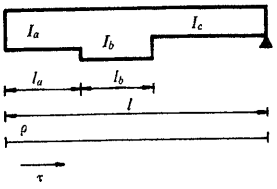
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0.4}$	$\mu_{0.5}$	$\mu_{0.6}$	$\mu_{0.7}$	$\mu_{0.8}$	$\mu_{0.9}$	b	a
—0,2794	—0,2471	—0,2071	—0,1608	—0,1098	—0,0557	0,10	1,50
—0,2326	—0,2241	—0,1991	—0,1609	—0,1128	—0,0580	0,50	1,50
—0,2182	—0,2170	—0,1967	—0,1609	—0,1137	—0,0588	1,00	1,50
—0,2147	—0,2153	—0,1961	—0,1610	—0,1139	—0,0589	1,25	1,50
—0,2123	—0,2141	—0,1957	—0,1610	—0,1141	—0,0591	1,50	1,50
—0,2091	—0,2125	—0,1951	—0,1610	—0,1143	—0,0592	2,00	1,50
—0,2039	—0,2100	—0,1942	—0,1610	—0,1146	—0,0595	4,00	1,50
—0,2005	—0,2083	—0,1937	—0,1610	—0,1148	—0,0597	10,00	1,50
—0,2903	—0,2571	—0,2156	—0,1675	—0,1144	—0,0580	0,10	2,00
—0,2510	—0,2436	—0,2174	—0,1762	—0,1237	—0,0637	0,50	2,00
—0,2377	—0,2390	—0,2180	—0,1792	—0,1269	—0,0657	1,00	2,00
—0,2344	—0,2379	—0,2182	—0,1799	—0,1277	—0,0662	1,25	2,00
—0,2321	—0,2371	—0,2183	—0,1804	—0,1282	—0,0665	1,50	2,00
—0,2289	—0,2360	—0,2184	—0,1811	—0,1289	—0,0669	2,00	2,00
—0,2239	—0,2343	—0,2187	—0,1822	—0,1302	—0,0677	4,00	2,00
—0,2205	—0,2331	—0,2188	—0,1830	—0,1309	—0,0682	10,00	2,00
—0,3094	—0,2745	—0,2305	—0,1792	—0,1225	—0,0622	0,10	4,00
—0,2904	—0,2854	—0,2567	—0,2091	—0,1473	—0,0760	0,50	4,00
—0,2827	—0,2898	—0,2673	—0,2212	—0,1573	—0,0816	1,00	4,00
—0,2807	—0,2910	—0,2701	—0,2244	—0,1600	—0,0831	1,25	4,00
—0,2792	—0,2918	—0,2722	—0,2267	—0,1619	—0,0842	1,50	4,00
—0,2772	—0,2930	—0,2749	—0,2299	—0,1645	—0,0856	2,00	4,00
—0,2738	—0,2949	—0,2796	—0,2352	—0,1689	—0,0881	4,00	4,00
—0,2715	—0,2962	—0,2828	—0,2388	—0,1719	—0,0898	10,00	4,00
—0,3228	—0,2867	—0,2410	—0,1875	—0,1282	—0,0651	0,10	10,00
—0,3257	—0,3228	—0,2918	—0,2385	—0,1683	—0,0870	0,50	10,00
—0,3271	—0,3399	—0,3159	—0,2626	—0,1873	—0,0973	1,00	10,00
—0,3275	—0,3446	—0,3227	—0,2694	—0,1926	—0,1002	1,25	10,00
—0,3278	—0,3482	—0,3277	—0,2744	—0,1966	—0,1024	1,50	10,00
—0,3282	—0,3531	—0,3346	—0,2814	—0,2021	—0,1054	2,00	10,00
—0,3289	—0,3618	—0,3468	—0,2936	—0,2117	—0,1106	4,00	10,00
—0,3293	—0,3679	—0,3554	—0,3022	—0,2185	—0,1143	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0\,1}$	$\mu_{0\,2}$	$\mu_{0\,3}$
0,10	0,10	0,3380	0,3099	—0,1012	—0,0837	—0,1369	—0,1631
0,10	0,50	0,4207	0,2263	—0,0784	—0,0797	—0,1215	—0,1296
0,10	1,00	0,4340	0,2129	—0,0748	—0,0790	—0,1190	—0,1242
0,10	1,25	0,4367	0,2101	—0,0740	—0,0789	—0,1185	—0,1231
0,10	1,50	0,4386	0,2083	—0,0735	—0,0788	—0,1181	—0,1224
0,10	2,00	0,4409	0,2059	—0,0728	—0,0787	—0,1177	—0,1214
0,10	4,00	0,4445	0,2023	—0,0719	—0,0785	—0,1170	—0,1200
0,10	10,00	0,4466	0,2001	—0,0713	—0,0784	—0,1166	—0,1191
0,50	0,10	0,8290	0,5211	—0,1520	—0,0920	—0,1691	—0,2329
0,50	0,50	1,6000	0,4000	—0,1125	—0,0845	—0,1403	—0,1704
0,50	1,00	1,8105	0,3669	—0,1017	—0,0825	—0,1324	—0,1533
0,50	1,25	1,8594	0,3592	—0,0992	—0,0820	—0,1306	—0,1494
0,50	1,50	1,8935	0,3539	—0,0975	—0,0817	—0,1293	—0,1466
0,50	2,00	1,9380	0,3469	—0,0952	—0,0813	—0,1276	—0,1430
0,50	4,00	2,0087	0,3358	—0,0916	—0,0806	—0,1250	—0,1373
0,50	10,00	2,0537	0,3287	—0,0893	—0,0801	—0,1233	—0,1337
1,00	0,10	1,0128	0,6003	—0,1710	—0,0951	—0,1811	—0,2590
1,00	0,50	2,4631	0,5271	—0,1374	—0,0881	—0,1540	—0,2002
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,1368	0,4931	—0,1218	—0,0848	—0,1414	—0,1730
1,00	1,50	3,2351	0,4881	—0,1196	—0,0844	—0,1396	—0,1690
1,00	2,00	3,3670	0,4815	—0,1165	—0,0837	—0,1371	—0,1636
1,00	4,00	3,5864	0,4704	—0,1114	—0,0827	—0,1331	—0,1548
1,00	10,00	3,7323	0,4631	—0,1080	—0,0820	—0,1303	—0,1488
1,25	0,10	1,0598	0,6205	—0,1759	—0,0959	—0,1842	—0,2657
1,25	0,50	2,7609	0,5710	—0,1460	—0,0893	—0,1588	—0,2105
1,25	1,00	3,4538	0,5508	—0,1339	—0,0866	—0,1484	—0,1881
1,25	1,25	3,6364	0,5455	—0,1307	—0,0859	—0,1457	—0,1822
1,25	1,50	3,7692	0,5416	—0,1284	—0,0854	—0,1437	—0,1779
1,25	2,00	3,9494	0,5363	—0,1252	—0,0847	—0,1410	—0,1720
1,25	4,00	4,2547	0,5274	—0,1198	—0,0835	—0,1365	—0,1621
1,25	10,00	4,4616	0,5214	—0,1162	—0,0827	—0,1334	—0,1554

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

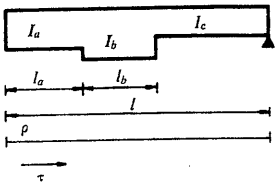
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1656	—0,1479	—0,1203	—0,0914	—0,0615	—0,0309	0,10	0,10
—0,1195	—0,1044	—0,0860	—0,0660	—0,0447	—0,0226	0,50	0,10
—0,1121	—0,0974	—0,0805	—0,0619	—0,0420	—0,0212	1,00	0,10
—0,1106	—0,0960	—0,0794	—0,0611	—0,0414	—0,0209	1,25	0,10
—0,1096	—0,0950	—0,0786	—0,0605	—0,0411	—0,0208	1,50	0,10
—0,1083	—0,0938	—0,0777	—0,0598	—0,0406	—0,0205	2,00	0,10
—0,1063	—0,0919	—0,0762	—0,0587	—0,0399	—0,0202	4,00	0,10
—0,1051	—0,0908	—0,0753	—0,0580	—0,0394	—0,0199	10,00	0,10
—0,2629	—0,2433	—0,1996	—0,1526	—0,1031	—0,0520	0,10	0,50
—0,1781	—0,1667	—0,1429	—0,1128	—0,0779	—0,0397	0,50	0,50
—0,1550	—0,1457	—0,1275	—0,1019	—0,0710	—0,0364	1,00	0,50
—0,1496	—0,1409	—0,1239	—0,0994	—0,0694	—0,0356	1,25	0,50
—0,1458	—0,1375	—0,1214	—0,0976	—0,0683	—0,0351	1,50	0,50
—0,1410	—0,1331	—0,1181	—0,0953	—0,0668	—0,0344	2,00	0,50
—0,1332	—0,1260	—0,1129	—0,0917	—0,0645	—0,0332	4,00	0,50
—0,1282	—0,1216	—0,1096	—0,0894	—0,0630	—0,0325	10,00	0,50
—0,2994	—0,2790	—0,2293	—0,1755	—0,1187	—0,0599	0,10	1,00
—0,2210	—0,2122	—0,1846	—0,1470	—0,1021	—0,0523	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1846	—0,1812	—0,1638	—0,1338	—0,0944	—0,0488	1,25	1,00
—0,1793	—0,1767	—0,1607	—0,1319	—0,0933	—0,0483	1,50	1,00
—0,1722	—0,1706	—0,1567	—0,1293	—0,0918	—0,0476	2,00	1,00
—0,1603	—0,1605	—0,1499	—0,1250	—0,0893	—0,0464	4,00	1,00
—0,1524	—0,1538	—0,1454	—0,1221	—0,0876	—0,0457	10,00	1,00
—0,3087	—0,2882	—0,2369	—0,1814	—0,1227	—0,0619	0,10	1,25
—0,2358	—0,2280	—0,1989	—0,1589	—0,1105	—0,0566	0,50	1,25
—0,2061	—0,2034	—0,1835	—0,1497	—0,1055	—0,0545	1,00	1,25
—0,1983	—0,1970	—0,1794	—0,1473	—0,1042	—0,0539	1,25	1,25
—0,1926	—0,1923	—0,1764	—0,1455	—0,1033	—0,0535	1,50	1,25
—0,1849	—0,1859	—0,1724	—0,1431	—0,1020	—0,0530	2,00	1,25
—0,1718	—0,1751	—0,1656	—0,1391	—0,0998	—0,0520	4,00	1,25
—0,1629	—0,1678	—0,1610	—0,1363	—0,0983	—0,0514	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0.1}$	$\mu_{0.2}$	$\mu_{0.3}$
1,50	0,10	1,0937	0,6351	—0,1794	—0,0965	—0,1864	—0,2705
1,50	0,50	3,0030	0,6066	—0,1530	—0,0903	—0,1626	—0,2189
1,50	1,00	3,8412	0,5941	—0,1415	—0,0876	—0,1522	—0,1963
1,50	1,25	4,0683	0,5907	—0,1383	—0,0869	—0,1494	—0,1902
1,50	1,50	4,2353	0,5882	—0,1360	—0,0864	—0,1473	—0,1856
1,50	2,00	4,4643	0,5848	—0,1329	—0,0856	—0,1444	—0,1795
1,50	4,00	4,8583	0,5789	—0,1274	—0,0843	—0,1395	—0,1688
1,50	10,00	5,1300	0,5749	—0,1237	—0,0835	—0,1362	—0,1615
2,00	0,10	1,1392	0,6546	—0,1841	—0,0972	—0,1894	—0,2769
2,00	0,50	3,3727	0,6610	—0,1637	—0,0918	—0,1685	—0,2317
2,00	1,00	4,4676	0,6642	—0,1537	—0,0892	—0,1583	—0,2095
2,00	1,25	4,7778	0,6651	—0,1509	—0,0885	—0,1554	—0,2032
2,00	1,50	5,0097	0,6657	—0,1488	—0,0879	—0,1532	—0,1986
2,00	2,00	5,3333	0,6667	—0,1458	—0,0871	—0,1502	—0,1920
2,00	4,00	5,9055	0,6683	—0,1406	—0,0857	—0,1449	—0,1804
2,00	10,00	6,3118	0,6695	—0,1369	—0,0847	—0,1411	—0,1722
4,00	0,10	1,2149	0,6873	—0,1919	—0,0985	—0,1943	—0,2877
4,00	0,50	4,1365	0,7735	—0,1858	—0,0950	—0,1807	—0,2581
4,00	1,00	5,9142	0,8260	—0,1821	—0,0929	—0,1724	—0,2401
4,00	1,25	6,4704	0,8424	—0,1809	—0,0922	—0,1698	—0,2345
4,00	1,50	6,9032	0,8552	—0,1800	—0,0917	—0,1678	—0,2301
4,00	2,00	7,5330	0,8738	—0,1786	—0,0909	—0,1648	—0,2237
4,00	4,00	8,7273	0,9091	—0,1761	—0,0895	—0,1593	—0,2116
4,00	10,00	9,6448	0,9362	—0,1742	—0,0883	—0,1550	—0,2023
10,00	0,10	1,2654	0,7090	—0,1972	—0,0994	—0,1976	—0,2949
10,00	0,50	4,7870	0,8693	—0,2046	—0,0977	—0,1911	—0,2806
10,00	1,00	7,3403	0,9856	—0,2100	—0,0965	—0,1863	—0,2703
10,00	1,25	8,2169	1,0255	—0,2118	—0,0960	—0,1847	—0,2667
10,00	1,50	8,9277	1,0578	—0,2133	—0,0957	—0,1833	—0,2638
10,00	2,00	10,0100	1,1071	—0,2156	—0,0952	—0,1813	—0,2595
10,00	4,00	12,2349	1,2084	—0,2203	—0,0941	—0,1772	—0,2504
10,00	10,00	14,1176	1,2941	—0,2243	—0,0932	—0,1736	—0,2428

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

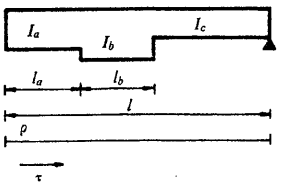
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}30$
$\beta = 0{,}20$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,3154	—0,2948	—0,2424	—0,1856	—0,1256	—0,0633	0,10	1,50
—0,2478	—0,2407	—0,2106	—0,1685	—0,1173	—0,0602	0,50	1,50
—0,2182	—0,2170	—0,1967	—0,1609	—0,1137	—0,0588	1,00	1,50
—0,2101	—0,2106	—0,1929	—0,1589	—0,1127	—0,0584	1,25	1,50
—0,2042	—0,2059	—0,1901	—0,1574	—0,1120	—0,0581	1,50	1,50
—0,1961	—0,1994	—0,1863	—0,1554	—0,1110	—0,0577	2,00	1,50
—0,1822	—0,1883	—0,1798	—0,1518	—0,1093	—0,0571	4,00	1,50
—0,1726	—0,1806	—0,1752	—0,1494	—0,1081	—0,0566	10,00	1,50
—0,3244	—0,3036	—0,2497	—0,1913	—0,1294	—0,0653	0,10	2,00
—0,2662	—0,2603	—0,2284	—0,1831	—0,1277	—0,0655	0,50	2,00
—0,2377	—0,2390	—0,2180	—0,1792	—0,1269	—0,0657	1,00	2,00
—0,2296	—0,2330	—0,2151	—0,1780	—0,1266	—0,0657	1,25	2,00
—0,2235	—0,2285	—0,2129	—0,1772	—0,1265	—0,0657	1,50	2,00
—0,2151	—0,2222	—0,2098	—0,1760	—0,1262	—0,0658	2,00	2,00
—0,2002	—0,2111	—0,2043	—0,1739	—0,1258	—0,0658	4,00	2,00
—0,1896	—0,2032	—0,2005	—0,1724	—0,1255	—0,0659	10,00	2,00
—0,3395	—0,3183	—0,2619	—0,2007	—0,1358	—0,0685	0,10	4,00
—0,3042	—0,3006	—0,2653	—0,2134	—0,1492	—0,0767	0,50	4,00
—0,2827	—0,2898	—0,2673	—0,2212	—0,1573	—0,0816	1,00	4,00
—0,2760	—0,2864	—0,2680	—0,2236	—0,1599	—0,0832	1,25	4,00
—0,2708	—0,2838	—0,2685	—0,2255	—0,1618	—0,0844	1,50	4,00
—0,2632	—0,2800	—0,2692	—0,2282	—0,1647	—0,0861	4,00	4,00
—0,2487	—0,2727	—0,2705	—0,2335	—0,1702	—0,0895	2,00	4,00
—0,2376	—0,2672	—0,2716	—0,2375	—0,1744	—0,0920	10,00	4,00
—0,3495	—0,3281	—0,2701	—0,2070	—0,1401	—0,0707	0,10	10,00
—0,3365	—0,3349	—0,2967	—0,2393	—0,1675	—0,0861	0,50	10,00
—0,3271	—0,3399	—0,3159	—0,2626	—0,1873	—0,0973	1,00	10,00
—0,3239	—0,3416	—0,3225	—0,2707	—0,1941	—0,1012	1,25	10,00
—0,3212	—0,3429	—0,3279	—0,2772	—0,1997	—0,1043	1,50	10,00
—0,3173	—0,3450	—0,3361	—0,2871	—0,2081	—0,1090	2,00	10,00
—0,3091	—0,3493	—0,3529	—0,3075	—0,2254	—0,1188	4,00	10,00
—0,3021	—0,3529	—0,3671	—0,3247	—0,2400	—0,1271	10,00	10,00



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
0,10	0,10	0,3380	0,3099	—0,1012	—0,0837	—0,1369	—0,1631
0,10	0,50	0,3682	0,2649	—0,0903	—0,0822	—0,1313	—0,1509
0,10	1,00	0,3724	0,2587	—0,0888	—0,0820	—0,1305	—0,1492
0,10	1,25	0,3732	0,2574	—0,0885	—0,0820	—0,1303	—0,1488
0,10	1,50	0,3738	0,2566	—0,0883	—0,0819	—0,1302	—0,1486
0,10	2,00	0,3745	0,2555	—0,0880	—0,0819	—0,1301	—0,1483
0,10	4,00	0,3756	0,2540	—0,0877	—0,0818	—0,1299	—0,1479
0,10	10,00	0,3762	0,2530	—0,0874	—0,0818	—0,1298	—0,1476
0,50	0,10	1,1525	0,5156	—0,1435	—0,0889	—0,1570	—0,2066
0,50	0,50	1,6000	0,4000	—0,1125	—0,0845	—0,1403	—0,1704
0,50	1,00	1,6816	0,3789	—0,1068	—0,0837	—0,1372	—0,1638
0,50	1,25	1,6989	0,3744	—0,1056	—0,0836	—0,1366	—0,1624
0,50	1,50	1,7107	0,3714	—0,1048	—0,0835	—0,1361	—0,1614
0,50	2,00	1,7256	0,3676	—0,1038	—0,0833	—0,1356	—0,1602
0,50	4,00	1,7485	0,3616	—0,1022	—0,0831	—0,1347	—0,1584
0,50	10,00	1,7625	0,3580	—0,1012	—0,0830	—0,1342	—0,1572
1,00	0,10	1,6493	0,6410	—0,1693	—0,0920	—0,1692	—0,2332
1,00	0,50	2,7498	0,5261	—0,1332	—0,0867	—0,1487	—0,1886
1,00	1,00	3,0000	0,5000	—0,1250	—0,0855	—0,1440	—0,1785
1,00	1,25	3,0556	0,4942	—0,1232	—0,0852	—0,1430	—0,1762
1,00	1,50	3,0938	0,4902	—0,1219	—0,0850	—0,1422	—0,1747
1,00	2,00	3,1430	0,4851	—0,1203	—0,0848	—0,1413	—0,1727
1,00	4,00	3,2197	0,4771	—0,1178	—0,0844	—0,1399	—0,1696
1,00	10,00	3,2676	0,4721	—0,1162	—0,0842	—0,1390	—0,1677
1,25	0,10	1,8048	0,6803	—0,1774	—0,0930	—0,1730	—0,2415
1,25	0,50	3,2113	0,5768	—0,1415	—0,0876	—0,1520	—0,1960
1,25	1,00	3,5579	0,5512	—0,1327	—0,0862	—0,1469	—0,1847
1,25	1,25	3,6364	0,5455	—0,1307	—0,0859	—0,1457	—0,1822
1,25	1,50	3,6906	0,5415	—0,1293	—0,0857	—0,1449	—0,1804
1,25	2,00	3,7608	0,5363	—0,1275	—0,0855	—0,1438	—0,1781
1,25	4,00	3,8712	0,5282	—0,1247	—0,0850	—0,1422	—0,1746
1,25	10,00	3,9406	0,5231	—0,1229	—0,0848	—0,1412	—0,1723

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

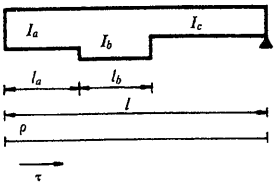
τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,1656	—0,1479	—0,1203	—0,0914	—0,0615	—0,0309	0,10	0,10
—0,1447	—0,1248	—0,1020	—0,0778	—0,0525	—0,0264	0,50	0,10
—0,1418	—0,1216	—0,0995	—0,0759	—0,0512	—0,0258	1,00	0,10
—0,1412	—0,1209	—0,0990	—0,0756	—0,0510	—0,0257	1,25	0,10
—0,1408	—0,1205	—0,0987	—0,0753	—0,0508	—0,0256	1,50	0,10
—0,1403	—0,1200	—0,0982	—0,0750	—0,0506	—0,0255	2,00	0,10
—0,1396	—0,1192	—0,0976	—0,0745	—0,0503	—0,0253	4,00	0,10
—0,1392	—0,1187	—0,0972	—0,0742	—0,0501	—0,0252	10,00	0,10
—0,2402	—0,2338	—0,1939	—0,1495	—0,1016	—0,0514	0,10	0,50
—0,1781	—0,1667	—0,1429	—0,1128	—0,0779	—0,0397	0,50	0,50
—0,1668	—0,1544	—0,1336	—0,1061	—0,0735	—0,0376	1,00	0,50
—0,1644	—0,1518	—0,1317	—0,1047	—0,0726	—0,0372	1,25	0,50
—0,1628	—0,1501	—0,1303	—0,1037	—0,0720	—0,0369	1,50	0,50
—0,1607	—0,1478	—0,1286	—0,1025	—0,0712	—0,0365	2,00	0,50
—0,1575	—0,1444	—0,1260	—0,1006	—0,0700	—0,0359	4,00	0,50
—0,1156	—0,1423	—0,1244	—0,0995	—0,0693	—0,0355	10,00	0,50
—0,2857	—0,2861	—0,2388	—0,1849	—0,1260	—0,0638	0,10	1,00
—0,2093	—0,2058	—0,1811	—0,1455	—0,1016	—0,0522	0,50	1,00
—0,1920	—0,1875	—0,1680	—0,1365	—0,0960	—0,0495	1,00	1,00
—0,1881	—0,1834	—0,1651	—0,1345	—0,0948	—0,0489	1,25	1,00
—0,1855	—0,1806	—0,1631	—0,1331	—0,0939	—0,0485	1,50	1,00
—0,1821	—0,1771	—0,1605	—0,1314	—0,0928	—0,0480	2,00	1,00
—0,1768	—0,1715	—0,1565	—0,1286	—0,0911	—0,0472	4,00	1,00
—0,1734	—0,1680	—0,1540	—0,1269	—0,0901	—0,0467	10,00	1,00
—0,2999	—0,3026	—0,2529	—0,1960	—0,1337	—0,0677	0,10	1,25
—0,2219	—0,2215	—0,1964	—0,1586	—0,1111	—0,0571	0,50	1,25
—0,2027	—0,2015	—0,1825	—0,1494	—0,1055	—0,0545	1,00	1,25
—0,1983	—0,1970	—0,1794	—0,1473	—0,1042	—0,0539	1,25	1,25
—0,1953	—0,1938	—0,1772	—0,1458	—0,1034	—0,0535	1,50	1,25
—0,1914	—0,1898	—0,1744	—0,1440	—0,1022	—0,0530	2,00	1,25
—0,1853	—0,1834	—0,1700	—0,1410	—0,1005	—0,0522	4,00	1,25
—0,1814	—0,1794	—0,1672	—0,1392	—0,0994	—0,0516	10,00	1,25



$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

a	b	ρ	τ	μ	$\mu_{0,1}$	$\mu_{0,2}$	$\mu_{0,3}$
1,50	0,10	1,9260	0,7109	—0,1837	—0,0938	—0,1760	—0,2480
1,50	0,50	3,6159	0,6211	—0,1488	—0,0883	—0,1550	—0,2024
1,50	1,00	4,0614	0,5975	—0,1396	—0,0869	—0,1495	—0,1903
1,50	1,25	4,1640	0,5920	—0,1375	—0,0866	—0,1482	—0,1876
1,50	1,50	4,2353	0,5882	—0,1360	—0,0864	—0,1473	—0,1856
1,50	2,00	4,3280	0,5833	—0,1341	—0,0861	—0,1461	—0,1831
1,50	4,00	4,4748	0,5755	—0,1311	—0,0856	—0,1443	—0,1792
1,50	10,00	4,5678	0,5706	—0,1292	—0,0853	—0,1432	—0,1767
2,00	0,10	2,1023	0,7554	—0,1929	—0,0949	—0,1804	—0,2574
2,00	0,50	4,2918	0,6953	—0,1610	—0,0896	—0,1599	—0,2131
2,00	1,00	4,9342	0,6776	—0,1516	—0,0881	—0,1539	—0,2001
2,00	1,25	5,0865	0,6734	—0,1494	—0,0877	—0,1525	—0,1970
2,00	1,50	5,1933	0,6705	—0,1479	—0,0874	—0,1515	—0,1948
2,00	2,00	5,3333	0,6667	—0,1458	—0,0871	—0,1502	—0,1920
2,00	4,00	5,5581	0,6605	—0,1426	—0,0866	—0,1481	—0,1874
2,00	10,00	5,7023	0,6565	—0,1405	—0,0862	—0,1468	—0,1845
4,00	0,10	2,4370	0,8400	—0,2103	—0,0971	—0,1886	—0,2753
4,00	0,50	5,9642	0,8787	—0,1911	—0,0928	—0,1722	—0,2396
4,00	1,00	7,2816	0,8932	—0,1840	—0,0912	—0,1660	—0,2263
4,00	1,25	7,6181	0,8969	—0,1822	—0,0908	—0,1644	—0,2229
4,00	1,50	7,8603	0,8996	—0,1808	—0,0905	—0,1633	—0,2204
4,00	2,00	8,1855	0,9031	—0,1791	—0,0901	—0,1618	—0,2171
4,00	4,00	8,7273	0,9091	—0,1761	—0,0895	—0,1593	—0,2116
4,00	10,00	9,0882	0,9131	—0,1742	—0,0890	—0,1576	—0,2080
10,00	0,10	2,6944	0,9050	—0,2236	—0,0987	—0,1950	—0,2891
10,00	0,50	7,7841	1,0784	—0,2239	—0,0962	—0,1855	—0,2685
10,00	1,00	10,1902	1,1603	—0,2240	—0,0951	—0,1810	—0,2587
10,00	1,25	10,8617	1,1832	—0,2241	—0,0948	—0,1797	—0,2560
10,00	1,50	11,3608	1,2002	—0,2241	—0,0945	—0,1788	—0,2540
10,00	2,00	12,0530	1,2238	—0,2242	—0,0942	—0,1775	—0,2512
10,00	4,00	13,2655	1,2651	—0,2242	—0,0936	—0,1752	—0,2463
10,00	10,00	14,1176	1,2941	—0,2243	—0,0932	—0,1736	—0,2428

vigas de inercia variable
tres tramos
empotradas en un extremo y apoyadas en el otro

Valores de ρ_1, τ_1, μ_1 y μ_i para:

a — inercia relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto al 2, apoyado: $a = \frac{I_a}{I_c}$

b — inercia relativa del tramo central con respecto al extremo 2, apoyado: $b = \frac{I_b}{I_c}$

α — longitud relativa del tramo extremo 1, empotrado, con respecto a la luz total: $\alpha = \frac{l_a}{l}$

β — longitud relativa del tramo central con respecto a la luz total: $\beta = \frac{l_b}{l}$

ρ — coeficiente de rigidez en el extremo 1, empotrado

τ — coeficiente de transmisión de 1 a 2

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga uniforme p: $M_1 = \mu\ pl^2$

Momento de empotramiento perfecto en el extremo 1 originado por una carga puntual P situada en un punto de abscisa il: $M_1 = \mu_i\ Pl$

$\alpha = 0{,}40$
$\beta = 0{,}10$

$\mu_{0,4}$	$\mu_{0,5}$	$\mu_{0,6}$	$\mu_{0,7}$	$\mu_{0,8}$	$\mu_{0,9}$	b	a
—0,3110	—0,3153	—0,2638	—0,2046	—0,1396	—0,0708	0,10	1,50
—0,2329	—0,2352	—0,2099	—0,1701	—0,1194	—0,0615	0,50	1,50
—0,2123	—0,2141	—0,1957	—0,1610	—0,1141	—0,0591	1,00	1,50
—0,2075	—0,2093	—0,1924	—0,1589	—0,1129	—0,0585	1,25	1,50
—0,2042	—0,2059	—0,1901	—0,1574	—0,1120	—0,0581	1,50	1,50
—0,2000	—0,2015	—0,1872	—0,1555	—0,1109	—0,0576	2,00	1,50
—0,1932	—0,1945	—0,1825	—0,1525	—0,1091	—0,0568	4,00	1,50
—0,1889	—0,1901	—0,1795	—0,1506	—0,1080	—0,0563	10,00	1,50
—0,3271	—0,3339	—0,2797	—0,2172	—0,1483	—0,0752	0,10	2,00
—0,2512	—0,2582	—0,2323	—0,1893	—0,1333	—0,0688	0,50	2,00
—0,2289	—0,2360	—0,2184	—0,1811	—0,1289	—0,0669	1,00	2,00
—0,2237	—0,2308	—0,2151	—0,1791	—0,1279	—0,0665	1,25	2,00
—0,2200	—0,2271	—0,2128	—0,1778	—0,1272	—0,0662	1,50	2,00
—0,2151	—0,2222	—0,2098	—0,1760	—0,1262	—0,0658	2,00	2,00
—0,2073	—0,2145	—0,2049	—0,1731	—0,1247	—0,0651	4,00	2,00
—0,2023	—0,2095	—0,2018	—0,1713	—0,1237	—0,0647	10,00	2,00
—0,3578	—0,3692	—0,3100	—0,2410	—0,1647	—0,0836	0,10	4,00
—0,2966	—0,3151	—0,2879	—0,2368	—0,1678	—0,0869	0,50	4,00
—0,2738	—0,2949	—0,2796	—0,2352	—0,1689	—0,0881	1,00	4,00
—0,2680	—0,2897	—0,2775	—0,2348	—0,1692	—0,0884	1,25	4,00
—0,2638	—0,2860	—0,2760	—0,2345	—0,1694	—0,0886	1,50	4,00
—0,2581	—0,2810	—0,2739	—0,2341	—0,1697	—0,0889	2,00	4,00
—0,2487	—0,2727	—0,2705	—0,2335	—0,1702	—0,0895	4,00	4,00
—0,2425	—0,2672	—0,2683	—0,2330	—0,1705	—0,0898	10,00	4,00
—0,3813	—0,3964	—0,3332	—0,2594	—0,1774	—0,0900	0,10	10,00
—0,3460	—0,3770	—0,3483	—0,2885	—0,2053	—0,1065	0,50	10,00
—0,3293	—0,3679	—0,3554	—0,3022	—0,2185	—0,1143	1,00	10,00
—0,3247	—0,3653	—0,3574	—0,3061	—0,2222	—0,1165	1,25	10,00
—0,3212	—0,3634	—0,3589	—0,3089	—0,2249	—0,1181	1,50	10,00
—0,3164	—0,3608	—0,3609	—0,3129	—0,2287	—0,1204	2,00	10,00
—0,3080	—0,3562	—0,3645	—0,3198	—0,2353	—0,1243	4,00	10,00
—0,3021	—0,3529	—0,3671	—0,3247	—0,2400	—0,1271	10,00	10,00

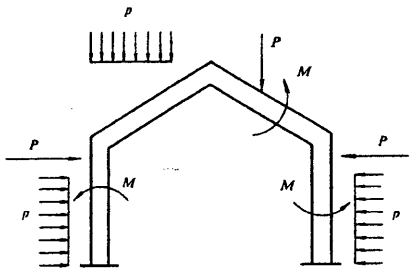
NOTAS

2.2 pórticos simples

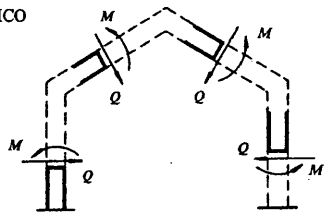
2.2.1 biarticulados a la misma altura
2.2.2 biarticulados a distinta altura
2.2.3 biempotrados a la misma altura

Se consideran como sentidos positivos de las acciones exteriores y de los esfuerzos, los indicados en las figuras respectivas.

ACCIONES EXTERIORES

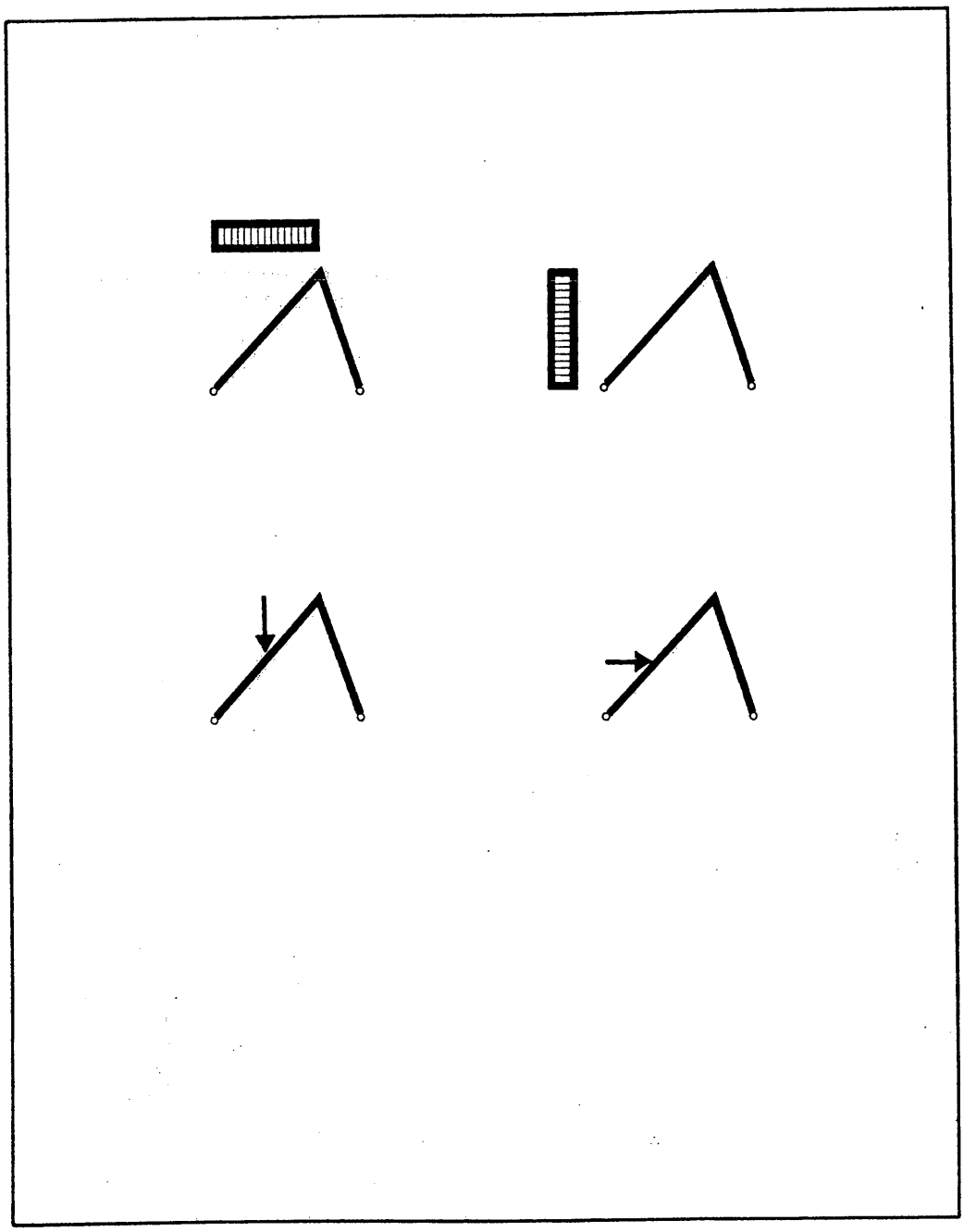


ESFUERZOS EN
SECCIONES TRANSVERSALES DEL PORTICO



pórticos simples biarticulados a la misma altura

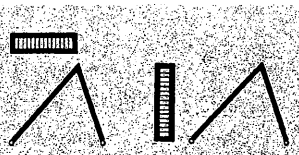
- triangulares
- dintel horizontal
- dintel inclinado
- dintel a dos aguas
- dintel curvo
- trapeciales simétricos

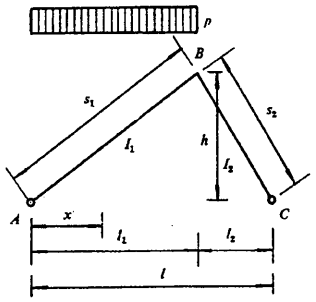
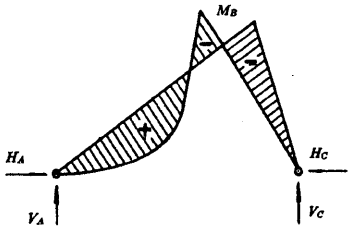
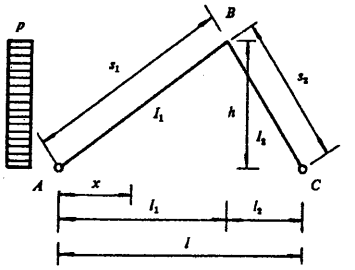
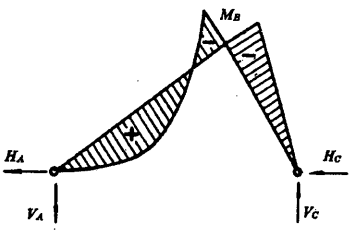


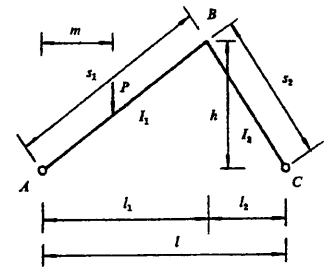
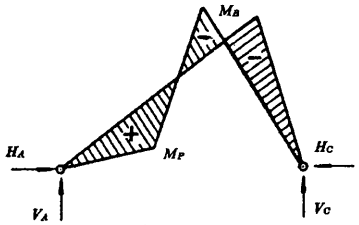
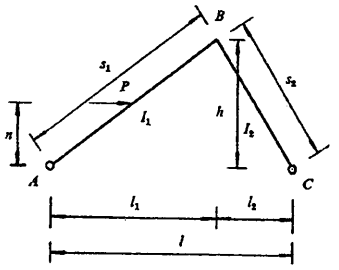
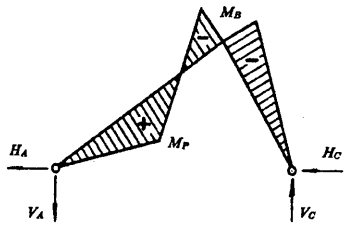
En los pórticos simples triangulares biarticulados a la misma altura se ha tomado:

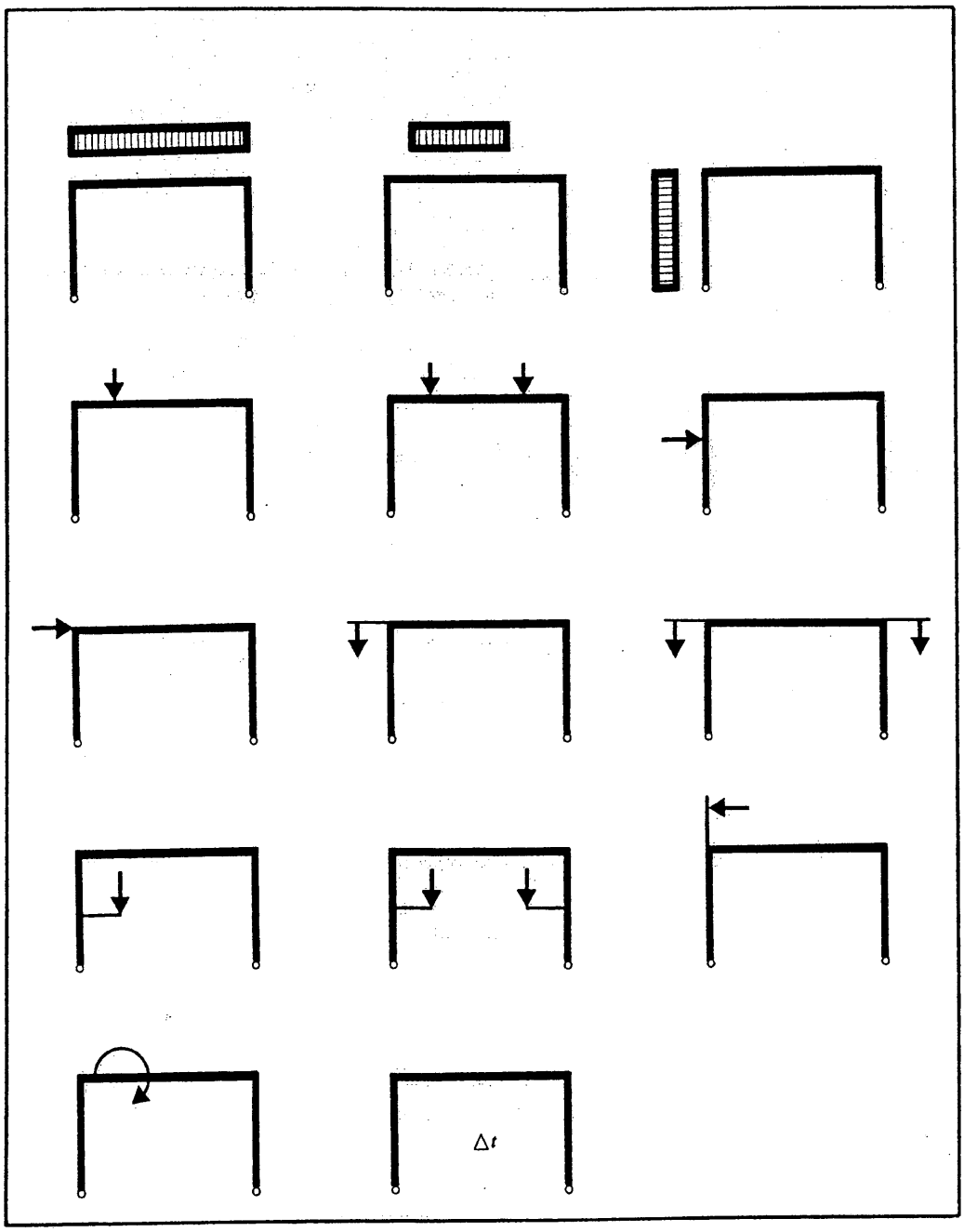
$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

pórticos simples biarticulados a la misma altura triangulares



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = \frac{pl_1}{2l}(l + l_2)$ $V_C = \frac{pl_1^2}{2l}$ $H_A = H_C = \frac{pl_1^2}{8hl}\,\frac{4l_2 + k(4l_2 + l)}{1 + k}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{pl_1^2 k}{8(1 + k)}$ En AB $M_x = \frac{px(l_1 - x)}{2} + \frac{x}{l_1} M_B$
 	Reacciones: $V_A = V_C = \frac{ph^2}{2l}$ $H_A = ph - H_C$ $H_C = \frac{ph}{8l}\,\frac{4l_2 + k(4l_2 + l)}{1 + k}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{ph^2 k}{8(1 + k)}$ En AB $M_x = \frac{px(l_1 - x)}{2}\,\frac{h^2}{l_1^2} + \frac{x}{l_1} M_B$

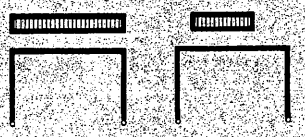
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = P\dfrac{l-m}{l}$ $V_C = P\dfrac{m}{l}$ $H_A = \dfrac{Pm}{2hl}\,\dfrac{2l_2l_1^2 + k(2l_2l_1^2 + l_1^2l - m^2l)}{l_1^2(1+k)}$
	Momentos flectores: $M_B = -Pm\,\dfrac{k(l_1^2 - m^2)}{2l_1^2(1+k)}$ $M_P = \dfrac{Pm}{l}(l-m) - H_A\,\dfrac{mh}{l_1}$
	Reacciones: $V_A = V_C = \dfrac{Pn}{l}$ $H_A = P - H_C$ $H_C = \dfrac{Pn}{2h^3l}\,\dfrac{2h^2l_2 + k(2h^2l_2 + lh^2 - n^2l)}{1+k}$
	Momentos flectores: $M_B = -\dfrac{Pnk(h^2 - n^2)}{2h^2(1+k)}$ $M_P = \dfrac{Pn^2l_1}{lh} + H_A \cdot n$

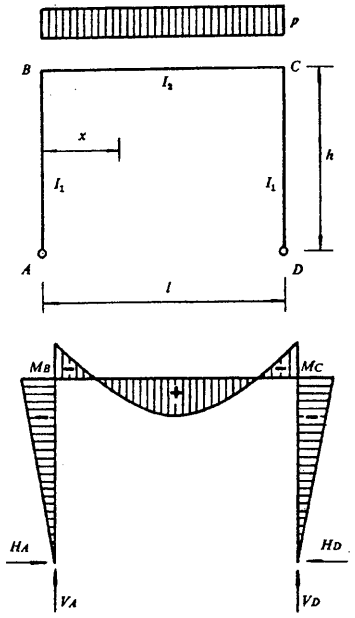
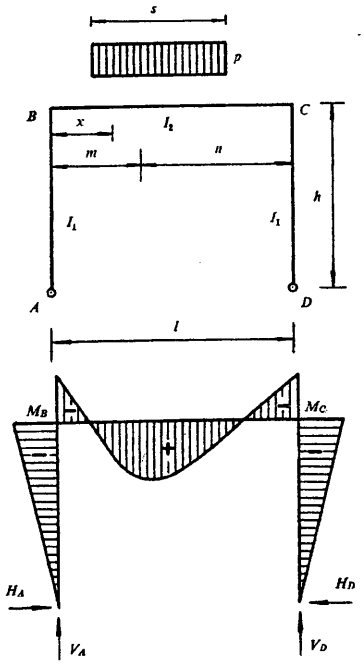

Δt

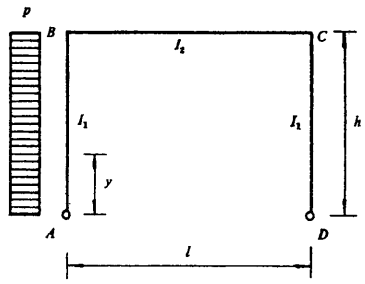
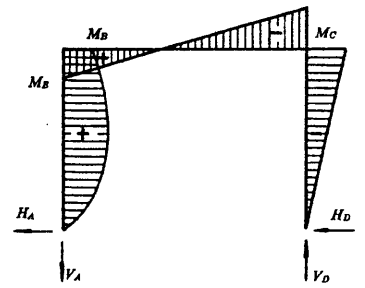
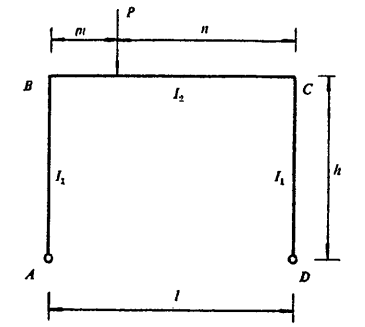
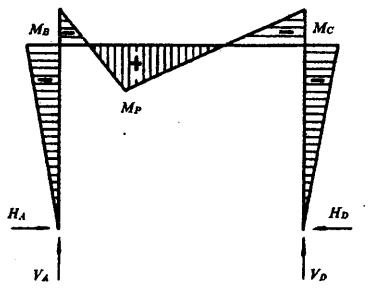
En los pórticos simples biarticulados a la misma altura, con dintel horizontal se han tomado:

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l} \quad \text{y} \quad N = 3 + 2k$$

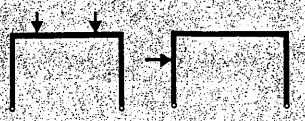
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel horizontal

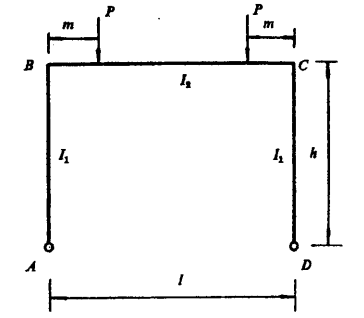
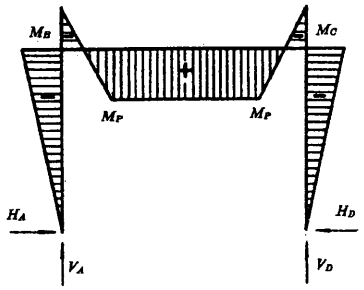
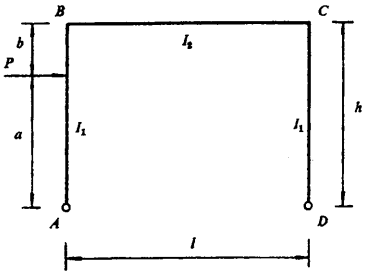
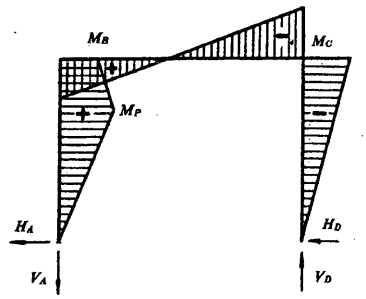


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_D = \frac{pl^2}{4hN}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{pl^2}{4N}$ $M_x = \frac{px(l-x)}{2} - \frac{pl^2}{4N}$ $M_{máx\ pos.} = \frac{pl^2}{8} - \frac{pl^2}{4N}$ para $x = \frac{l}{2}$
	Reacciones: $V_A = \frac{psn}{l}$ $V_D = \frac{psm}{l}$ $H_A = H_D = \frac{3ps}{2hlN}\left(mn - \frac{s^2}{12}\right)$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3}{2}\frac{ps}{lN}\left(mn - \frac{s^2}{12}\right)$ En S $M_x = V_A \cdot x - \frac{p(x-m)^2}{2} - H_A \cdot h$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph^2}{2l}$ $H_D = \frac{ph(2N+k)}{8N}$ $H_A = \frac{ph(6N-k)}{8N}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph^2}{8N}(2N-k)$ $M_C = -\frac{ph^2}{8N}(2N+k)$ En AB $M_y = \frac{py(h-y)}{2} + \frac{y}{h}M_B$
 	Reacciones: $V_A = \frac{Pn}{l}$ $V_D = \frac{Pm}{l}$ $H_A = H_D = \frac{3}{2}\frac{Pmn}{lhN}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3}{2}\frac{Pmn}{lN}$ $M_P = Pmn\,\frac{2N-3}{2lN}$

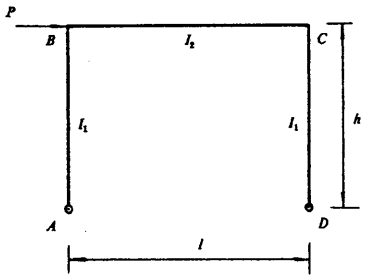
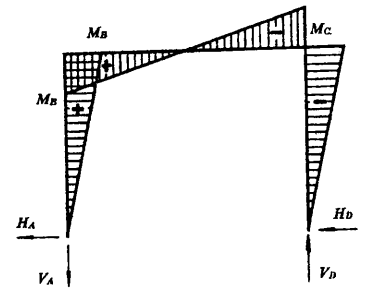
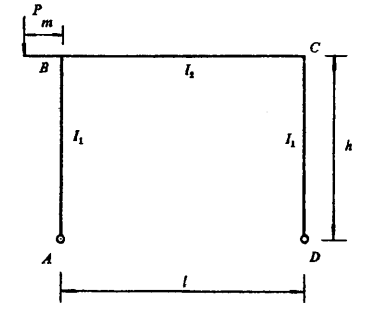
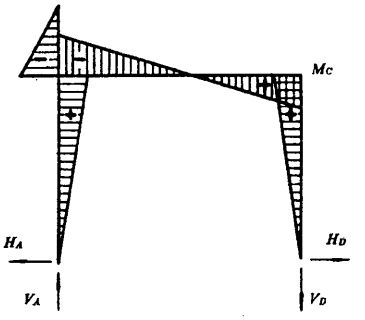
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel horizontal



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = 3\dfrac{Pm(l-m)}{Nlh}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -3\dfrac{Pm(l-m)}{Nl}$ $M_P = Pm + M_B$
	
	Reacciones: $V_A = V_D = \dfrac{Pa}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \dfrac{Pa}{2}\dfrac{Nh^2 + (a+h)bk}{Nh^3}$ Momentos flectores: $M_B = \dfrac{Pa}{2}\dfrac{Nh^2 - (a+h)bk}{Nh^2}$ $M_C = -\dfrac{Pa}{2}\dfrac{Nh^2 + (a+h)bk}{Nh^2}$ $M_P = \dfrac{a}{h}(Pb + M_B)$
	

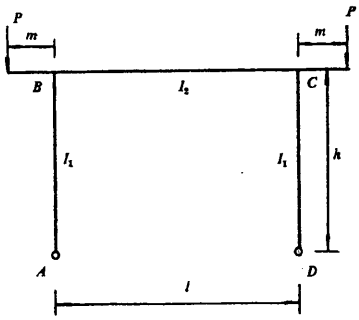
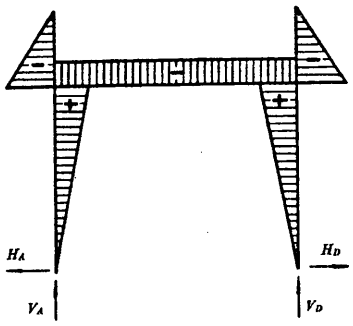
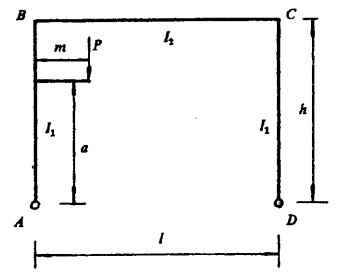
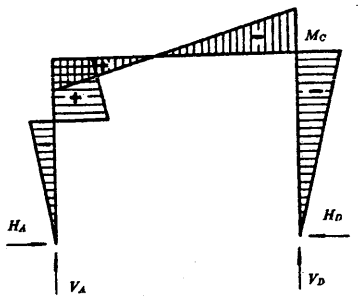


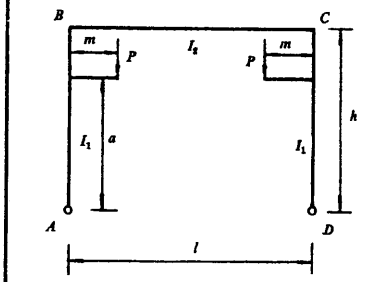
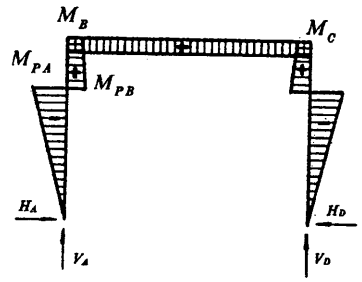
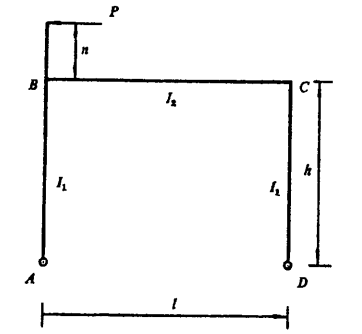
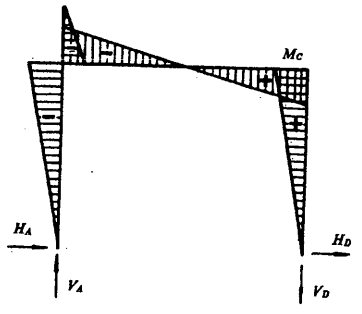
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel horizontal

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Ph}{l}$ $H_A = H_D = \frac{P}{2}$
	Momentos flectores: $M_B = -M_C = \frac{Ph}{2}$
	Reacciones: $V_A = P\frac{m+l}{l}$ $V_D = P\frac{m}{l}$ $H_A = H_D = \frac{3}{2}\frac{Pm}{hN}$
	Momentos flectores: $M_{BA} = \frac{3}{2}\frac{Pm}{N}$ $M_{BC} = -\frac{Pm}{2N}(2N-3)$ $M_{BP} = -Pm$ $M_C = \frac{3}{2}\frac{Pm}{N}$

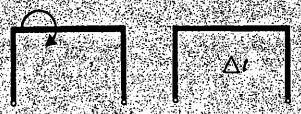
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel horizontal

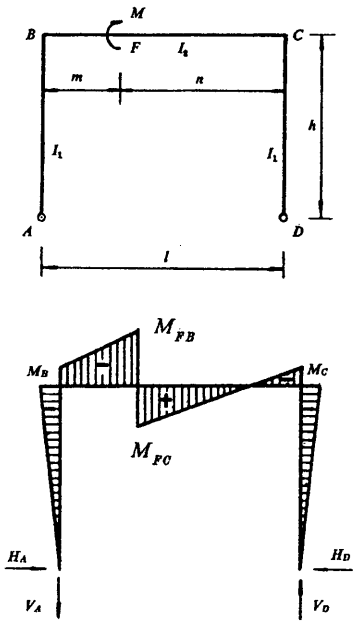
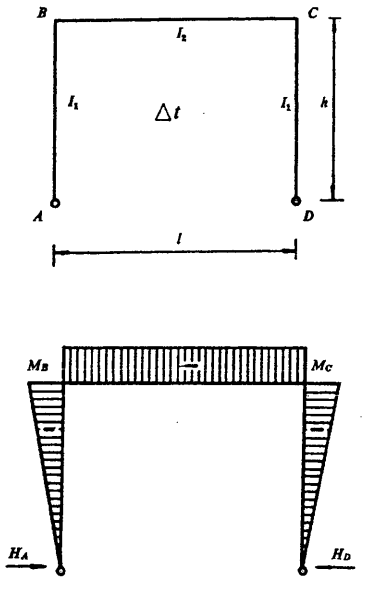


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = 3\,\frac{Pm}{hN}$ Momentos flectores: $M_{BA} = M_{CD} = 3\,\frac{Pm}{N}$ $M_{BC} = M_{CB} = -\,\frac{Pm}{N}\,(N-3)$ $M_{BP} = M_{CP} = -Pm$
 	Reacciones: $V_A = P\,\frac{l-m}{l}$ $V_D = P\,\frac{m}{l}$ $H_A = H_D = P\,\frac{m}{2}\,\frac{Nh^2-(3a^2-h^2)k}{Nh^3}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{Pm}{2}\,\frac{(3a^2-h^2)k+Nh^2}{Nh^3}$ $M_C = -\,\frac{Pm}{2}\,\frac{Nh^2-(3a^2-h^2)k}{Nh^3}$ $M_{PA} = -H_A \cdot a$ $M_{PB} = P\,m - H_A \cdot a$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = \frac{Pm - M_B}{h}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = Pm\,\frac{(3a^2 - h^2)k}{Nh^2}$ $M_{PA} = -\frac{Pm - M_B}{h}\,a$ $M_{PB} = Pm - \frac{Pm - M_B}{h}\,a$
 	Reacciones: $V_A = V_D = P\,\frac{n+h}{l}$ $H_A = P\,\frac{hN - 3n}{2hN}$ $H_D = P\,\frac{hN + 3n}{2hN}$ Momentos flectores: $M_{BA} = -P\,\frac{hN - 3n}{2N}$ $M_{BC} = -P\,\frac{hN + n(2N - 3)}{2N}$ $M_{BP} = -Pn$ $M_C = P\,\frac{hN + 3n}{2N}$

pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel horizontal

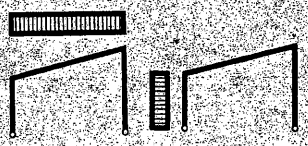


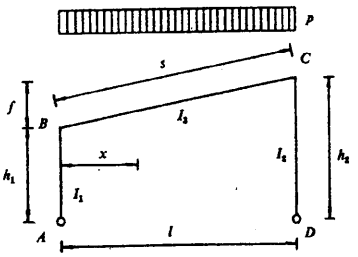
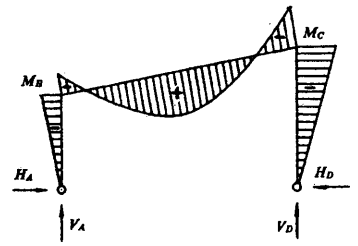
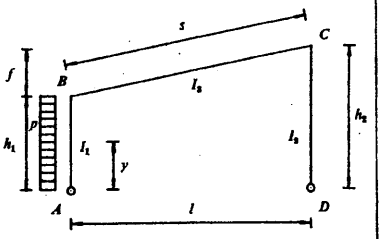
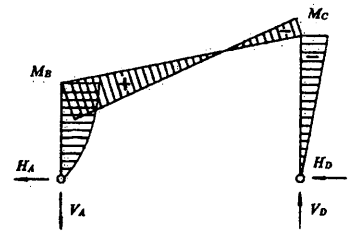
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{M}{l}$ $H_A = H_D = \frac{3M(n-m)}{2Nlh}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3M(n-m)}{2Nl}$ $M_{FB} = -\frac{3M(n-m)}{2Nl} - \frac{mM}{l}$ $M_{FC} = -\frac{3M(n-m)}{2Nl} + \frac{nM}{l}$
Aumento uniforme de temperatura 	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $H_A = H_D = \frac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{h^2N}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{hN}$

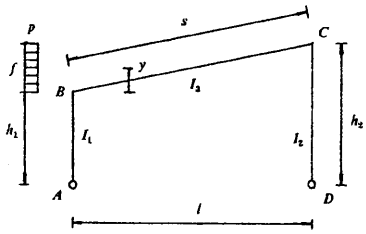
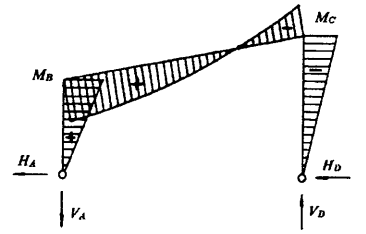
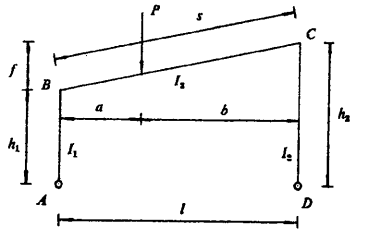
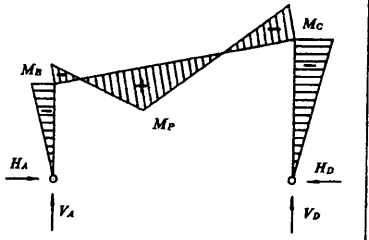
En los pórticos simples biarticulados a la misma altura, con dintel inclinado, se han tomado:

$$k_1 = \frac{I_3}{I_1} \cdot \frac{h_1}{s} \quad \text{y} \quad k_2 = \frac{I_3}{I_2} \cdot \frac{h_2}{s}$$

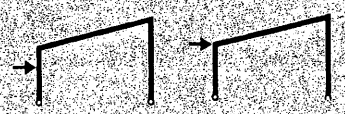
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel inclinado

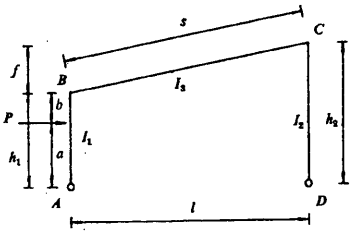
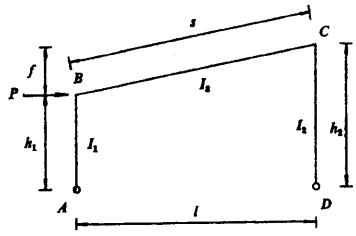


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_D = \frac{pl^2}{8} \frac{h_1 + h_2}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{pl^2}{8} \frac{(h_1 + h_2)h_1}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ $M_C = -\frac{pl^2}{8} \frac{(h_1 + h_2)h_2}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ En BC $M_x = \frac{px(l - x)}{2} - H_A\left(\frac{f}{l}x + h_1\right)$
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph_1^2}{2l}$ $H_A = ph_1 - H_D$ $H_D = \frac{ph_1^2}{8} \frac{h_1(4 + 5k_1) + 2h_2}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph_1^2}{2} - \frac{ph_1^3}{8} \frac{h_1(4 + 5k_1) + 2h_2}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ $M_C = \frac{ph_1^2 h_2}{8} \frac{h_1(4 + 5k_1) + 2h_2}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1 h_2}$ En AB $M_y = H_A \cdot y - \frac{py^2}{2}$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones:
	$V_A = V_D = \frac{pf(h_1 + h_2)}{2l}$
	$H_A = pf - H_D$
	$H_D = \frac{pf}{8} \frac{8h_1^2(1 + k_1) + 4h_1h_2 + f(h_1 + h_2)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	Momentos flectores:
	$M_B = pfh_1 - \frac{pfh_1}{8} \frac{8h_1^2(1 + k_1) + 4h_1h_2 + f(h_1 + h_2)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	$M_C = -\frac{pfh_2}{8} \frac{8h_1^2(1 + k_1) + 4h_1h_2 + f(h_1 + h_2)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	En BC
	$M_y = -V_i \frac{l}{f} y + H_A(y + h_1) - \frac{py^2}{2}$
	Reacciones:
	$V_A = \frac{Pb}{l}$
	$V_D = \frac{Pa}{l}$
	$H_A = H_D = \frac{Pab}{2l^2} \frac{h_1(l + b) + h_2(l + a)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	Momentos flectores:
	$M_B = -\frac{Pabh_1}{2l^2} \frac{h_1(l + b) + h_2(l + a)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	$M_C = -\frac{Pabh_2}{2l^2} \frac{h_1(l + b) + h_2(l + a)}{h_1^2(1 + k_1) + h_2^2(1 + k_2) + h_1h_2}$
	$M_P = \frac{Pab}{l} - H_A\left(\frac{af}{l} + h_1\right)$

pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel inclinado

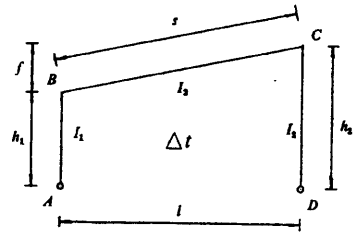


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Pa}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{Pa}{2h_1} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_2h_1 + bk_1(h_1+a)}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = Pa - \frac{Pa}{2} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_2h_1 + bk_1(h_1+a)}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{Pah_2}{2h_1} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_2h_1 + bk_1(h_1+a)}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_P = H_A \cdot a$
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Ph_1}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{P}{2} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_1h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = Ph_1 - \frac{Ph_1}{2} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_1h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{Ph_2}{2} \frac{2h_1^2(1+k_1) + h_1h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$



pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel inclinado

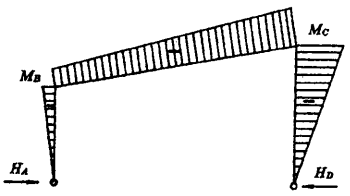
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
Aumento uniforme de temperatura	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados



Reacciones:

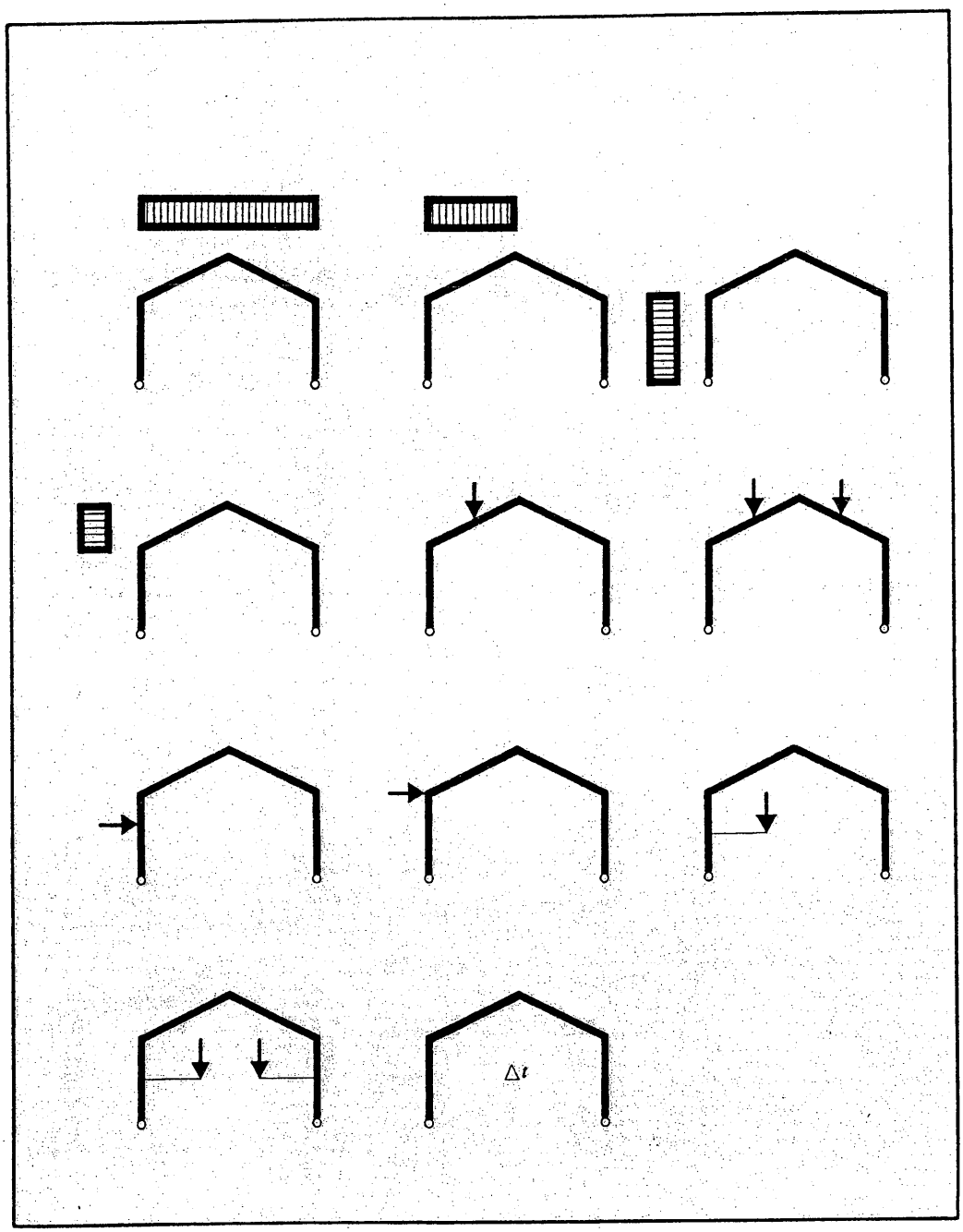
$$H_A = H_D = \frac{3EI_3\alpha\,\Delta t\,l}{s}\,\frac{1}{h_1^2(1+k_1)+h_2^2(1+k_2)+h_1h_2}$$

Momentos flectores:



$$M_B = -\frac{3EI_3\alpha\,\Delta t\,lh_1}{s}\,\frac{1}{h_1^2(1+k_1)+h_2^2(1+k_2)+h_1h_2}$$

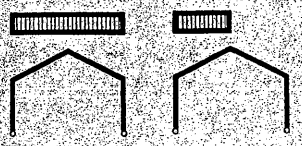
$$M_C = -\frac{3EI_3\alpha\,\Delta t\,lh_2}{s}\,\frac{1}{h_1^2(1+k_1)+h_2^2(1+k_2)+h_1h_2}$$

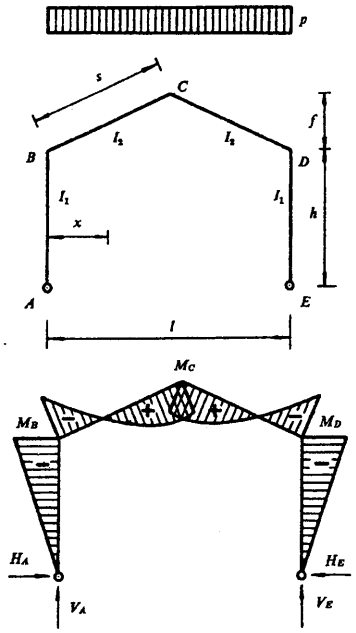
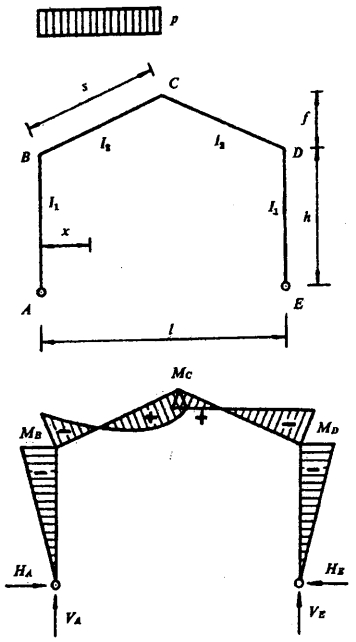

Δt

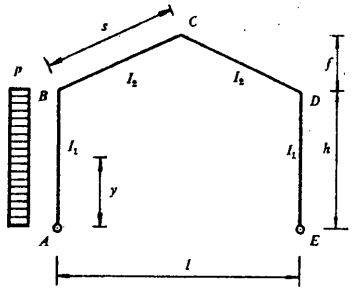
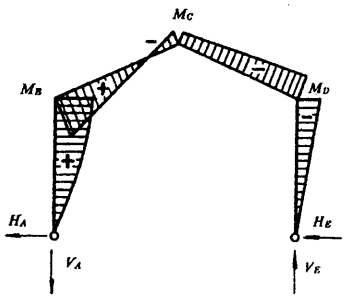
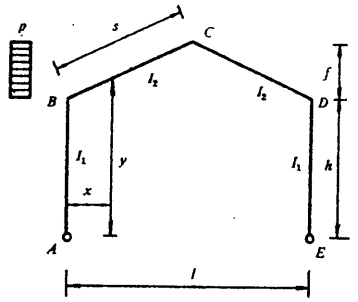
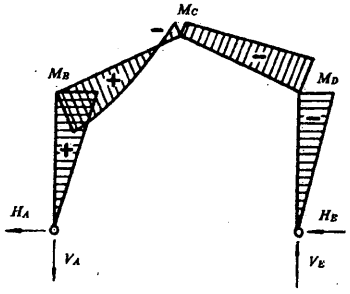
En los pórticos simples biarticulados a la misma altura, con dintel a dos aguas, se ha tomado:

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{s}$$

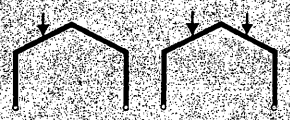
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel a dos aguas

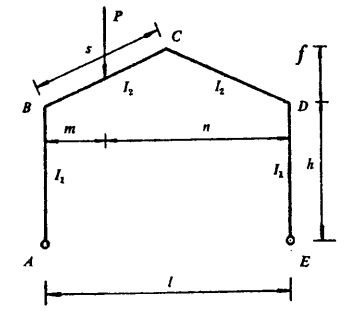
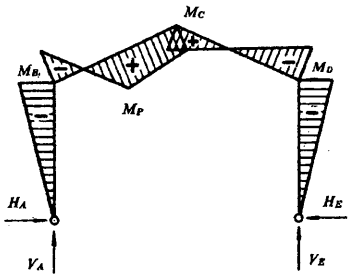
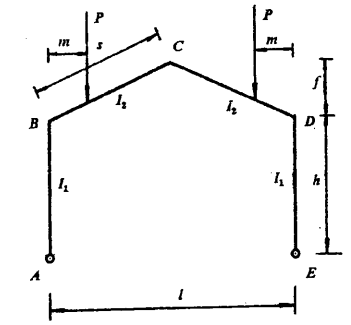
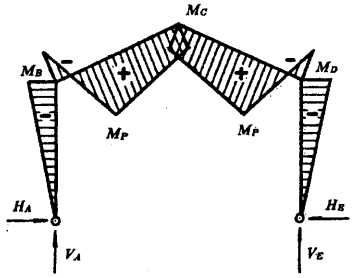


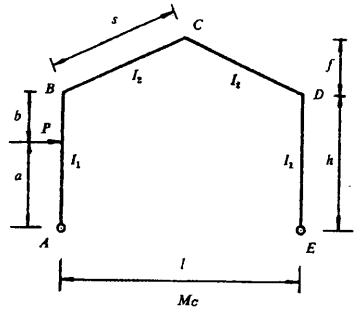
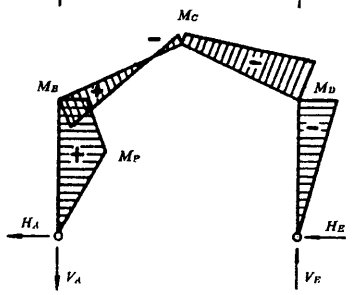
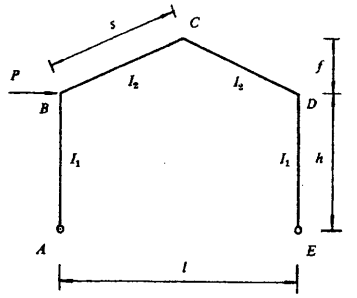
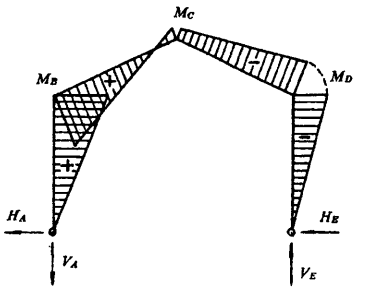
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_E = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_E = \frac{pl^2}{32} \frac{8h + 5f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_D = -\frac{pl^2h}{32} \frac{8h + 5f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$ $M_C = \frac{pl^2}{8} + \frac{f + h}{h} M_B$ En BC y DC $M_x = p \frac{x(l - x)}{2} + \frac{M_B}{h}\left(h + \frac{2fx}{l}\right)$
	Reacciones: $V_A = 3\frac{pl}{8}$ $V_E = \frac{pl}{8}$ $H_A = H_E = \frac{pl^2}{64} \frac{8h + 5f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_D = -\frac{pl^2h}{64} \frac{8h + 5f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$ $M_C = \frac{pl^2}{16} + \frac{f + h}{h} M_B$ En BC $M_x = p \frac{x(l - x)}{2} + \frac{M_B}{h}\left(h + \frac{2fx}{l}\right)$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_E = \frac{ph^2}{2l}$ $H_A = ph - H_E$ $H_E = \frac{ph^2}{16} \frac{(5k+12)h + 6f}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph^2}{2} + M_D$ $M_C = \frac{ph^2}{4} + \frac{f+h}{h} M_D$ $M_D = -\frac{ph^2}{16} \frac{(5k+12)h + 6f}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ En AB $M_y = -\frac{py^2}{2} + H_A \cdot y$
 	Reacciones: $V_A = V_E = \frac{pf}{2l}(f + 2h)$ $H_A = pf - H_E$ $H_E = \frac{pf}{16} \frac{8h^2(k+3) + 5f(f+4h)}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = H_A \cdot h$ $M_C = -\frac{pf^2}{16} \frac{4h^2(k+2) + f(5h+f)}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ $M_D = -H_E \cdot h$ En BC $M_x = H_A \cdot y - V_A \cdot x - p\frac{(y-h)^2}{2}$ siendo $y = \frac{f}{l}x + h$

pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel a dos aguas

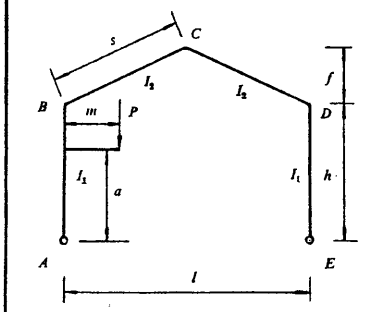
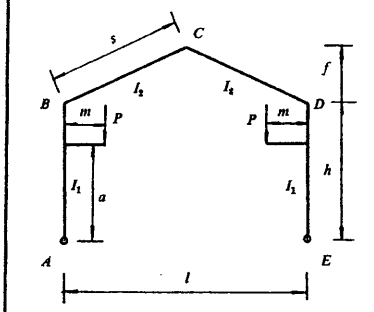


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = \frac{Pn}{l}$ $V_E = \frac{Pm}{l}$ $H_A = H_E = \frac{Pm}{4l^2} \cdot \frac{6hln + f(3l^2 - 4m^2)}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = M_D = -H_A \cdot h$ $M_C = \frac{Pm}{2} + \frac{h+f}{h} M_B$ $M_P = V_A \cdot m - H_A \frac{hl + 2fm}{l}$
 	Reacciones: $V_A = V_E = P$ $H_A = H_E = \frac{Pm}{2l^2} \cdot \frac{6hl(l-m) + f(3l^2 - 4m^2)}{h^2(k+3) + f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = M_D = -H_A \cdot h$ $M_C = P\,m + \frac{h+f}{h} M_B$ $M_P = V_A \cdot m - H_A \frac{hl + 2fm}{l}$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_E = \frac{Pa}{l}$ $H_A = P - H_E$ $H_E = \frac{Pa}{4h} \frac{k(3h^2 - a^2) + 3h(2h + f)}{h^2(k + 3) + f(f + 3h)}$ Momentos flectores: $M_B = Pa - H_E \cdot h$ $M_C = \frac{Pa}{2} - H_E(h + f)$ $M_D = - H_E \cdot h$ $M_P = H_A \cdot a$
 	Reacciones: $V_A = V_E = \frac{Ph}{l}$ $H_A = P - H_E$ $H_E = \frac{Ph}{4} \frac{2kh + 6h + 3f}{h^2(k + 3) + f(f + 3h)}$ Momentos flectores: $M_B = (P - H_E)h$ $M_C = \frac{Ph}{2} - (h + f)H_E$ $M_D = - H_E \cdot h$

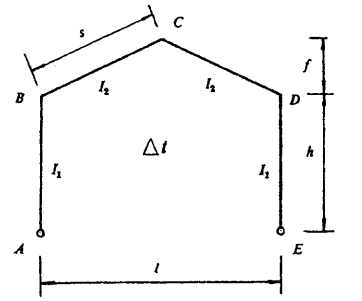
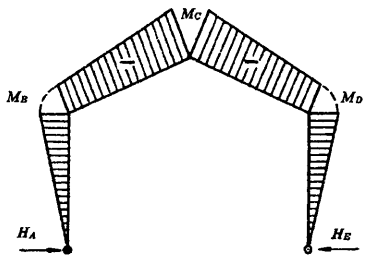
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel a dos aguas

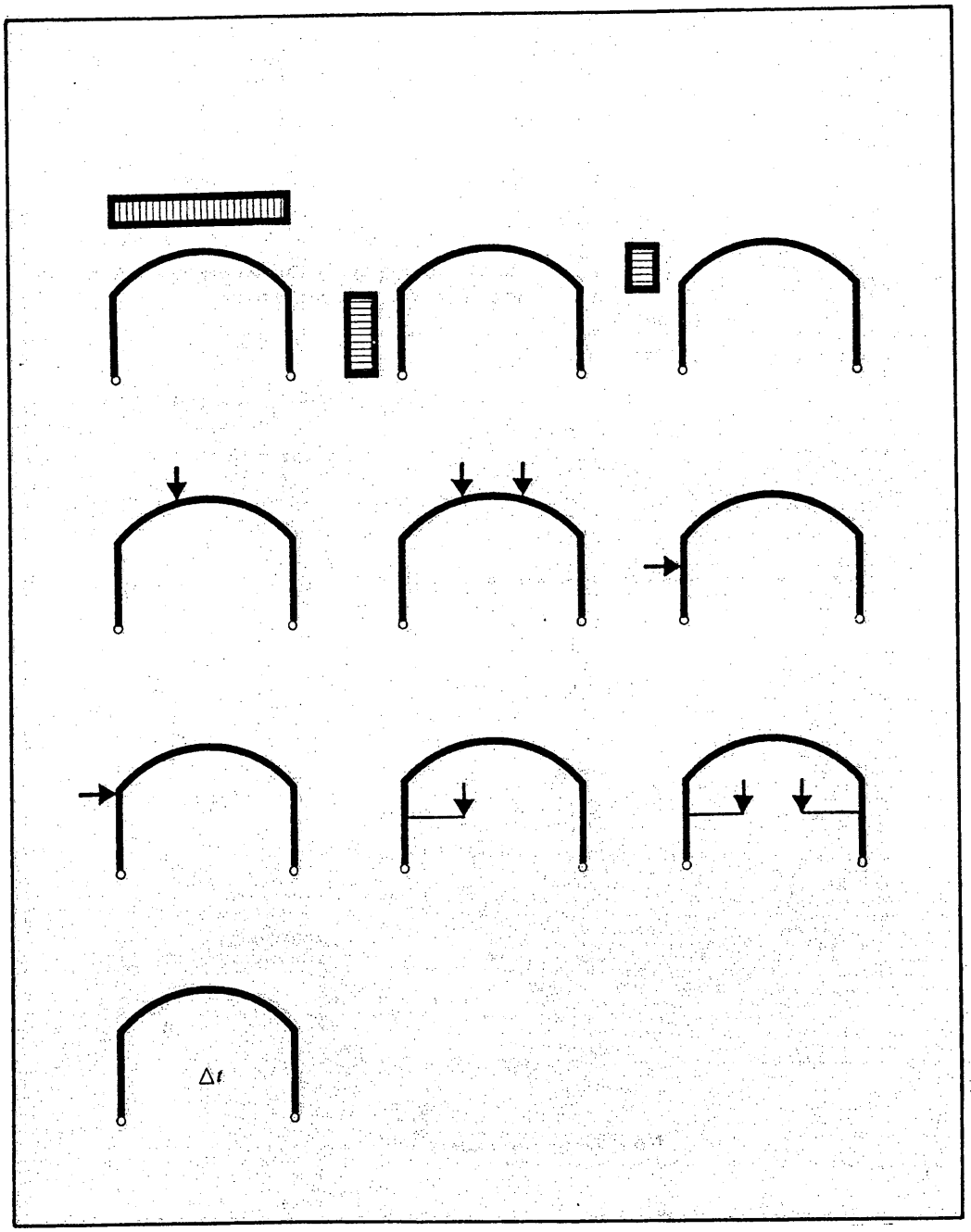


Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = P\dfrac{l-m}{l}$ $V_E = \dfrac{Pm}{l}$ $H_A = H_E = \dfrac{3Pm}{4h}\dfrac{k(h^2-a^2)+h(2h+f)}{h^2(k+3)+f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = Pm - H_A \cdot h$ $M_C = \dfrac{Pm}{2} - (f+h)H_A$ $M_D = -H_E \cdot h$ $M_{PA} = -H_A \cdot a$ $M_{PB} = Pm - H_A \cdot a$
	Reacciones: $V_A = V_E = P$ $H_A = H_E = \dfrac{3Pm}{2h}\dfrac{k(h^2-a^2)+h(2h+f)}{h^2(k+3)+f(f+3h)}$ Momentos flectores: $M_B = M_D = Pm - H_A \cdot h$ $M_C = Pm - H_A(h+f)$ $M_{PA} = -H_A \cdot a$ $M_{PB} = Pm - H_A \cdot a$



pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel a dos aguas

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
Aumento uniforme de temperatura	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados
	Reacciones: $H_A = H_E = \dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l}{2s[h^2(k+3)+f(f+3h)]}$
	Momentos flectores: $M_B = M_D = -H_A \cdot h$ $M_C = -H_A(h+f)$


Δt

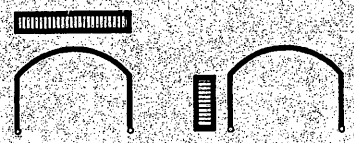
En los pórticos simples biarticulados a la misma altura, con dintel curvo, se han tomado:

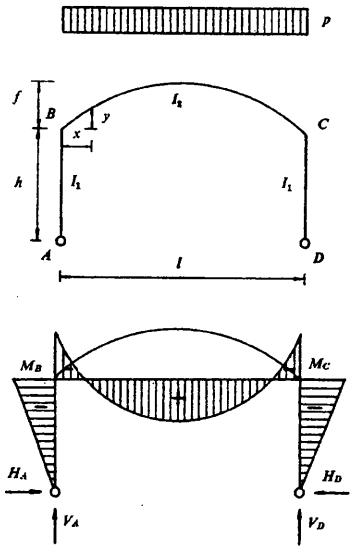
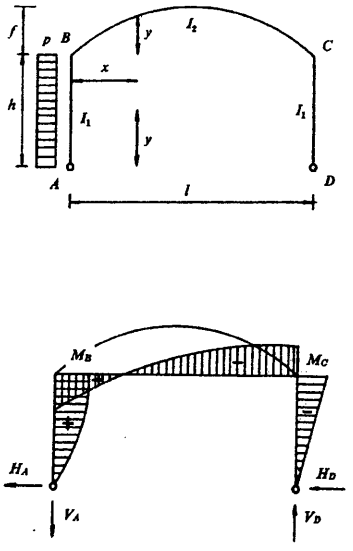
$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l}$$

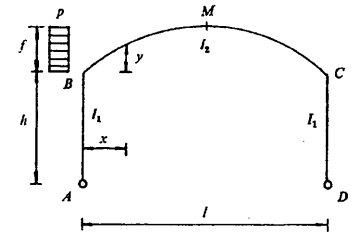
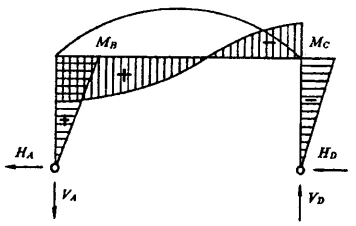
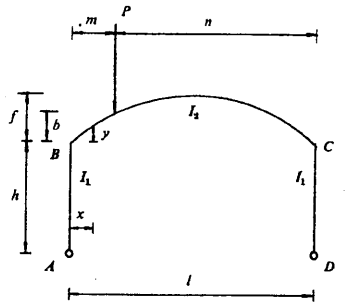
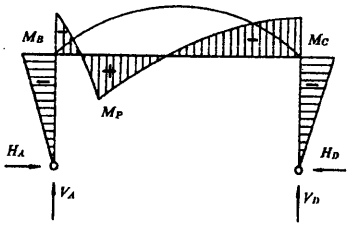
y para la ecuación de la viga parabólica

$$y = \frac{4f}{l^2} x(l - x)$$

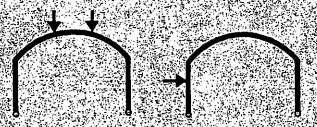
pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel curvo

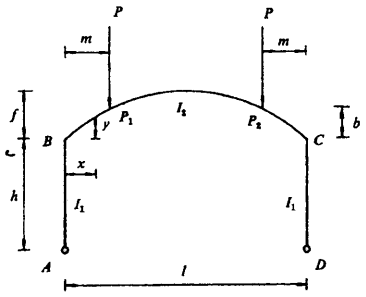
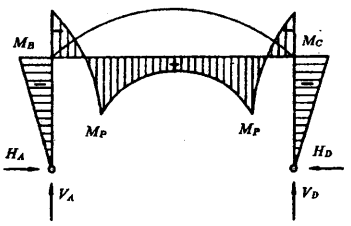
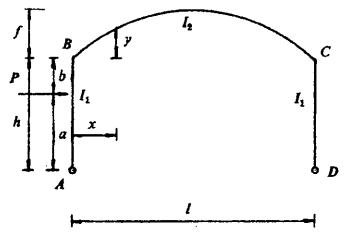
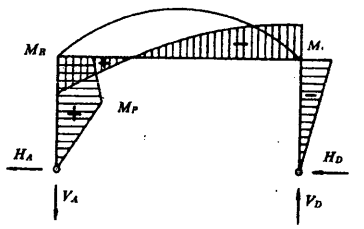


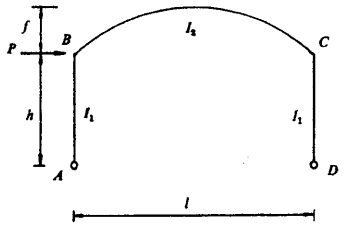
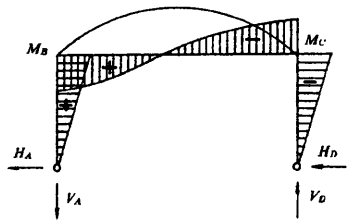
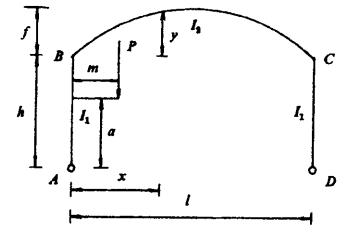
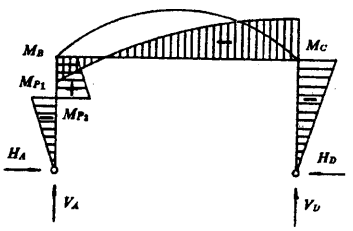
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_D = \frac{pl^2}{4} \frac{5h + 4f}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = \frac{pl^2h}{4} \frac{5h + 4f}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ En BC $M_x = px \frac{l - x}{2} - H_A(h + y)$
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph^2}{2l}$ $H_A = ph - H_D$ $H_D = \frac{5ph^2}{8} \frac{h(5k + 6) + 4f}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph^2}{2} - H_D \cdot h$ $M_C = -\frac{5ph^3}{8} \frac{h(5k + 6) + 4f}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ En AB $M_y = (ph - H_D)y - p\frac{y^2}{2}$ En BC $M_x = V_D(l - x) - H_D(h + y)$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = p\,\frac{f(2h+f)}{2l}$ $H_A = pf - H_D$ $H_D = \frac{pf}{14}\,\frac{35h^2(2k+3)+16f(7h+2f)}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = (pf - H_D)h$ $M_C = -\frac{pf}{14}\,\frac{35h^2(2k+3)+16f(7h+2f)}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ En BM $Mx = (pf - H_D)(h+y) - p\,\frac{f(2h+f)}{2l}\,x - \frac{py^2}{2}$ En MC $M_x = V_D(l-x) - H_D(h+y)$
 	Reacciones: $V_A = \frac{Pn}{l}$ $V_D = \frac{Pm}{l}$ $H_A = H_D = \frac{5Pmn}{2f^3}\,\frac{3hl^2+2f(l^2+mn)}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{5Pmnh}{2f^3}\,\frac{3hl^2+2f(l^2+mn)}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ En BP $M_x = V_A \cdot x - H_A(y+h)$ $M_P = V_A \cdot m - H_A(y+h)$ En PC $M_x = V_D(l-x) - H_D(y+h)$

pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel curvo

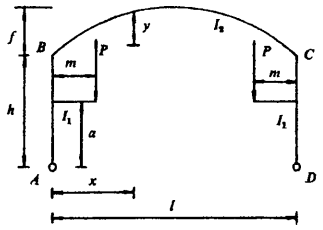
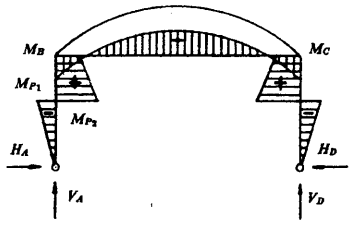
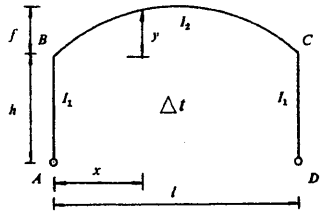
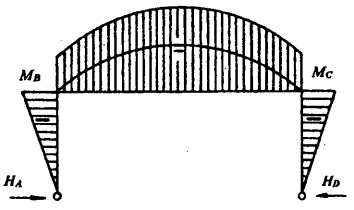


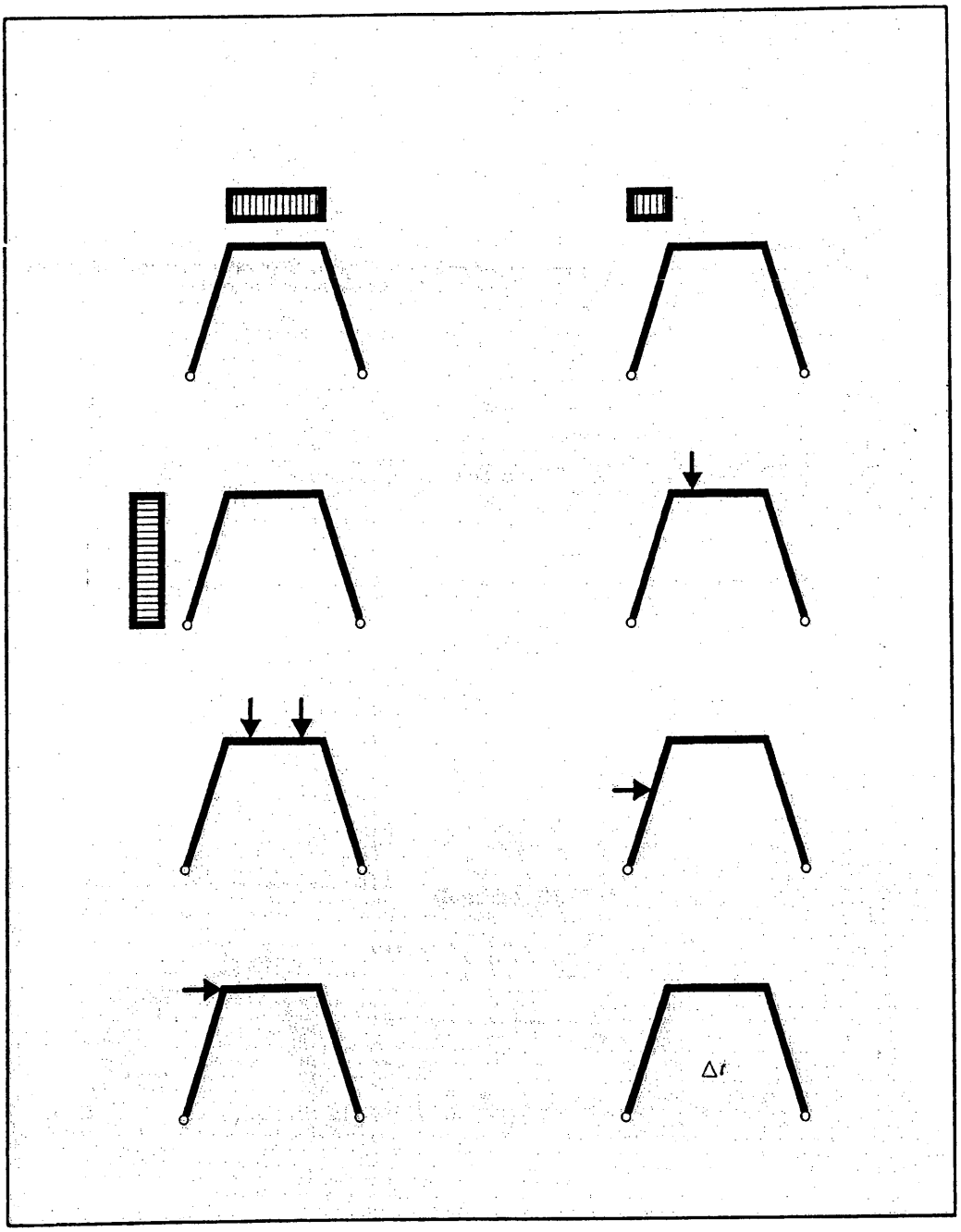
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = \frac{5Pm\,(l-m)}{l^3} \quad \frac{3hl^2 + 2f(l^2 + lm-m^2)}{5h^2\,(2k+3) + 4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{5Pm\,(l-m)h}{l^3} \quad \frac{3hl^2 + 2f(l^2 + lm-m^2)}{5h^2\,(2k+3) + 4f(5h+2f)}$ En BP_1 $M_x = V_A \cdot x - H_A(y+h)$ $M_P = V_A \cdot m - H_A(b+h)$ En P_1P_2 $M_x = Pm - H_A(y+h)$
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Pa}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{5pa}{2h} \quad \frac{h^2(2k+3) + h(2f+bk) + abk}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = Pa - H_D \cdot h$ $M_C = -\frac{5Pa}{2} \quad \frac{h^2(2k+3) + h(2f+bk) + abk}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$ $M_P = (P - H_D)a$ En BC $M_x = V_D(l-x) - H_D(h+y)$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Ph}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{5Ph}{2} \frac{h(2k+3)+2f}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = (P - H_D)h$ $M_C = -\frac{5Ph^2}{2} \frac{h(2k+3)+2f}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ En BC $M_x = V_D(l-x) - H_D(h+y)$
 	Reacciones: $V_A = P - \frac{Pm}{l}$ $V_D = \frac{Pm}{l}$ $H_A = H_D = \frac{5Pm}{2h} \frac{3k(h^2-a^2)+h(2f+3h)}{5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)}$ Momentos flectores: $M_B = Pm - H_A \cdot h$ $M_C = -H_A \cdot h$ $M_{P_1} = -H_A \cdot a$ $M_{P_2} = Pm - H_A \cdot h$ En BC $M_x = \frac{Pm}{l}(l-x) - H_A(h+y)$

pórticos simples biarticulados a la misma altura dintel curvo



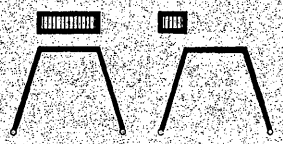
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = \frac{5Pm}{h} \frac{3k(h^2 - a^2) + h(2f + 3h)}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = Pm - H_A \cdot h$ $M_{P_1} = - H_A \cdot a$ $M_{P_2} = Pm - H_A \cdot a$ En BC $M_x = Pm - H_A(h + y)$
	
Aumento uniforme de temperatura 	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $H_A = H_D = \frac{15EI_2\alpha\,\Delta t}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = - \frac{15EI_2\alpha\,\Delta t\,h}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$ En BC $M_x = M_B\left(1 + \frac{y}{h}\right)$
	

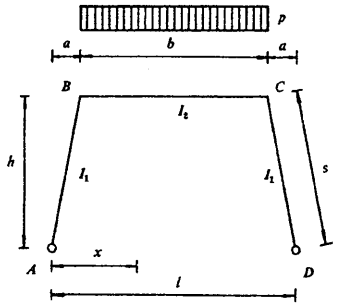
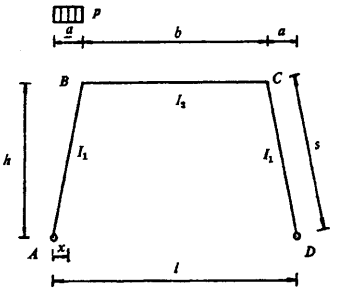

Δt

En los pórticos simples, trapeciales simétricos, biarticulados a la misma altura, se ha tomado:

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{s}{b}$$

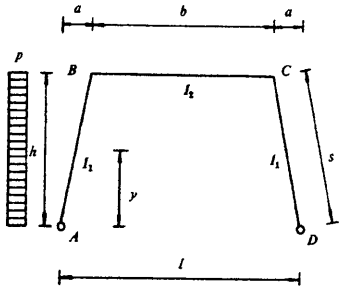
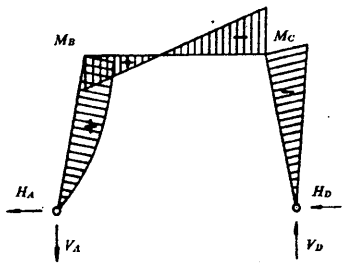
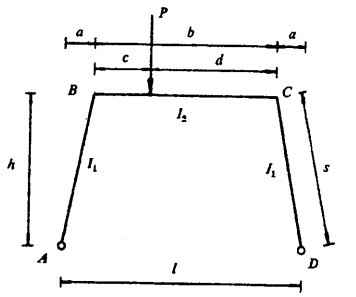
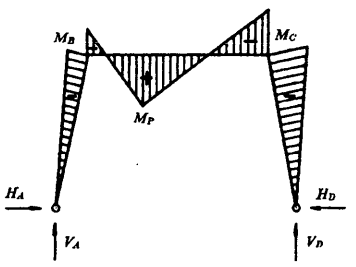
pórticos simples biarticulados a la misma altura trapeciales simétricos



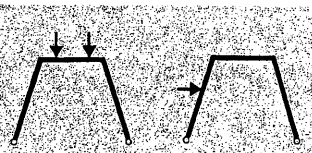
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = p\,\frac{b}{2}$ $H_A = H_D = \frac{pb}{4h}\,\frac{2a(2k+3)+b}{2k+3}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{pb^2}{4(2k+3)}$ En BC $M_x = -\frac{pb}{4}\,\frac{2(a-x)(2k+3)+b}{2k+3} - \frac{p(x-b)^2}{2}$
	Reacciones: $V_A = pa\,\frac{2l-a}{2l}$ $V_D = \frac{pa^2}{2l}$ $H_A = H_D = \frac{pa^2}{8h}\,\frac{5k+6}{2k+3}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{pa^2}{4}\left(\frac{b}{l} - \frac{k}{2(2k+3)}\right)$ $M_C = -\frac{pa^2}{4}\left(\frac{b}{l} + \frac{k}{2(2k+3)}\right)$ En AB $M_x = pa\,\frac{2l-a}{2l}\,x - \frac{pa}{8}\,\frac{5k+6}{2k+3}\,x - \frac{px^2}{2}$

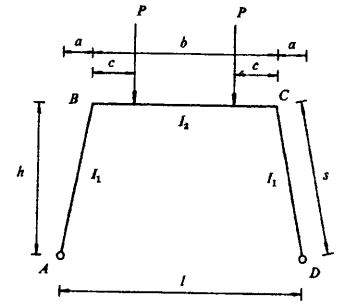
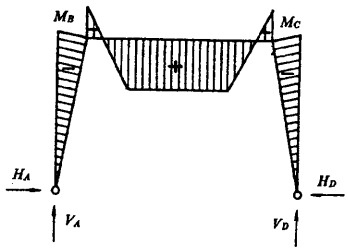
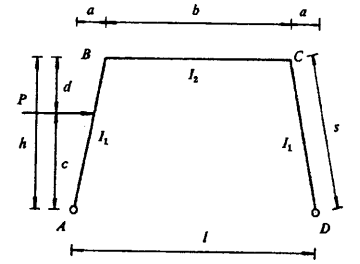
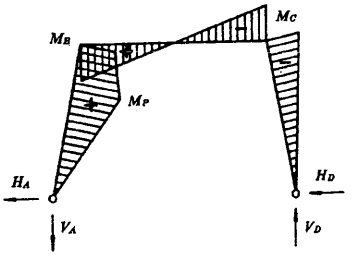


pórticos simples biarticulados a la misma altura trapeciales simétricos

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph^2}{2l}$ $H_A = \frac{ph}{8}\frac{11k+18}{2k+3}$ $H_D = \frac{ph}{8}\frac{5k+6}{2k+3}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph^2}{8}\left(\frac{2b}{l} - \frac{k}{2k+3}\right)$ $M_C = -\frac{ph^2}{8}\left(\frac{2b}{l} + \frac{k}{2k+3}\right)$ En AB $My = -\frac{pha}{2l}y + \frac{ph}{8}\frac{11k+18}{2k+3}y - \frac{py^2}{2}$
 	Reacciones: $V_A = \frac{P(a+d)}{l}$ $V_D = \frac{P(a+c)}{l}$ $H_A = H_D = \frac{P}{2h}\left(a + \frac{3cd}{b(2k+3)}\right)$ Momentos flectores: $M_B = \frac{P}{2}\left(-\frac{3cd}{b(2k+3)} + a\frac{d-c}{l}\right)$ $M_C = -\frac{P}{2}\left(\frac{3cd}{b(2k+3)} + a\frac{d-c}{l}\right)$ $M_P = \frac{Pab+2cd}{2l} - 3p\frac{cd}{2b(2k+3)}$

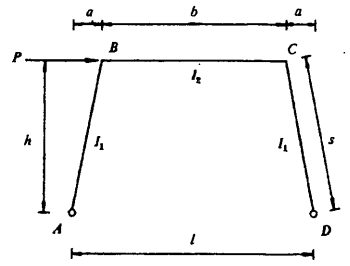
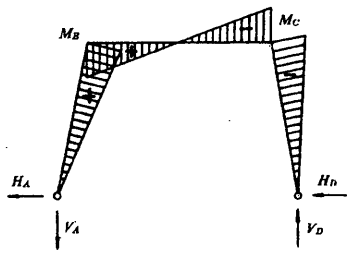
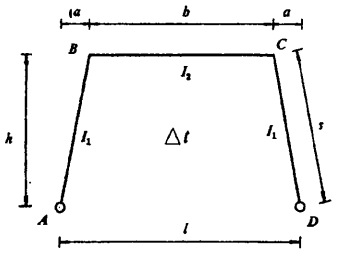
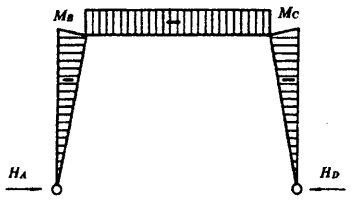
pórticos simples
biarticulados a la misma altura
trapeciales simétricos



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_B = \frac{P}{h}\left(a + \frac{3c(b-c)}{b(2k+3)}\right)$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3Pc(b-c)}{b(2k+3)}$ $M_P = P_0 - \frac{3Pc(b-c)}{b(2k+3)}$
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Pc}{l}$ $H_A = P\frac{h+d}{2h} - \frac{Pcd}{2h^3}\frac{h+c}{2k+3}k$ $H_D = \frac{Pc}{2h} + \frac{Pcd}{2h^3}\frac{h+c}{2k+3}k$ Momentos flectores: $M_B = \frac{Pcb}{2l} - \frac{Pcd(h+c)k}{2h^2(2k+3)}$ $M_C = -\frac{Pcb}{2l} - \frac{Pcd(h+c)}{2h^2(2k+3)}k$ $M_P = P\frac{h+d}{2h}c - \frac{Pc^2d}{2h^3}\frac{h+c}{2k+3}k - \frac{Pc^2}{l}\frac{a}{h}$

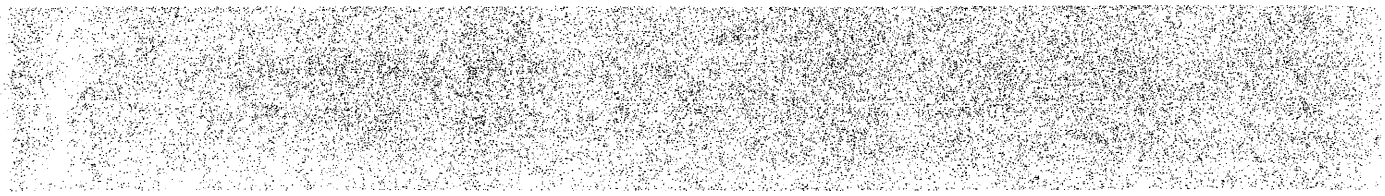


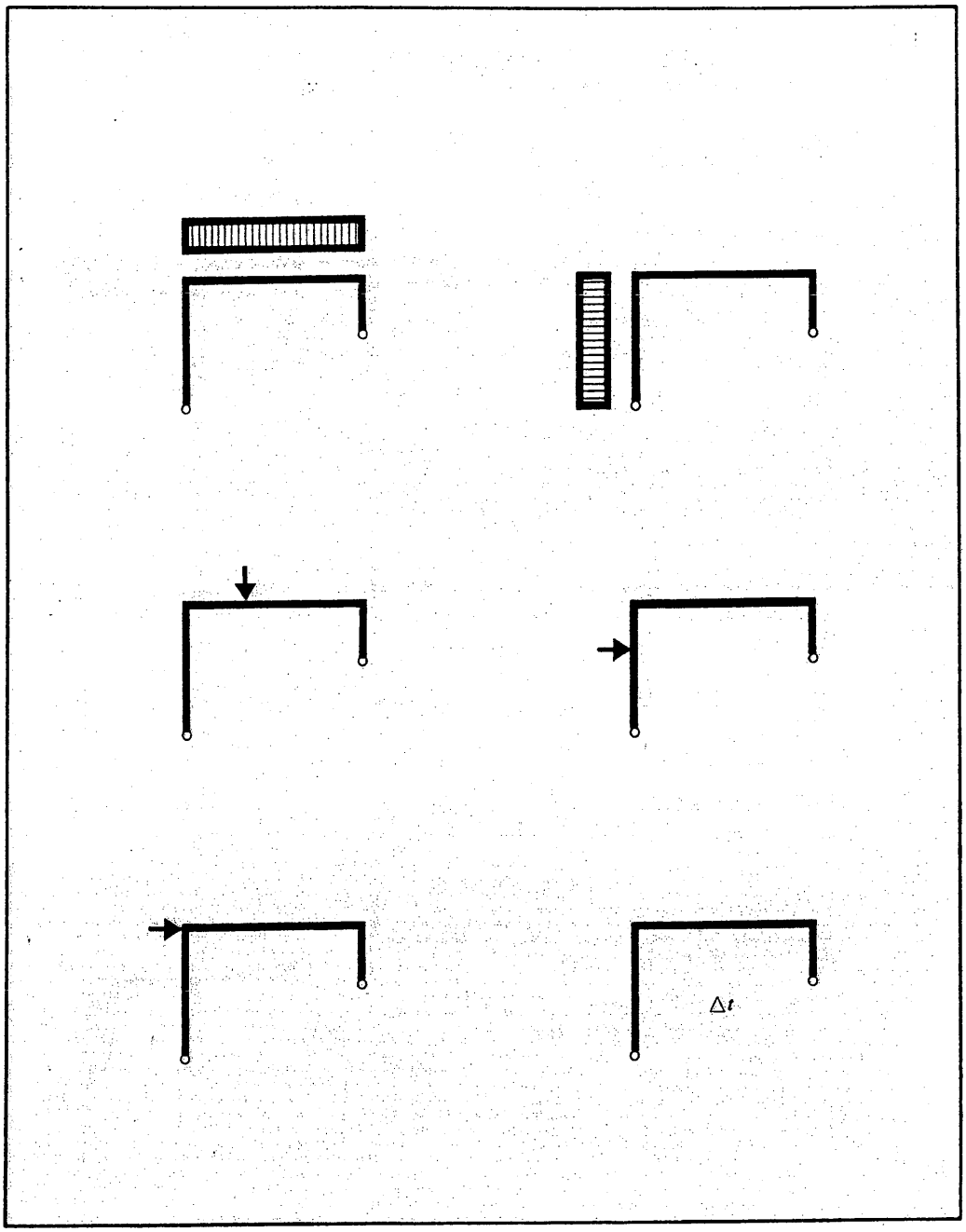
pórticos simples biarticulados a la misma altura trapeciales simétricos

Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Ph}{l}$ $H_A = H_D = \frac{P}{2}$ Momentos flectores: $M_B = -M_C = \frac{Phb}{2l}$
	
Aumento uniforme de temperatura 	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $H_A = H_D = \frac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l}{h^2b(2k+3)}$ Momentos flectores: $M_B = M_C = -\frac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l}{bh(2k+3)}$
	

pórticos simples biarticulados a distinta altura

dintel horizontal y dos columnas
dintel horizontal y una columna

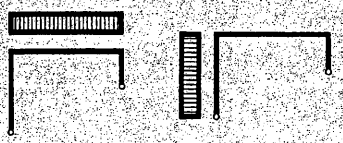


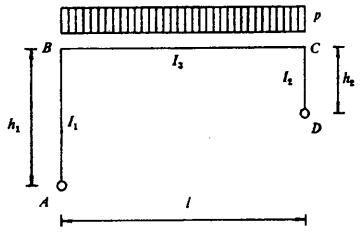
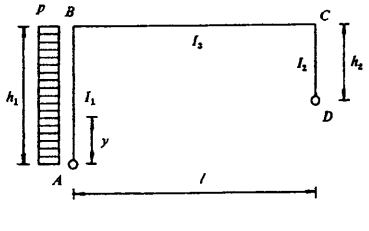

Δt

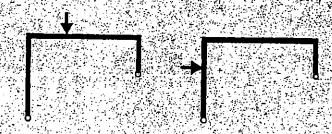
En los pórticos simples biarticulados a distinta altura, con dintel horizontal y dos columnas, se han tomado:

$$k_1 = \frac{I_3}{I_1} \cdot \frac{h_1}{l} \quad \text{y} \quad k_2 = \frac{I_3}{I_2} \cdot \frac{h_2}{l}$$

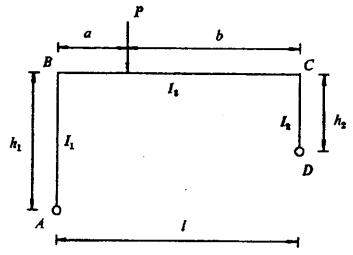
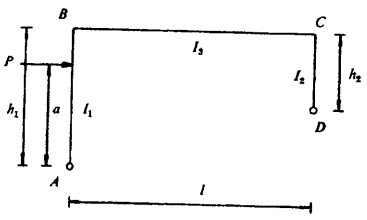
pórticos simples biarticulados a distinta altura dintel horizontal y dos columnas



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = \frac{pl}{2} + \frac{pl}{8}\frac{h_1^2 - h_2^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $V_D = \frac{pl}{2} - \frac{pl}{8}\frac{h_1^2 - h_2^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $H_A = H_D = \frac{pl^2}{8}\frac{h_1 + h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{pl^2}{8}\frac{(h_1+h_2)h_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{pl^2}{8}\frac{(h_1+h_2)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ En BC $M_x = V_A \cdot x - \frac{px^2}{2} - H_A \cdot h_1$
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph_1^2}{2l} - H_D\frac{h_1 - h_2}{l}$ $H_A = ph - H_D$ $H_D = \frac{ph_1^2}{8}\frac{5k_1h_1 + 4h_1 + 2h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = \frac{ph_1^2}{2} - \frac{ph_1^3}{8}\frac{5k_1h_1 + 4h_1 + 2h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{ph_1^2h_2}{8}\frac{5k_1h_1 + 4h_1 + 2h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ En AB $M_y = H_A \cdot y - \frac{py^2}{2}$

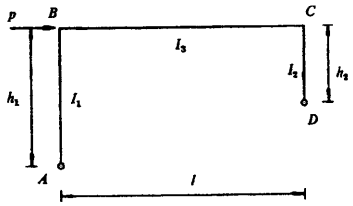
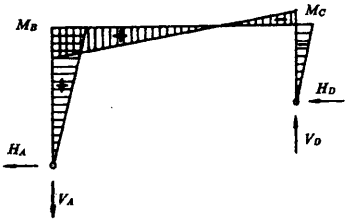
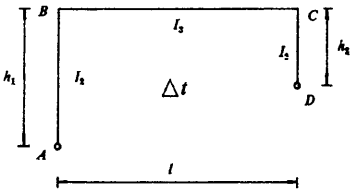
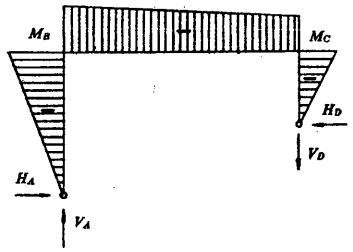


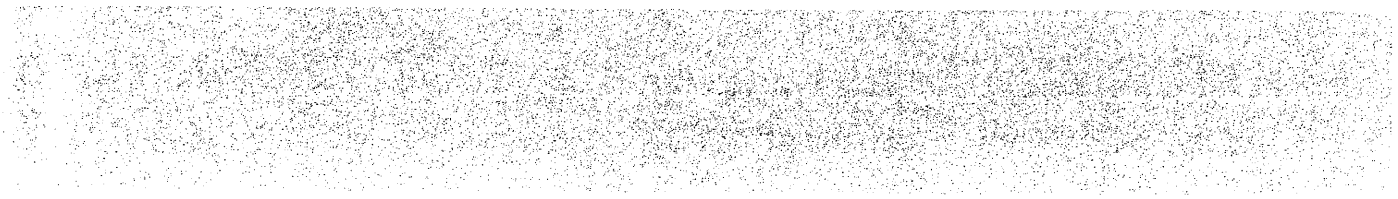
pórticos simples biarticulados a distinta altura dintel horizontal y dos columnas

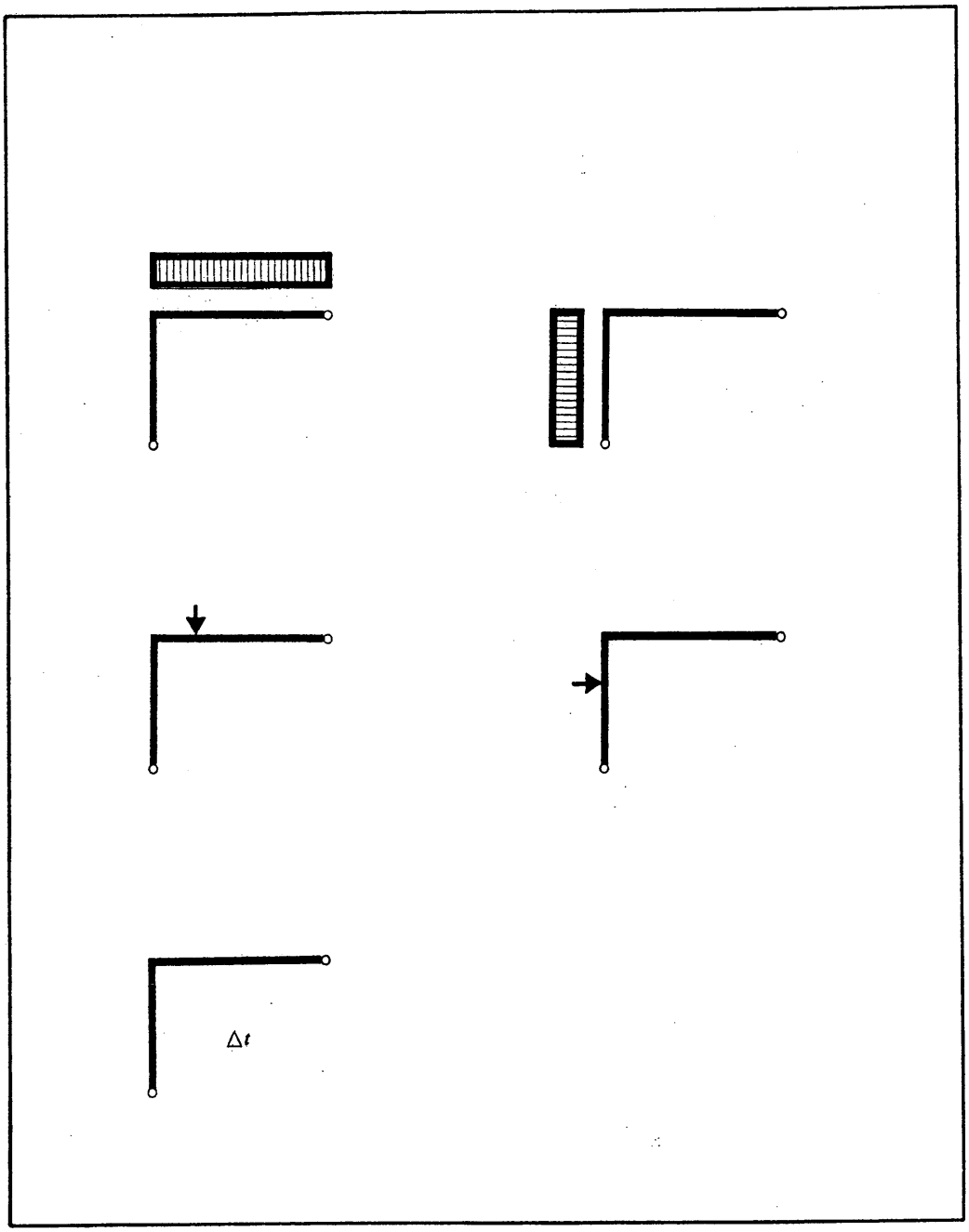
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = \frac{Pb}{l} + \frac{Pab}{2l^3}\,\frac{(l+b)h_1 + (l+a)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}\,(h_1 - h_2)$ $V_D = \frac{Pa}{l} - \frac{Pab}{2l^3}\,\frac{(l+b)h_1 + (l+a)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}\,(h_1 - h_2)$ $H_A = H_D = \frac{Pab}{2l^2}\,\frac{(l+b)h_1 + (l+a)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{Pabh_1}{2l^2}\,\frac{(l+b)h_1 + (l+a)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{Pabh_2}{2l^2}\,\frac{(l+b)h_1 + (l+a)h_2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_P = V_A \cdot a + M_B$
	Reacciones: $V_A = V_D = P\frac{a}{l} - H_D\frac{h_2 - h_1}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{Pa}{2h_1}\,\frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(k_1+1) + h_2^2(k_2+1) + h_1h_2}$ Momentos flectores: $M_B = Pa - \frac{Pa}{2}\,\frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{Pah_2}{2h_1}\,\frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_P = (P - H_D)a$

pórticos simples biarticulados a distinta altura dintel horizontal y dos columnas



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{Ph_1}{l} - H_D \frac{h_2 - h_1}{l}$ $H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{P}{2} \frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$
	Momentos flectores: $M_B = Ph_1 - \frac{Ph_1}{2} \frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{Ph_2}{2} \frac{3k_1h_1^2 + 2h_1^2 + h_2h_1 - a^2k_1}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$
Aumento uniforme de temperatura 	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $V_A = V_D = \frac{3EI_3\alpha\,\Delta t(h_1 - h_2)}{l^3} \frac{l^2 + (h_1 - h_2)^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $H_A = H_D = \frac{3EI_3\alpha\,\Delta t}{l^2} \frac{l^2 + (h_1 - h_2)^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$
	Momentos flectores: $M_B = -\frac{3EI_3\alpha\,\Delta t\,h_1}{l^2} \frac{l^2 + (h_1 - h_2)^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$ $M_C = -\frac{3EI_3\alpha\,\Delta t\,h_2}{l^2} \frac{l^2 + (h_1 - h_2)^2}{h_1^2(1+k_1) + h_2^2(1+k_2) + h_1h_2}$

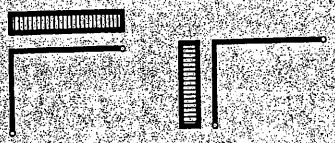


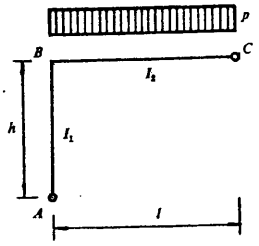
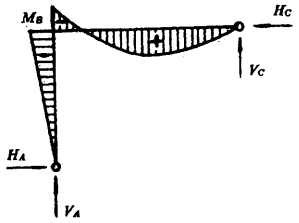
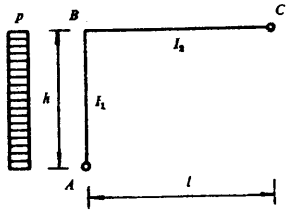
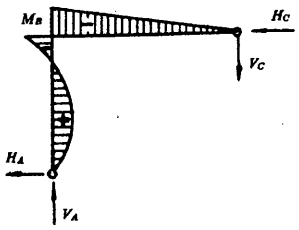

Δt

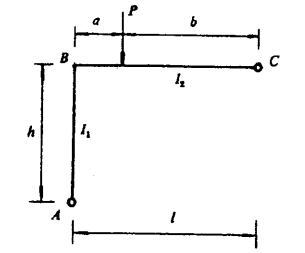
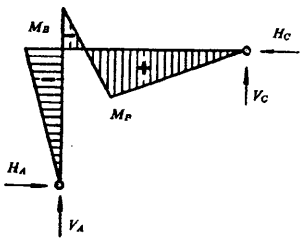
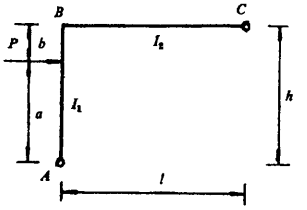
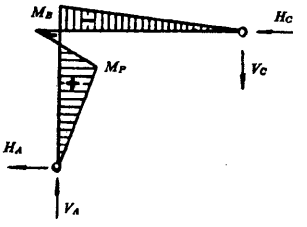
En los pórticos simples biarticulados a distinta altura, con dintel horizontal y una columna, se ha tomado:

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l}$$

pórticos simples biarticulados a distinta altura dintel horizontal y una columna



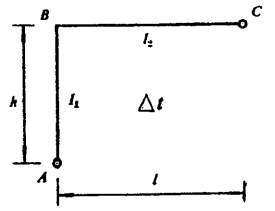
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones:
	$V_A = \frac{pl}{2} + H_A \frac{h}{l}$
	$V_C = \frac{pl}{2} - H_A \frac{h}{l}$
	$H_A = H_C = \frac{pl^2}{8h(k+1)}$
	Momentos flectores:
	$M_B = -\frac{pl^2}{8(k+1)}$
	En BC
	$M_x = V_A \cdot x - H_A \cdot h - \frac{px^2}{2}$
	Reacciones:
	$V_A = V_C = \frac{M_B}{l}$
	$H_A = ph - H_C$
	$H_C = \frac{ph}{8(k+1)}(5k+4)$
	Momentos flectores:
	$M_B = -\frac{ph^2k}{8(k+1)}$
	En AB
	$M_y = H_A \cdot y - \frac{py^2}{2}$

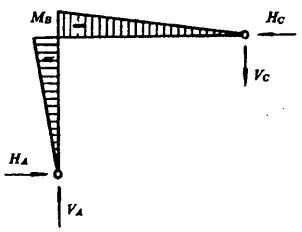
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = \frac{Pb - M_B}{l}$ $V_C = P - V_A$ $H_A = H_C = \frac{Pab}{2l^2h} \frac{l+b}{k+1}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{Pab}{2l^2} \frac{l+b}{k+1}$ $M_P = \frac{Pa + M_B}{l} b$
 	Reacciones: $V_A = V_C = \frac{M_B}{l}$ $H_A = P - H_C$ $H_C = \frac{Pa}{2h^3} \frac{2h^2 + (3h^2 - a^2)k}{k+1}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{Pabk}{2h^2} \frac{h+a}{k+1}$ $M_P = \frac{Pb + M_B}{l} b$

pórticos simples biarticulados a distinta altura dintel horizontal y una columna



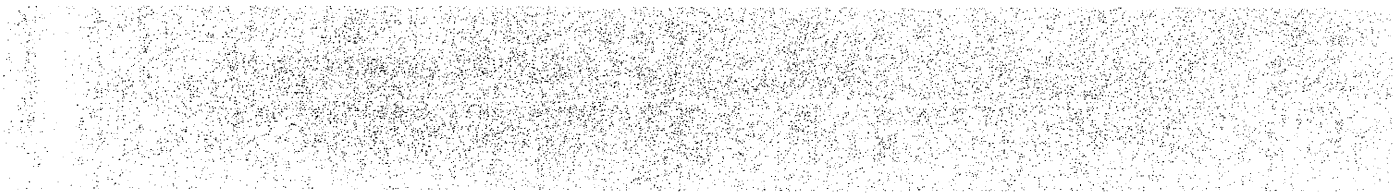
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
Aumento uniforme de temperatura	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $V_A = V_C = H_A \frac{h}{l}$ $H_A = H_C = \frac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{h^2(k+1)} \frac{l^2+h^2}{l^2}$ Momentos flectores: $M_B = -\frac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{h(k+1)} \frac{l^2+h^2}{l^2}$

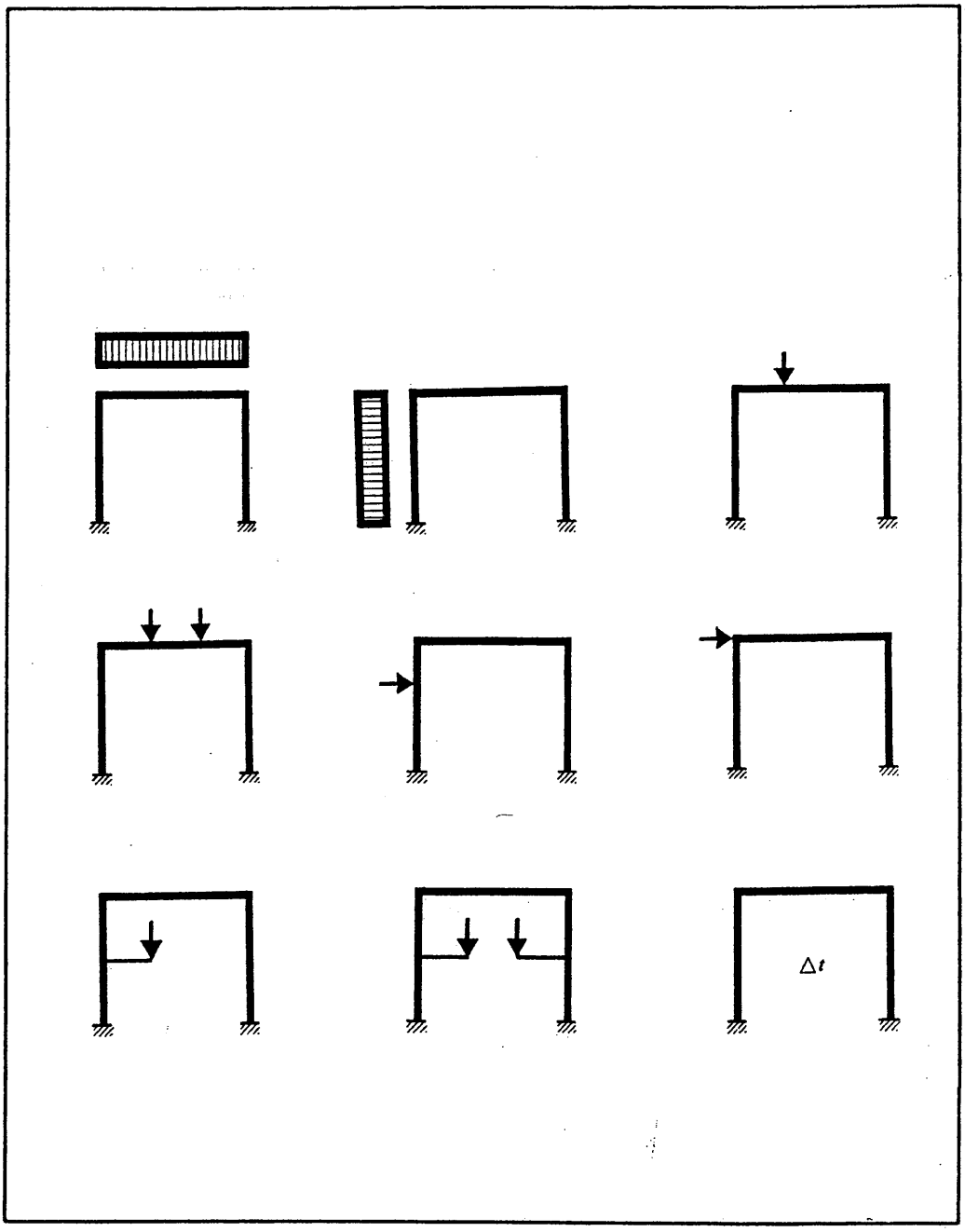




pórticos simples biempotrados a la misma altura

dintel horizontal
dintel a dos aguas

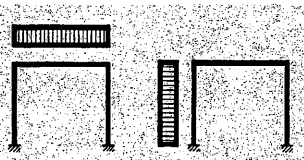


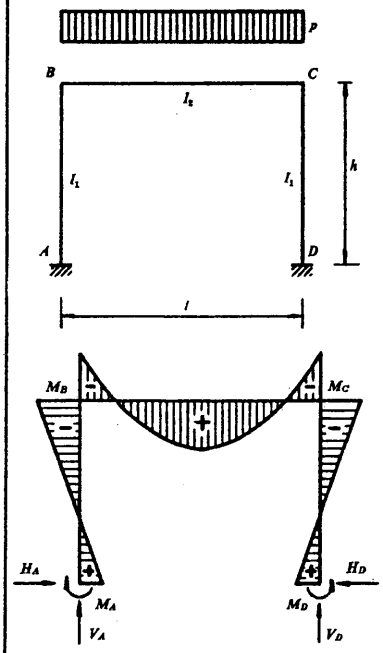
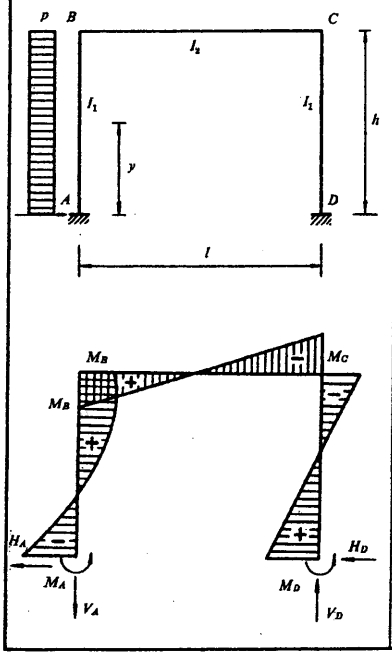

Δt

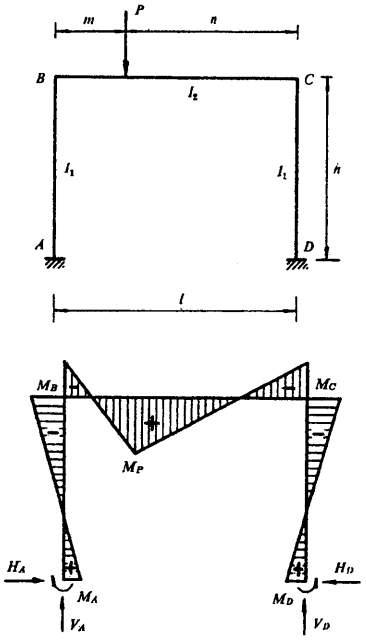
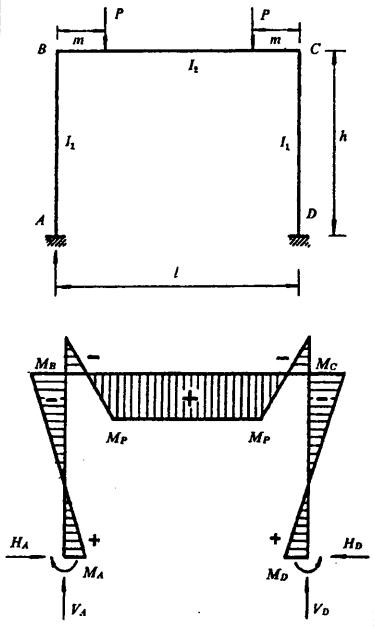
En los pórticos simples biempotrados a la misma altura, con dintel horizontal, se ha tomado:

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l}$$

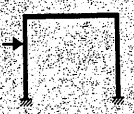
pórticos simples biempotrados a la misma altura dintel horizontal



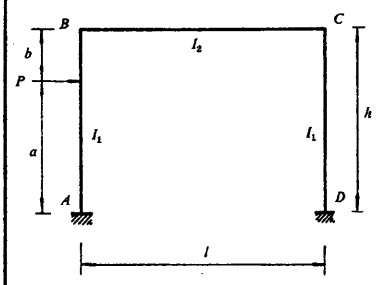
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_D = \frac{pl^2}{4h(k+2)}$ Momentos flectores: $M_A = M_D = \frac{pl^2}{12(k+2)}$ $M_B = M_C = -\frac{pl^2}{6(k+2)}$ En BC $M_x = \frac{px(l-x)}{2} - \frac{pl^2}{6(k+2)}$ $M_{\text{máx pos}} = \frac{pl^2}{24}\frac{3k+2}{k+2}$ para $x = \frac{l}{2}$
	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{ph^2k}{l(6k+1)}$ $H_A = ph - H_D$ $H_D = \frac{ph(2k+3)}{8(k+2)}$ Momentos flectores: $M_A = -\frac{ph^2}{24}\left(5 + \frac{2}{6k+1} + \frac{1}{k+2}\right)$ $M_B = \frac{ph^2}{24}\left(1 - \frac{2}{6k+1} + \frac{2}{k+2}\right)$ $M_C = -\frac{ph^2}{24}\left(3 - \frac{2}{6k+1} - \frac{2}{k+2}\right)$ $M_D = \frac{ph^2}{24}\left(3 + \frac{2}{6k+1} - \frac{1}{k+2}\right)$ En AB $M_y = -\frac{py^2}{2} + H_A \cdot y - M_A$

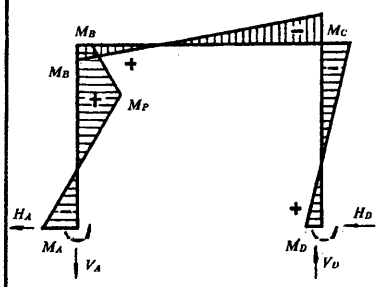
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = \frac{Pn}{l}\left(1 + \frac{m(n-m)}{l^2(6k+1)}\right)$ $V_D = P - V_A$ $H_A = H_D = \frac{3Pmn}{2lh(k+2)}$ Momentos flectores: $M_A = \frac{Pmn}{2l}\left(\frac{1}{k+2} - \frac{n-m}{l(6k+1)}\right)$ $M_B = -\frac{Pmn}{l}\left(\frac{1}{k+2} + \frac{n-m}{2l(6k+1)}\right)$ $M_C = -\frac{Pmn}{l}\left(\frac{1}{k+2} - \frac{n-m}{2l(6k+1)}\right)$ $M_D = \frac{Pmn}{2l}\left(\frac{1}{k+2} + \frac{n-m}{l(6k+1)}\right)$ $M_P = \frac{Pmn}{l} + \frac{nM_B}{l} + \frac{mM_C}{l}$
	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = \frac{3Pm(l-m)}{hl(k+2)}$ Momentos flectores: $M_A = M_D = \frac{Pm(l-m)}{l(k+2)}$ $M_B = M_C = -\frac{2Pm(l-m)}{l(k+2)}$ $M_P = Pm + M_B$

pórticos simples
biempotrados a la misma altura
dintel horizontal



Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = V_D = \frac{3Pa^2k}{hl(6k+1)}$$

$$H_A = P - H_D$$

$$H_D = \frac{Pab}{2h^3}\left(\frac{h^2}{b} - \frac{h+b+(2b-h)k}{k+2}\right)$$

Momentos flectores:

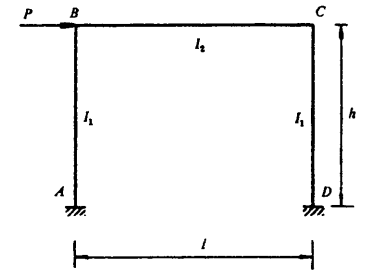
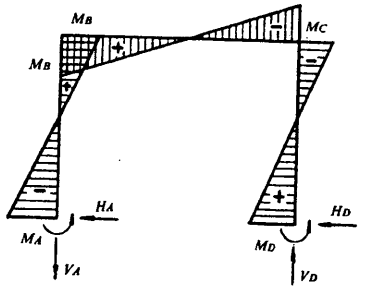
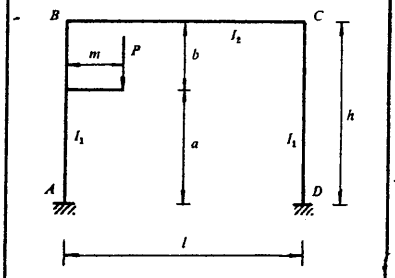
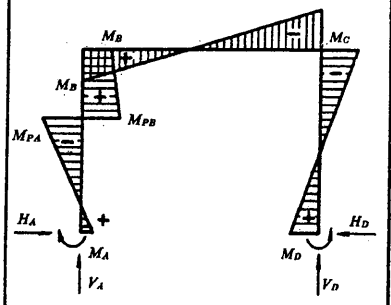
$$M_A = -\frac{Pa}{2h}\left(h + \frac{b(h+b+bk)}{h(k+2)} - \frac{3ak}{6k+1}\right)$$

$$M_B = \frac{Pa^2}{2h}\left(\frac{3k}{6k+1} - \frac{bk}{h(k+2)}\right)$$

$$M_C = -\frac{Pa^2}{2h}\left(\frac{3k}{6k+1} + \frac{bk}{h(k+2)}\right)$$

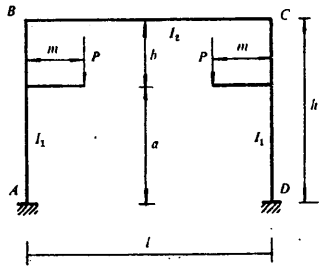
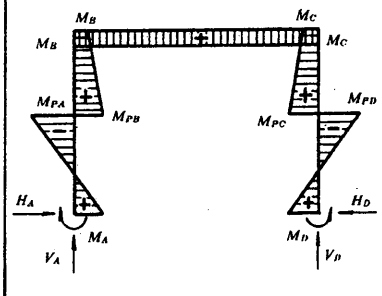
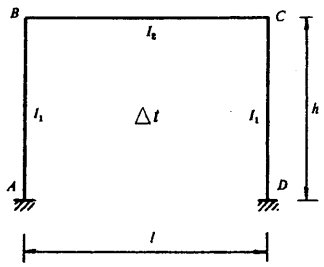
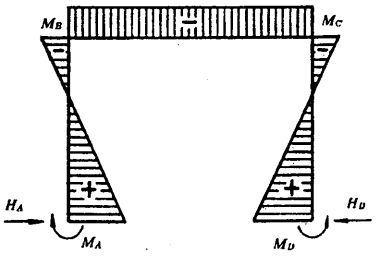
$$M_D = \frac{Pa}{2h}\left(h - \frac{b(h+b+bk)}{h(k+2)} - \frac{3ak}{6k+1}\right)$$

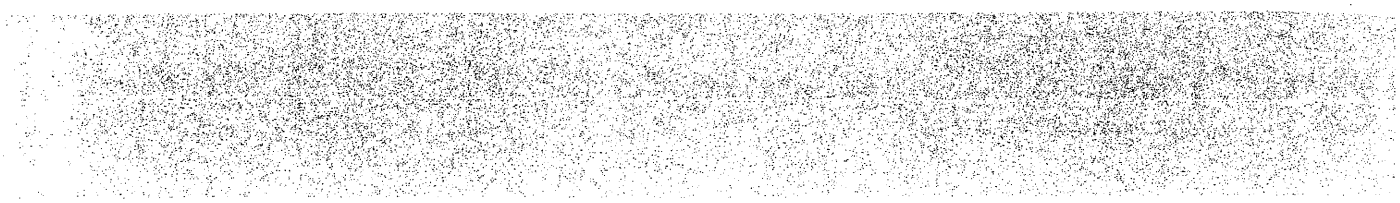
$$M_P = \frac{Pab}{h} + \frac{bM_A}{h} + \frac{aM_B}{h}$$

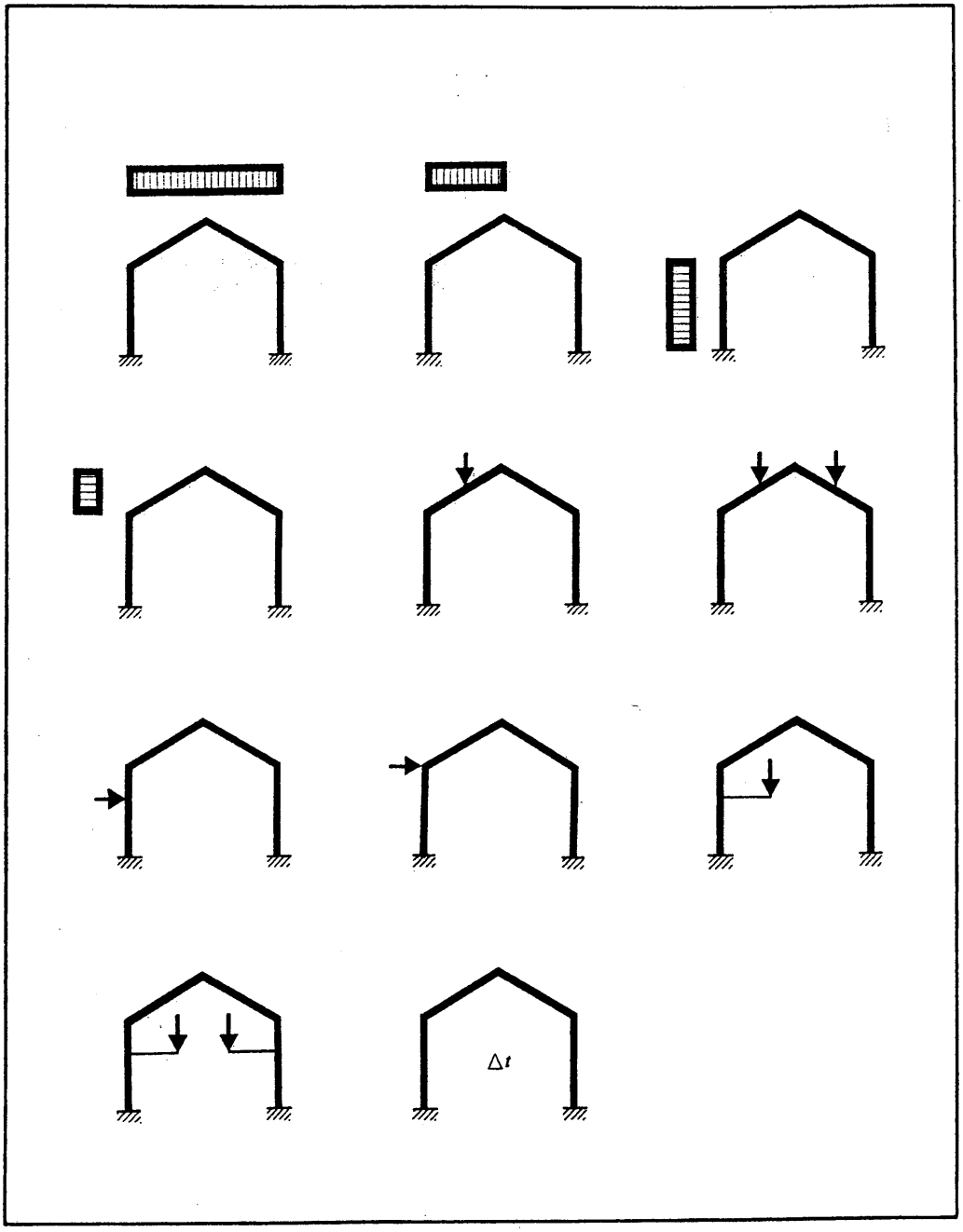
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
 	Reacciones: $V_A = V_D = \frac{3Phk}{l(6k+1)}$ $H_A = H_D = \frac{P}{2}$. Momentos flectores: $M_A = -\frac{Ph}{2}\frac{3k+1}{6k+1}$ $M_B = -M_C = \frac{Ph}{2}\frac{3k}{6k+1}$ $M_D = \frac{Ph}{2}\frac{3k+1}{6k+1}$
 	Reacciones: $V_A = P - V_D$ $V_D = \frac{6Pmak}{hl(6k+1)}$ $H_A = H_B = \frac{3Pma}{2h^3}\frac{h+b+2bk}{k+2}$ Momentos flectores: $M_A = \frac{Pm}{2h^2(k+2)}[-3b^2-h^2+(h^2-3b^2-2ah)k] + \frac{3Pmak}{h(6k+1)}$ $M_B = \frac{Pmka}{h^2}\left(\frac{3h}{6k+1}+\frac{3a-2h}{2(k+2)}\right)$ $M_C = -\frac{Pmka}{h^2}\left(\frac{3h}{6k+1}-\frac{3a-2h}{2(k+2)}\right)$ $M_D = \frac{Pm}{2h^2(k+2)}[3a(h+b)+a(3b+h)k] - 3\frac{Pmak}{h(6k+1)}$ $M_{PA} = M_A - H_A \cdot a$ $M_{PB} = M_B + H_D \cdot b$

pórticos simples biempotrados a la misma altura dintel horizontal



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $V_A = V_D = P$ $H_A = H_D = 3Pma\,\dfrac{h + b + 2bk}{h^3(k+2)}$
	Momentos flectores: $M_A = M_D = \dfrac{Pm}{h^2}\,\dfrac{h^2 + 2bhk - 3b^2(k+1)}{k+2}$ $M_B = M_C = \dfrac{Pmka(3a - 2h)}{h^2(k+2)}$ $M_{PA} = M_{PD} = M_A - H_A \cdot a$ $M_{PB} = M_{PC} = M_B + H_D \cdot b$
Aumento uniforme de temperatura 	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados Reacciones: $H_A = H_D = \dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{h^2k}\,\dfrac{2k+1}{k+2}$
	Momentos flectores: $M_A = M_D = \dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{hk}\,\dfrac{k+1}{k+2}$ $M_B = M_C = -\dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t}{h(k+2)}$




Δt

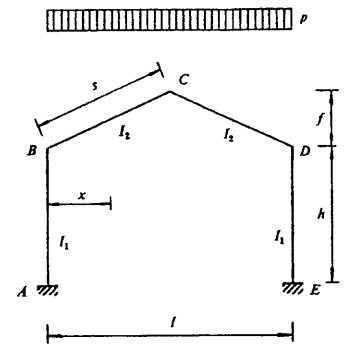
En los pórticos simples biempotrados a la misma altura, con dintel a dos aguas, se ha tomado:

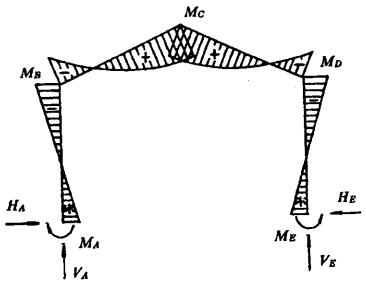
$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{s}$$

pórticos simples biempotrados a la misma altura dintel a dos aguas



Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = V_E = \frac{pl}{2}$$

$$H_A = H_E = \frac{pl^2}{8}\,\frac{k(4h+5f)+f}{(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = M_E = \frac{pl^2}{48}\,\frac{kh(8h+15f)+f(6h-f)}{(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)}$$

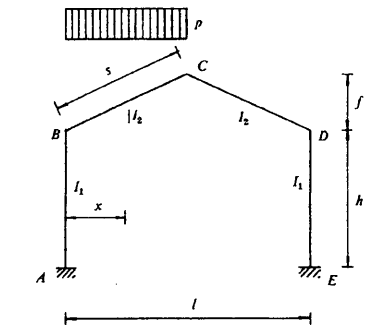
$$M_B = M_D = -\frac{pl^2}{48}\,\frac{kh(16h+15f)+f^2}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)}$$

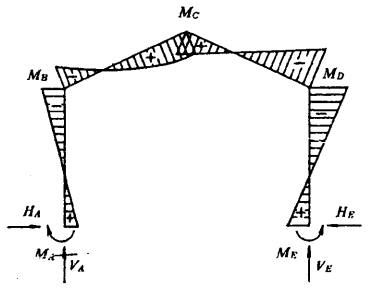
$$M_C = \frac{pl^2}{8} + M_A - H_A(h+f)$$

En BC

$$M_x = M_A + V_A \cdot x - H_A\left(h + \frac{2xf}{l}\right) - \frac{px^2}{2}$$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = \frac{pl}{2} - V_E$$

$$V_E = 3pl\,\frac{4k+1}{32(3k+1)}$$

$$H_A = H_E = \frac{pl^2}{16}\,\frac{k(4h+5f)+f}{(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = \frac{pl^2}{96}\,\frac{kh(8h+15f)+f(6h-f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} - \frac{pl^2}{64(3k+1)}$$

$$M_E = \frac{pl^2}{96}\,\frac{kh(8h+15f)+f(6h-f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \frac{pl^2}{64(3k+1)}$$

$$M_B = -\frac{pl^2}{96}\,\frac{kh(16h+15f)+f^2}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} - \frac{pl^2}{64(3k+1)}$$

$$M_D = -\frac{pl^2}{96}\,\frac{kh(16h+15f)+f^2}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \frac{pl^2}{64(3k+1)}$$

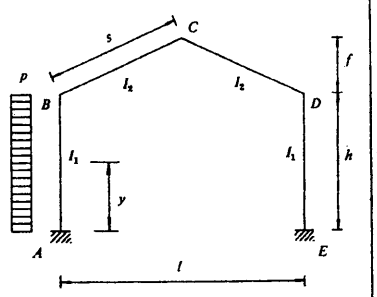
En *BC*

$$M_x = M_A + V_A \cdot x - H_A\left(h + \frac{2xf}{l}\right) - \frac{px^2}{2}$$

$$M_C = V_E\,\frac{l}{2} + M_E - H_E(f+h)$$



Esquemas	Reacciones y solicitaciones



Reacciones:

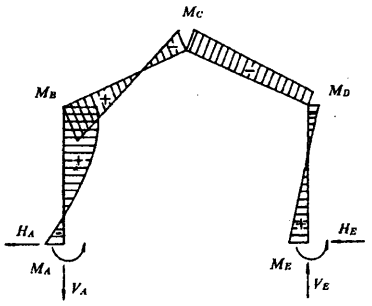
$$V_A = V_E = \frac{ph^2k}{2l(3k+1)}$$

$$H_A = ph - H_E$$

$$H_E = \frac{ph^2}{4}\ \frac{k^2h + k(2f+3h)}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = -\frac{ph^2}{24}\left(\frac{kh^2(k+6) + kf(15h+16f) + 6f^2}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)} + 6\,\frac{2k+1}{3k+1}\right)$$



$$M_B = M_A + H_A \cdot h - \frac{ph^2}{2}$$

$$M_C = M_E - H_E(f+h) + V_E\,\frac{l}{2}$$

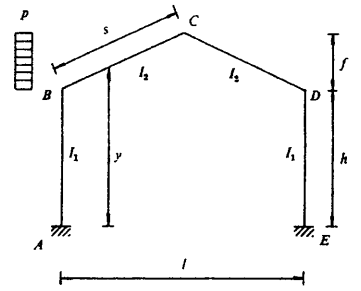
$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

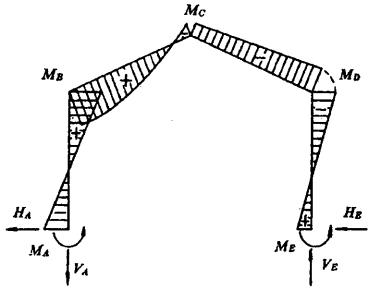
$$M_E = \frac{ph^2}{24}\left(-\frac{kh^2(k+6) + kf(15h+16f) + 6f^2}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)} + 6\,\frac{2k+1}{3k+1}\right)$$

En AB

$$M_y = M_A + H_A \cdot y - \frac{py^2}{2}$$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = V_E = \frac{3}{8}\,\frac{pf}{l}\,\frac{4k(f+h)+f}{3k+1}$$

$$H_A = pf - H_E$$

$$H_E = \frac{pf}{4}\,\frac{2kh^2(k+4)+f(10kh+5kf+f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = -\frac{pf}{24}\left(f\,\frac{kh(9f+4h)+f(6h+f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \right.$$

$$\left. + \frac{3}{2}\,\frac{4h(3k+2)+f}{3k+1}\right)$$

$$M_B = M_A + H_A \cdot h$$

$$M_C = M_E - H_E(h+f) + V_E\,\frac{l}{2}$$

$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

$$M_E = \frac{pf}{24}\left(-f\,\frac{kh(9f+4h)+f(6h+f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \right.$$

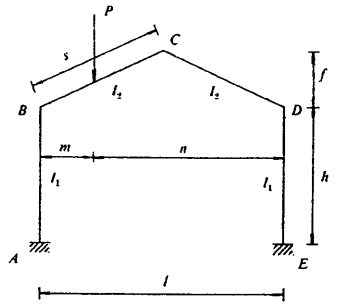
$$\left. + \frac{3}{2}\,\frac{4h(3k+2)+f}{3k+1}\right)$$

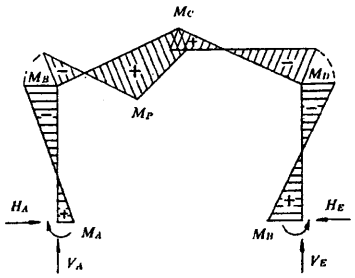
En *BC*

$$M_y = M_A + H_A \cdot y - V_A\,\frac{l(y-h)}{2f} - \frac{p(y-h)^2}{2}$$



Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = P - V_E$$

$$V_E = \frac{Pm}{l^3}\,\frac{3l(kl+m)-2m^2}{3k+1}$$

$$H_A = H_E = \frac{Pm}{l^2}\,\frac{3kl^2(f+h)-4fm^2(k+1)+3lm(f-kh)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = \frac{Pm}{2l^2}\left(\frac{3flh(kl+2m)-4fm^2(kh+2h+f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \right.$$

$$\left. + \frac{2kh^2ln+f^2l(4m-l)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} - \frac{n(n-m)}{3k+1}\right)$$

$$M_B = M_A - H_A \cdot h$$

$$M_C = M_E + V_E\,\frac{l}{2} - H_E(h+f)$$

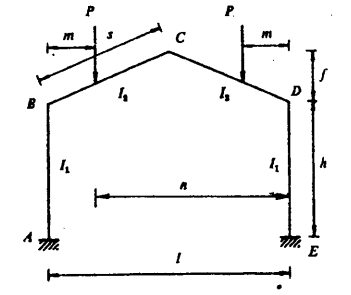
$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

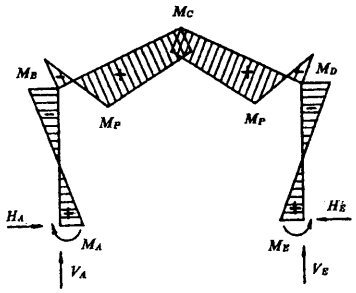
$$M_E = \frac{Pm}{2l^2}\left(\frac{3flh(kl+2m)-4fm^2(kh+2h+f)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \right.$$

$$\left. + \frac{2kh^2ln+f^2l(4m-l)}{(kh+f)^2+4k(f^2+fh+h^2)} + \frac{n(n-m)}{3k+1}\right)$$

$$M_P = M_A + V_A \cdot m - H_A\left(h + \frac{2fm}{l}\right)$$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = V_E = P$$

$$H_A = H_E = \frac{2Pm}{l^2}\,\frac{3kl^2(f+h) - 4fm^2(k+1) + 3lm(f-kh)}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = M_E = \frac{Pm}{l^2}\left(\frac{3flh(kl+2m) - 4fm^2(kh+2h+f)}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)} + \right.$$

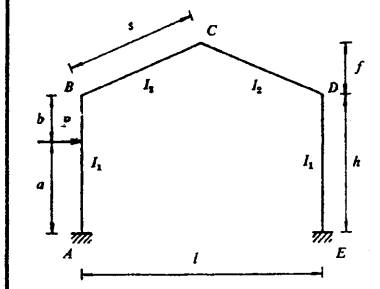
$$\left. + \frac{2kh^2ln + f^2l(4m-l)}{(kh+f)^2 + 4k(f^2+fh+h^2)}\right)$$

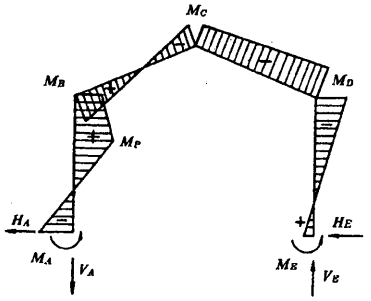
$$M_B = M_A - H_A \cdot h$$

$$M_C = M_E - H_E(h+f) + Pm$$

$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

$$M_P = M_A + V_A \cdot m - H_A\left(h + \frac{2fm}{l}\right)$$





Reacciones:

$$V_A = V_E = \frac{Pa}{l} + \frac{M_A - M_E}{l}$$

$$H_A = P - H_E$$

$$H_E = \frac{Pa^2k}{2h} \; \frac{k(3h-2a) + 6h + 3f - 2a}{(kh+f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = -\frac{Pa}{2h}\left(\frac{kh^2(4h + kh - 2ka - 6a + 6f)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} + \right.$$

$$+ \frac{ka^2(kh + 2h + f) + 2kf(2hf - af - 3ah) + hf^2}{(kh+f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} +$$

$$\left. + \frac{2h + 3k(2h - a)}{2(3k+1)} \right)$$

$$M_E = \frac{Pa}{2h}\left(- \frac{kh^2(4h + kh - 2ka - 6a + 6f)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} \cdot - \right.$$

$$- \frac{ka^2(kh + 2h + f) + 2kf(2hf - af - 3ah) + hf^2}{(kh+f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} + \cdot$$

$$\left. + \frac{2h + 3k(2h - a)}{2(3k+1)} \right)$$

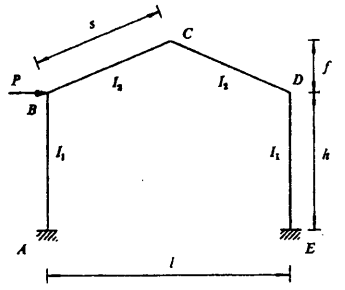
$$M_B = M_A + H_A \cdot h - P(h - a)$$

$$M_C = M_E + V_E \frac{l}{2} - H_E(h + f)$$

$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

$$M_P = M_A + H_A \cdot a$$

Esquemas	Reacciones y solicitaciones

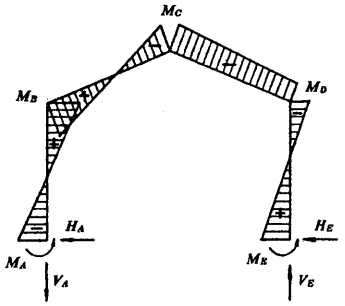


Reacciones:

$$V_A = V_E = \frac{Ph}{l} + \frac{M_A - M_E}{l}$$

$$H_A = P - H_E$$

$$H_E = \frac{P}{2} kh \frac{kh + 4h + 3f}{(kh + f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)}$$



Momentos flectores:

$$M_A = -\frac{Ph}{2}\left(\frac{f(kh + 2kf + f)}{(kh + f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} + \frac{3k + 2}{2(3k + 1)}\right)$$

$$M_E = \frac{Ph}{2}\left(-\frac{f(kh + 2kf + f)}{(kh + f)^2 + 4k(h^2 + hf + f^2)} + \frac{3k + 2}{2(3k + 1)}\right)$$

$$M_B = M_A + H_A \cdot h$$

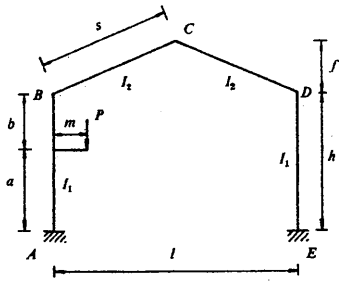
$$M_C = M_E + V_E \frac{l}{2} - H_E(h + f)$$

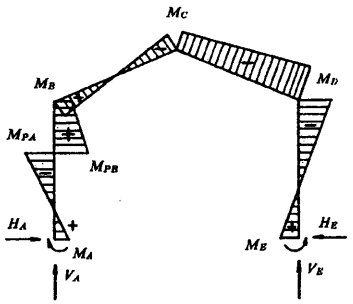
$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

pórticos simples
biempotrados a la misma altura
dintel a dos aguas



Esquemas	Reacciones y solicitaciones





Reacciones:

$$V_A = P - V_E$$

$$V_E = \frac{Pm}{hl}\,\frac{3ka}{1+3k}$$

$$H_A = \frac{3Pmk}{h}\,\frac{h(h+f+kb) - b(f+b+kb)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)}$$

Momentos flectores:

$$M_A = \frac{Pm}{2h}\left(\frac{-f^2h + kh^2(2h+3f+2kb)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)} - \right.$$

$$\left. - \frac{kbf(6h+3b+4f) + 3kb^2h(k+2)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)} - \frac{h+3kb}{1+3k}\right)$$

$$M_E = \frac{Pm}{2h}\left(\frac{-f^2h + kh^2(2h+3f+2kb)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)} - \right.$$

$$\left. - \frac{kbf(6h+3b+4f) + 3kb^2h(k+2)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)} + \frac{h+3kb}{1+3k}\right)$$

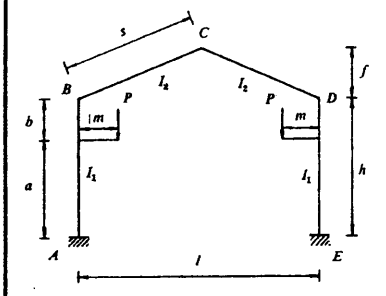
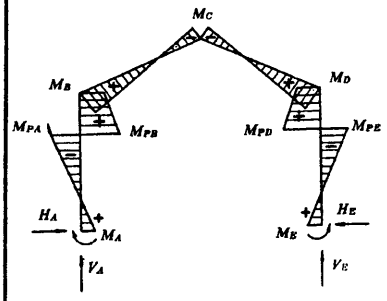
$$M_B = M_A - H_A \cdot h + Pm$$

$$M_D = M_E - H_E \cdot h$$

$$M_C = M_E - H_E(h+f) + V_E\,\frac{l}{2}$$

$$M_{PA} = M_A - H_A \cdot a$$

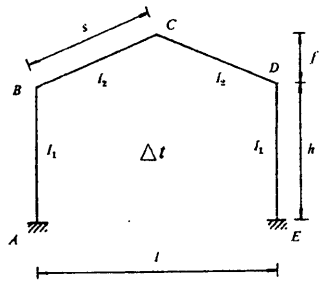
$$M_{PB} = M_A - H_A \cdot a + Pm$$

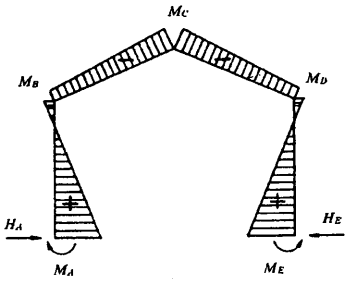
Esquemas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones:
	$V_A = V_E = P$
	$H_A = H_E = \frac{6Pmk}{h} \frac{h(h+f+kb) - b(f+b+kb)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)}$
	Momentos flectores:
	$M_A = M_E = \frac{Pm}{h}\left(\frac{-f^2h + kh^2(2h+3f+2kb)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)} - \frac{kbf(6h+3b+4f) + 3kb^2h(k+2)}{(kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)}\right)$
	$M_B = M_D = M_A - H_A \cdot h + Pm$
	$M_C = M_A - H_A(h+f) + Pm$
	$M_{PA} = M_{P'E} = M_A - H_A \cdot a$
	$M_{PB} = M_{P'D} = M_A - H_A \cdot a + Pm$

pórticos simples
biempotrados a la misma altura
dintel a dos aguas



Esquemas	Reacciones y solicitaciones
Aumento uniforme de temperatura	E = módulo de elasticidad α = coeficiente de dilatación térmica Δt = variación de la temperatura en grados $H_A = H_E = \dfrac{6EI_2\alpha\,\Delta t\,l(k+1)}{s[(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)]}$ Momentos flectores: $M_A = M_E = \dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l(kh+2h+f)}{s[(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)]}$ $M_B = M_D = \dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l(kh-f)}{s[(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)]}$ $M_C = -\dfrac{3EI_2\alpha\,\Delta t\,l(kh+2kf+f)}{s[(kh+f)^2+4k(h^2+hf+f^2)]}$





NOTAS

NOTAS

Para convertir	En	Se multiplica por
Libra/pulgada^2	Atmósfera	0,06804
Libra/pulgada^2	Kilogramo/m^2	703,1
Libra/pulgada^3	Gramo/cm^3	27,68
Libra/pulgada^3	Kilogramo/m^3	$2{,}768 \times 10^4$
Litro	Centímetro cúbico	1 000,0
Litro	Pie cúbico	0,03531
Litro	Pulgada cúbica	61,02
Litro	Metro cúbico	0,001
Litro	Yarda cúbica	$1{,}308 \times 10^{-3}$
Litro	Galón (U. S. Liq.)	0,2642
Litro	Pinta (U. S. Liq.)	2,113
Litro	Cuarto (U. S. Liq.)	1,057
Litro/minuto	Pie cúbico/segundo	$5{,}886 \times 10^{-4}$
Litro/minuto	Galón/segundo	$4{,}403 \times 10^{-3}$
Metro	Centímetro	100,0
Metro	Pie	3,281
Metro	Pulgada	39,37
Metro	Milla (náutica)	$5{,}396 \times 10^{-4}$
Metro	Milla (terrestre)	$6{,}214 \times 10^{-4}$
Metro	Yarda	1,094
Metro	Vara	1,179
Metro cuadrado	Acre	$2{,}471 \times 10^{-4}$
Metro cuadrado	Pie cuadrado	10,76
Metro cuadrado	Pulgada cuadrada	1 550,0
Metro cuadrado	Yarda cuadrada	1,196
Metro cúbico	Pie cúbico	35,31
Metro cúbico	Pulgada cúbica	61 023,0
Metro cúbico	Yarda cúbica	1,308
Metro cúbico	Galones (U. S. Liq.)	264,2
Metro cúbico	Litro	1 000,0
Metro cúbico	Pinta (U. S. Liq.)	2 113,0
Metro-kilogramo	Libra · pie	7,233
Metro/minuto	cm/segundo	1,667
Metro/minuto	Pie/minuto	3,281
Metro/minuto	Pie/segundo	0,05468
Metro/minuto	Kilómetro/hora	0,06
Metro/minuto	Nudo	0,03238
Metro/minuto	Milla/hora	0,03728
Metro/segundo	Pie/minuto	196,8
Metro/segundo	Pie/segundo	3,281
Metro/segundo	Kilómetro/hora	3,6
Metro/segundo	Kilómetro/minuto	0,06
Metro/segundo	Milla/hora	2,237
Metro/segundo	Milla/minuto	0,03728
Metro/segundo^2	cm/segundo^2	100,0
Metro/segundo^2	Pie/segundo^2	3,281
Milímetro	Centímetro	0,1
Milímetro	Pie	$3{,}281 \times 10^{-3}$
Milímetro	Pulgada	0,03937
Milímetro^2	Pie cuadrado	$1{,}076 \times 10^{-5}$
Milímetro^2	Pulgada cuadrada	$1{,}550 \times 10^{-3}$
Milla (náutica)	Pie	6 080,27
Milla (náutica)	Kilómetro	1,853
Milla (náutica)	Metro	1 853,0
Milla (náutica)	Milla (terrestre)	1,1516
Milla (náutica)	Yarda	2 027,0
Milla (terrestre)	Pie	5 280,0
Milla (terrestre)	Pulgada	$6{,}336 \times 10^4$
Milla (terrestre)	Kilómetro	1,609
Milla (terrestre)	Metro	1 609,0
Milla (terrestre)	Milla (náutica)	0,8684
Milla (terrestre)	Yarda	1 760,0
Milla cuadrada	Km^2	2,590
Milla cuadrada	Metro cuadrado	$2{,}590 \times 10^6$
Milla/hora	cm/segundo	44,70
Milla/hora	Pie/minuto	88,0
Milla/hora	Pie/segundo	1,467
Milla/hora	Kilómetro/hora	1,609
Milla/hora	Kilómetro/minuto	0,02682
Milla/hora	Nudo	0,8684
Milla/hora	Metro/minuto	26,82
Minuto (ángulo)	Radián	$2{,}909 \times 10^{-4}$
Minuto (ángulo)	Segundo	60,0
Newton	Dina	10^5
Nudo	Pie/hora	6 080,0
Nudo	Kilómetro/hora	1,8532
Nudo	Milla náutica/hora	1,0
Nudo	Milla terrestre/hora	1,151
Nudo	Yarda/hora	2 027,0
Nudo	Pie/segundo	1,689
Pie-libra	B. T. U.	$1{,}286 \times 10^{-3}$
Pie-libra	Ergio	$1{,}356 \times 10^7$
Pie-libra	Julio	1,356
Pie-libra	Kilogramo-metro	0,1383
Pie	Centímetro	30,48
Pie	Kilómetro	$3{,}048 \times 10^{-4}$
Pie	Metro	0,3048
Pie	Milla (náutica)	$1{,}645 \times 10^{-4}$
Pie	Milla (terrestre)	$1{,}894 \times 10^{-4}$
Pie	Milímetro	304,8
Pie cuadrado	Acre	$2{,}296 \times 10^{-5}$
Pie cuadrado	Centímetro^2	929,0
Pie cuadrado	Pulgada^2	144,0
Pie cuadrado	Metro cuadrado	0,09290
Pie cuadrado	Milímetro^2	$9{,}290 \times 10^4$
Pie cuadrado	Yarda cuadrada	0,1111
Pie cúbico	Centímetro cúbico	28 320,0
Pie cúbico	Pulgada cúbica	1 728,0
Pie cúbico	Metro cúbico	0,02832
Pie cúbico	Yarda cúbica	0,03704
Pie cúbico	Galón (U. S. Liq.)	7,48052
Pie cúbico	Litro	28,32
Pie cúbico	Pinta (U. S. Liq.)	59,84
Pie cúbico/minuto	cm^3/segundo	472,0
Pie cúbico/minuto	Galón/segundo	0,1247
Pie cúbico/minuto	Litro/segundo	0,4720
Pie cúbico/segundo	Galón/minuto	448,831
Pie de agua	Atmósfera	0,02950
Pie de agua	kg/cm^2	0,03048
Pie de agua	kg/m^2	304,8
Pie de agua	Libra/pie^2	62,43
Pie de agua	Libra/pulgada^2	0,4335
Pie/minuto	Centímetro/segundo	0,5080
Pie/minuto	Pie/segundo	0,01667
Pie/minuto	Kilómetro/hora	0,01829
Pie/minuto	Metro/minuto	0,3048
Pie/minuto	Milla/hora	0,01136

Para convertir	En	Se multiplica por
Pie/segundo	Centímetro/segundo	30,48
Pie/segundo	Kilómetro/hora	1,097
Pie/segundo	Nudo	0,5921
Pie/segundo	Metro/minuto	18,29
Pie/segundo	Milla/hora	0,6818
Pie/segundo	Milla/minuto	0,01136
Pie/segundo^2	cm/segundo^2	30,48
Pie/segundo^2	km/hora/segundo	1,097
Pie/segundo^2	Metro/segundo^2	0,3048
Pulgada	Centímetro	2,540
Pulgada	Metro	$2{,}540 \times 10^{-2}$
Pulgada	Milla	$1{,}578 \times 10^{-5}$
Pulgada	Milímetro	25,40
Pulgada	Yarda	$2{,}778 \times 10^{-2}$
Pulgada cuadrada	Centímetro^2	6,452
Pulgada cuadrada	Pie cuadrado	$6{,}944 \times 10^{-3}$
Pulgada cuadrada	Milímetro^2	645,2
Pulgada cuadrada	Yarda cuadrada	$7{,}716 \times 10^{-4}$
Pulgada cúbica	Centímetro cúbico	16,39
Pulgada cúbica	Pie cúbico	$5{,}787 \times 10^{-4}$
Pulgada cúbica	Metro cúbico	$1{,}639 \times 10^{-5}$
Pulgada cúbica	Yarda cúbica	$2{,}143 \times 10^{-5}$
Pulgada cúbica	Galón	$4{,}329 \times 10^{-3}$
Pulgada cúbica	Litro	0,01639
Pulgada cúbica	Pinta (U. S. Liq.)	0,03463
Pulgada de Hg	Atmósfera	0,03342
Pulgada de Hg	Pie de agua	1,133
Pulgada de Hg	kg/cm^2	0,03453
Pulgada de Hg	kg/m^2	345,3
Pulgada de Hg	Libra/pie^2	70,73
Pulgada de Hg	Libra/pulgada^2	0,4912
Pulgada de agua	Atmósfera	$2{,}458 \times 10^{-3}$
Pulgada de agua	kg/cm^2	$2{,}540 \times 10^{-3}$
Pulgada de agua	Libra/pie^2	5,204
Pulgada de agua	Libra/pulgada^2	0,03613
Quintal (largo)	Libra	112,0
Quintal (largo)	Tonelada (larga)	0,05
Quintal (corto)	Onza (AVDP)	1 600,0
Quintal (corto)	Tonelada (métrica)	0,0453592
Quintal (corto)	Tonelada (larga)	0,0446429
Radián	Grado	57,30
Radián	Minuto	3 438,0
Radián	Cuadrante	0,6366
Radián	Segundo	$2{,}063 \times 10^5$
Radián/segundo	Grado/segundo	57,30
Radián/segundo	Revoluciones/minuto	9,549
Radián/segundo	Revoluciones/segundo	0,1592
Radián/segundo^2	Rev/minuto^2	573,0
Radián/segundo^2	Rev/min/seg	9,549
Radián/segundo^2	Rev/segundo^2	0,1592
Revoluciones	Grado	360,0
Revoluciones	Cuadrante	4,0
Revoluciones	Radián	6,283
Rev/minuto	Grado/segundo	6,0
Rev/minuto	Radián/segundo	0,1047
Rev/minuto	Rev/segundo	0,01667
Rev/minuto^2	Radián/segundo^2	$1{,}745 \times 10^{-3}$
Rev/minuto^2	Rev/min/seg	0,01667
Rev/minuto^2	Rev/segundo^2	$2{,}778 \times 10^{-4}$
Rev/segundo	Grado/segundo	360,0
Rev/segundo	Radián/segundo	6,283
Rev/segundo	Rev/minuto	60,0
Rev/segundo^2	Radián/segundo^2	6,283
Rev/segundo^2	Rev/minuto^2	3 600,0
Rev/segundo^2	Rev/min/seg	60,0
Segundo (ángulo)	Grado	$2{,}778 \times 10^{-4}$
Segundo (ángulo)	Minuto	0,01667
Segundo (ángulo)	Cuadrante	$3{,}087 \times 10^{-6}$
Segundo (ángulo)	Radián	$4{,}838 \times 10^{-6}$
Temp (°C) + 273	Temp absoluta (°C)	1,0
Temp (°C) + 17,78	Temp (°F)	1,8
Temp (°F) + 460	Temp absoluta (°F)	1,0
Temp (°F) — 32	Temp (°C)	5/9
Tonelada (corta)	Libra	2 000,0
Tonelada (corta)	Tonelada (larga)	0,89287
Tonelada (corta)	Tonelada (métrica)	0,9078
Tonelada (corta)	Kilogramo	907,1848
Tonelada (larga)	Kilogramo	1 016,0
Tonelada (larga)	Libra	2 240,0
Tonelada (larga)	Tonelada (corta)	1,120
Tonelada (métrica)	Kilogramo	1 000,0
Tonelada (métrica)	Libra	2 205,0
Vatio	B. T. U./hora	3,4129
Vatio	B. T. U./minuto	0,05688
Vatio	Ergio/segundo	107,0
Vatio	Caballo vapor	$1{,}341 \times 10^{-3}$
Vatio	CV (métrico)	$1{,}360 \times 10^{-3}$
Yarda	Centímetro	91,44
Yarda	Kilómetro	$9{,}144 \times 10^{-4}$
Yarda	Metro	0,9144
Yarda	Milla (náutica)	$4{,}934 \times 10^{-4}$
Yarda	Milla (terrestre)	$5{,}689 \times 10^{-4}$
Yarda	Milímetro	914,4
Yarda cuadrada	Centímetro^2	8 361,0
Yarda cuadrada	Pie cuadrado	9,0
Yarda cuadrada	Pulgada cuadrada	1 296,0
Yarda cuadrada	Metro cuadrado	0,8361
Yarda cuadrada	Milímetro^2	$8{,}361 \times 10^5$
Yarda cúbica	Centímetro cúbico	$7{,}646 \times 10^5$
Yarda cúbica	Pie cúbico	27,0
Yarda cúbica	Pulgada cúbica	46 656,0
Yarda cúbica	Metro cúbico	0,7646
Yarda cúbica	Galón (U. S. Liq.)	202,0
Yarda cúbica	Litro	764,6
Yarda cúbica	Pinta (U. S. Liq.)	1 615,9
Yarda cúbica	Cuarto (U. S. Liq.)	807,9
Yarda^3/minuto	Pie^3/segundo	0,45
Yarda^3/minuto	Galón/segundo	3,367
Yarda^3/minuto	Litro/segundo	12,74