1

Construcción en acero

Factores económicos y comerciales

Instituto Técnico de la Estructura en Acero



ITEA

ÍNDICE DEL TOMO 1

CONSTRUCCIÓN EN ACERO: FACTORES ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Lección 1.1: Introducción al Papel del Acero en la Construcción en Europa 1

1. INTRODUCCIÓN 4
2. DESARROLLOS EN PRODUCCIÓN Y DISEÑO 5
   - 2.1. Producción de acero 5
   - 2.2. Variedad de aceros 6
   - 2.3. Diseño 8
   - 2.4. Fabricación 9
3. VENTAJAS DEL ACERO 10
   - 3.1. Rapidez de ejecución 10
   - 3.2. Ligereza, rigidez y resistencia 13
   - 3.3. Adaptabilidad del uso de pórticos para rehabilitación 15
   - 3.4. Calidad 17
4. EL FUTURO DEL ACERO: ÚLTIMOS DESARROLLOS 18
5. EL FUTURO DEL ACERO: FORMACIÓN Y ESDEP 19
6. RESUMEN FINAL 20
7. BIBLIOGRAFÍA 20

Lección 1.2: Fabricación y Productos de Acero 21

1. BREVE HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DE ACERO 24
2. LA FABRICACIÓN HOY (RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN) 25
3. PRODUCCIÓN DE ACERO EN EL MUNDO Y EN EUROPA 27
   - 3.1. Producción 27
     - 3.1.1. Producción mundial 27
     - 3.1.2 Comercio internacional 27

3.2. Consumo 28
3.3. Acería y medio ambiente 28
4. ¿CÓMO SE PRODUCE EL ACERO? 29
4.1. General 29
4.2. Producción de acero 29
5. NORMALIZACIÓN EUROPEA DE PRODUCTOS DE ACERO 30
5.1. Proceso de normalización 30
5.1.1. Establecimiento de Euronormas para productos de acero en los estados miembros 30
5.2. Contenidos de las Euronormas (EN) para acero 30
6. EL ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PUBLICAS 32
6.1. El acero en la construcción 32
7. CONCLUSIÓN 33

Lección 1.3: Introducción a los Costes de la Estructura de Acero 35

1. INTRODUCCIÓN 38
2. COSTES DURANTE LA VIDA DEL EDIFICIO 39
2.1. Preámbulo 39
2.2. Costes parciales 39
2.3. Costes energéticos 39
2.4. Mantenimiento 39
2.5. Adaptabilidad 40
2.6. Beneficios y contrapartida económica 41
2.7. Costes de demolición 41
3. COSTES TOTALES DE CONSTRUCCIÓN 42
3.1. Típico desglose de costes e interacciones 43
3.2. Rapidez de ejecución 44
3.3. Climatología 46
3.4. Servicios, cerramientos y estructura 46
3.5. Cimentaciones 47
4. COSTES DE LA ESTRUCTURA DE ACERO 48
4.1. Montaje 48

4.2. Fabricación 49
4.3. Protección contra la corrosión y contraincendios 50
5. RESUMEN... 51
6. BIBLIOGRAFÍA 51

Lección 1.4: El Mercado Europeo de la Construcción..... 53

1. INTRODUCCIÓN 56
2. SITUACIÓN ACTUAL 57
3. MARCO LEGISLATIVO Y PLAZOS PARA LA ARMONIZACIÓN 58
4. EL PAPEL Y EL DESARROLLO DE LOS EUROCÓDIGOS 60
5. EL SELLO CE 61
6. EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL MERCADO ÚNICO EUROPEO 62
7. RESUMEN FINAL 63

Anexo A: Cuestionario: Adjudicación en el sector de la construcción en Europa 65

Austria 67
Bélgica..... 70
Finlandia..... 74
Francia..... 77
Alemania 80
Grecia 83
Irlanda..... 85
Italia 88
Luxemburgo..... 91
España..... 92
Suecia..... 95
Reino Unido 98

ESDEP TOMO 1
CONSTRUCCIÓN EN ACERO: FACTORES ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Lección 1.1: Introducción al Papel del Acero en la Construcción en Europa

OBJETIVOS/CONTENIDO:

- Inspirar a los alumnos un entusiasmo por la construcción con acero.
- Identificar las ventajas de la utilización del acero en la construcción en Europa, subrayando su potencial y el gratificante desafío que ofrece a estudiantes capaces.
- Introducir el ESDEP como respuesta a este potencial.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

No se precisan.

LECCIONES AFINES

Lección 1.2: Fabricación y Productos de Acero

Lección 1.3: Introducción a los costes de la estructura de acero

Lección 1.4: El mercado europeo de la construcción

RESUMEN

El acero se ha venido fabricando desde hace 100 años. Es un material moderno con un futuro apasionante.

Las ventajas del acero se describen junto con los recientes descubrimientos e innovaciones que han introducido mejoras en su producción, ampliando su gama de calidades, en la fabricación y rapidez de construcción, en su adaptabilidad, ligereza, rigidez y resistencia.

Se discute el futuro desarrollo de los usos del acero y las necesidades de formación que traerá aparejadas, así como el papel del ESDEP para satisfacer estas últimas.



Diapositiva 2 Broadgate Fase II (Londres)



Diapositiva 1 Centro Pompidou (París)

1. INTRODUCCIÓN

Aunque el acero ya se produjo en la Edad Media, no fue hasta hace poco más de un siglo que comenzó su uso en el campo de la ingeniería de estructuras.



Diapositiva 3 Estadio de Munich (Alemania)

Hoy, gran cantidad de destacadas estructuras de acero evidencian las posibilidades que ofrece este material. Diapositivas 1-5.

Entre las razones para elegir al acero como material para la construcción de la estructura principal de un edificio o de otros elementos del mismo, destacamos: su magnífica relación resistencia/volumen, la amplia gama de sus posibles aplicaciones, la posibilidad de disponer de muchas piezas estandarizadas, su fiabilidad y su capacidad dar forma a casi todos los deseos arquitectónicos.



Diapositiva 4 Puente Farö (Dinamarca)

La garantía de calidad y el control de la misma en la fabricación garantizan la seguridad y resistencia de las estructuras. Un buen diseño de los detalles, junto con un alto nivel de prefabricación en talleres modernos y bien equipados, con empleados cualificados, y sistemas modernos de protección contra la corrosión, garantizan, con un mínimo mantenimiento, una vida casi ilimitada a las estructuras realizadas con acero.



Diapositiva 5 Plataforma Petrolífera en el Mar del Norte (Reino Unido)

2. DESARROLLOS EN PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Las ventajas inherentes al acero se han visto considerablemente incrementadas por el vigor con que la industria de la estructura metálica ha mejorado sus prestaciones en un mundo cada vez más competitivo.

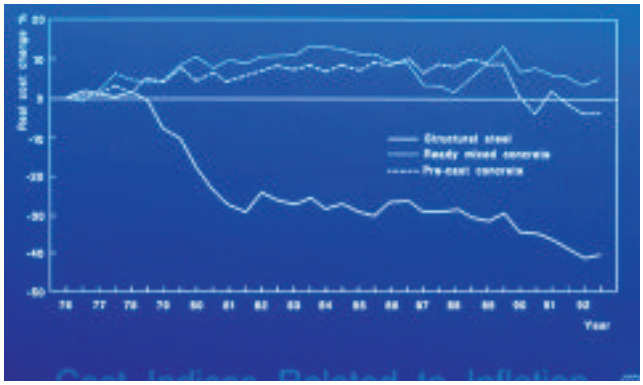
2.1 Producción de acero

Los primeros aceros se fabricaron mediante una serie de procesos que producían un material de composición incierta y propiedades variables. Hoy, casi todo el acero para estructuras se produce mediante el proceso de oxigenación básica con el que, junto con un moderno proceso de afino, se obtiene un material de grano fino, con excelentes cualidades de soldabilidad, resistencia y dureza

Aunque los métodos de producción de acero mejoraron de forma ininterrumpida desde su aparición, el progreso experimentado por ellos en la última década ha sido impresionante. Desde mediados de los años 70 la productividad del acero se ha incrementado de 60-100 Kg/hora hombre a 1.250 Kg/hora hombre en la mayoría de las modernas acerías. Esta mejora ha tenido un efecto significativo en los costes relativos de material. Diapositiva 6.

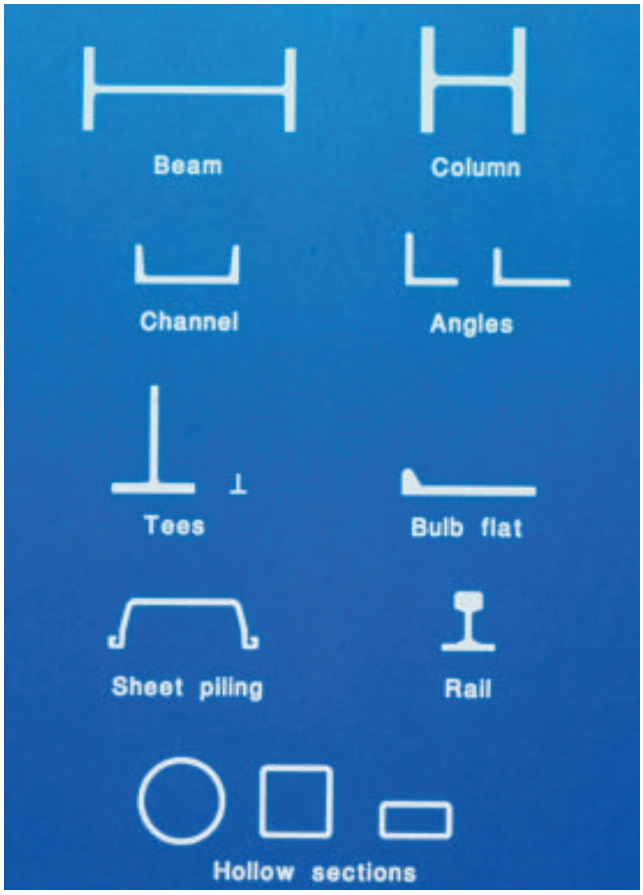
Las inversiones en nuevos y mejores trenes de laminación han ido a la par que las mejoras experimentadas en la producción básica. El moderno tren de laminación en caliente puede producir perfiles con una mayor variedad de formas (ver Diapositiva 7), tolerancias más estrechas, mejor acabado y composición más homogénea. La laminación con temperatura controlada permite un control total y mejora las propiedades mecánicas del producto. El proceso de laminación en frío puede utilizarse para producir una bobina de fleje a la que después se dará una gran variedad de perfiles, Diapositiva 8.

Esta revolución en las técnicas de fabricación ha sido la causa y el efecto de una importante reestructuración de toda la industria. Merece la pena recordar que la Comunidad

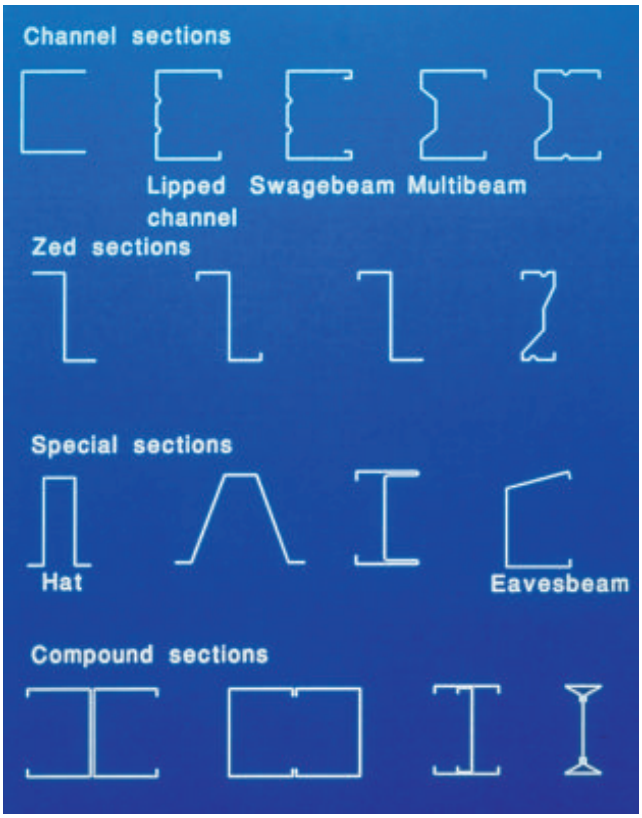


Diapositiva 6 Costes relativos del material

Europea del Carbón y del Acero (una de las componentes de la Comunidad Europea) se estableció en 1952 para asegurar la reestructuración de estas industrias cruciales tras la 2ª Guerra Mundial. Ha sido un proceso difícil, largo y doloroso para la industria, pero ha provocado la aparición de una nueva siderurgia moderna y sana.



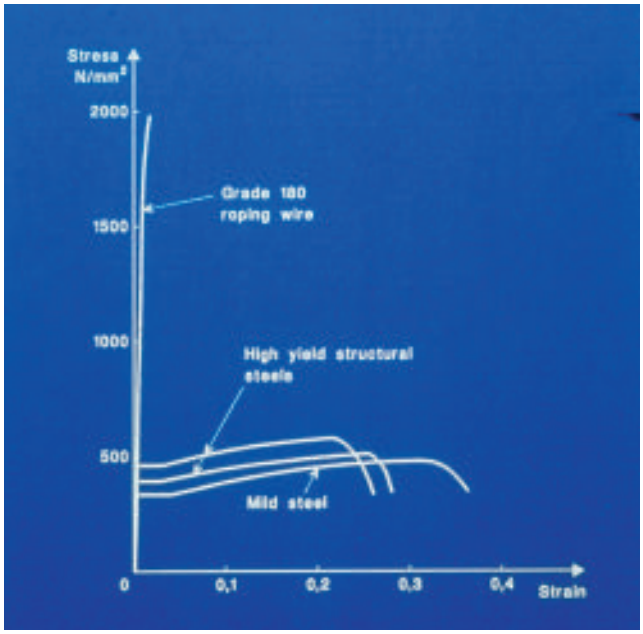
Diapositiva 7 Variedad de perfiles laminados en caliente



Diapositiva 8 Variedad de perfiles laminados en frío

2.2 Variedad de aceros

Aunque los aceros bajos en carbono, baratos y de buena calidad, siguen siendo la columna vertebral de la industria, actualmente se complementan con una amplia gama, comercialmente disponible, de aceros estructurales



Diapositiva 9 Propiedades mecánicas de una variedad de aceros

Diapositiva 9. El acero de alto límite elástico, ha ido incrementando su popularidad, al procurar obtener los diseñadores estructuras a costes más competitivos. Cuando es preciso pueden especificarse aceros con laminación termodinámicamente controlada. La Diapositiva 9 muestra las propiedades mecánicas de aceros especiales, en este caso un cable de alta resistencia.

Las mejoras producidas en las propiedades mecánicas de los aceros, se ven claramente



Diapositiva 10 Puente de acero resistente a la corrosión (CORTEN/ENSACOR)



Diapositiva 11 Revestimiento con acero inoxidable

con un simple ejemplo. Indudablemente la Torre Eiffel fue un triunfo de la ingeniería cuando se completó en 1888. Se realizó aprovechando al máximo los materiales disponibles y contiene casi unas 7000 toneladas de acero, pero si fuese diseñada hoy día tan solo precisaría 2000 toneladas.

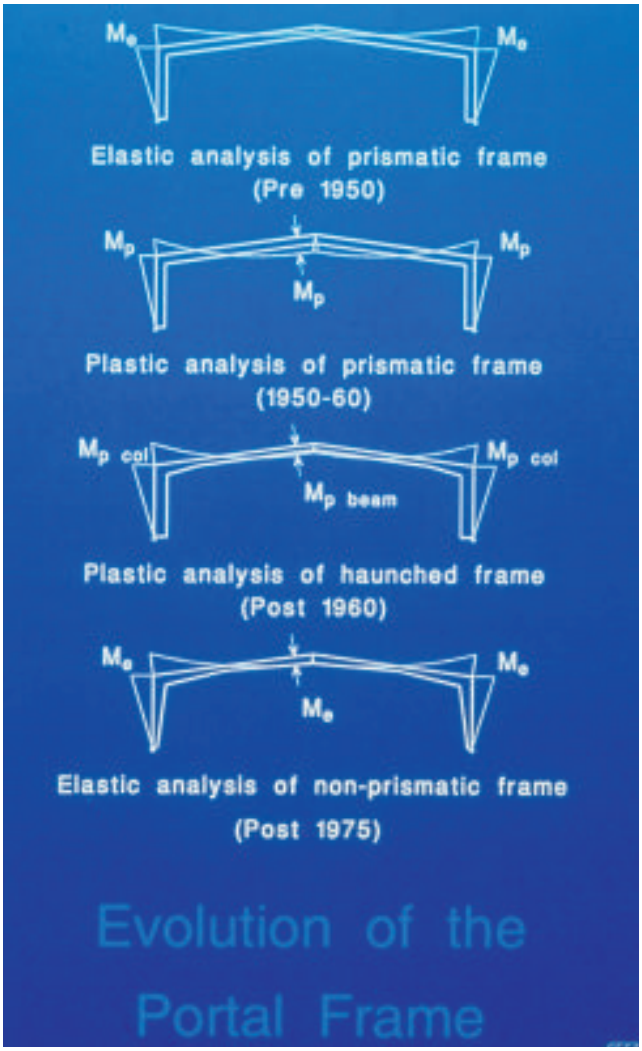
La gama de aceros disponibles incluye materiales con resistencia a la corrosión. Actualmente existen muchos puentes fabricados con aceros resistentes a la corrosión ambiental que, en circunstancias apropiadas, pueden dejarse sin pintar durante toda la vida de la estructura, Diapositiva 10. Los aceros inoxidables se encuentran en el mercado disponibles en una variedad de composiciones casi desconcertante. Una elección apropiada de composición química y acabado dan como resultado una estructura



Diapositiva 12 Utilización de acero laminado en frío para revestimientos



Diapositiva 13 Variedad de colores para capas y acabados



Diapositiva 14 Evolución del diseño de pórticos

duradera y atractiva, Diapositiva 11. En revestimientos se utilizan ampliamente productos de acero recubiertos, Diapositivas 12 y 13.

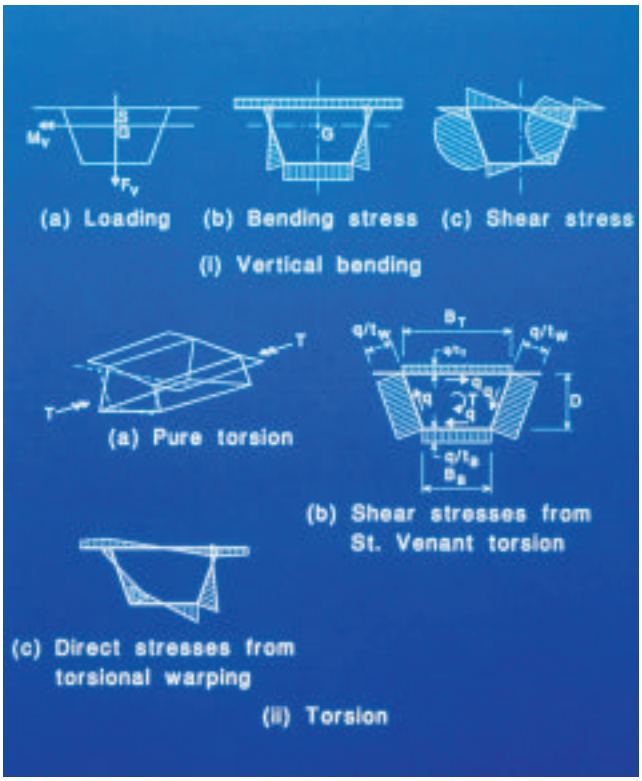
2.3 Diseño

El diseño en acero solía ser considerado como un arte hermético en el que sólo se alcanzaba un nivel de competencia tras 20 años de dura experiencia. Aunque, por supuesto, la experiencia sigue siendo muy importante, el diseñador ahora tiene mayores medios de apoyo y puede ser más preciso. Los ordenadores han convertido en rutina niveles de análisis que antes requerían gran cantidad de cálculo manual. Los códigos de práctica se han vuelto más comprensivos, y la llegada del diseño en estado límite concentra la mente del diseñador en los aspectos más importantes de un diseño determinado. Los Eurocódigos [3 y 4] son la culminación de un duro trabajo de muchos años, y reúnen la mejor información sobre diseño en acero y estructura mixta.

Dos ejemplos ilustran los refinamientos en la forma estructural, logrados mediante una mejor comprensión del comportamiento estructural, del análisis y del diseño. El pórtico, objeto de mucha investigación desde 1950 hasta nuestros días, es una elegante estructura mínima, ver Diapositiva 14. La inherente eficiencia de su forma (su línea central sigue de cerca la directriz de empujes que se asocia con una linea de equilibrio axial, minimizando así los momentos deflectores) se realza con un moderno diseño plástico o elástico. El diseño plástico permite la redistribución de los momentos, de forma que el diagrama de flectores se ajusta lo más posible al diagrama de resistencia uniforme asociada a secciones prismáticas; para resistir el momento cumbre en el voladizo se usa un refuerzo. El análisis elástico y los modernos métodos de fabricación permiten la construcción de un pórtico cuya distribución variable de resistencia se ajuste al diagrama de momentos flectores elásticos.



Diapositiva 15 Puente de vigas cajón



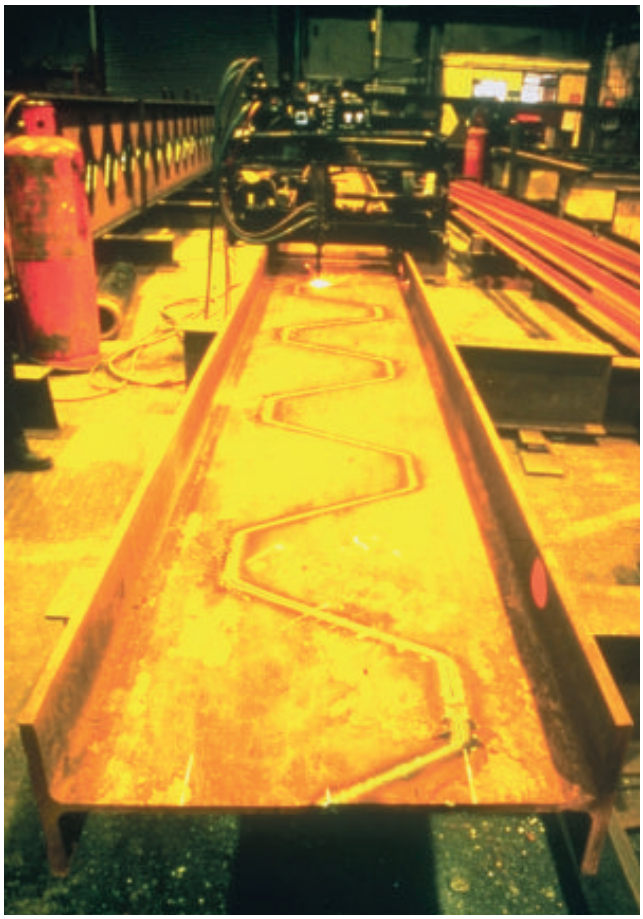
Diapositiva 16 Comportamiento de puentes con vigas cajón

El segundo ejemplo es un moderno puente de vigas cajón, ver Diapositivas 15 y 16. Esta elegante forma de construcción permite el uso de alas amplias, reduciendo así el canto de la estructura. La inherente rigidez de torsión de la sección cerrada se usa para distribuir los efectos de la carga excéntrica sobre toda la anchura de la sección, reduciendo así las tensiones máximas de flexión. Los diafragmas internos sirven, además de mantener unidas las piezas del cajón durante la fabricación, para reducir la resistencia de torsión de la sección cerrada.

2.4 Fabricación

Paralelamente a la mejora en eficiencia de la producción de acero, nos encontramos un significativo aumento de productividad en esta industria: entre 1980 y 1990 casi se dobló la producción por hombre. La introducción de máquinas de control numérico ha reducido el tiempo de preparación y manejo del material, y ha contribuido en gran manera a conseguir una mayor calidad. Ahora, el granallado de perfiles de acero y el proceso de pintura se pueden hacer automáticamente, al igual que las operaciones de corte y taladrado. En casi todas las plantas modernas hay sistemas de transporte que transfieren el material de máquina a máquina.

Un buen ejemplo de equipo de fabricación moderno es la planta de control numérico para el oxicorte de perfiles alveolados. Dicho equipo ofrece sustanciales mejoras de calidad y productividad en comparación con el equipo tradicional, ver Diapositiva 17.



Diapositiva 17 Corte con control numérico de vigas alveoladas

3. VENTAJAS DEL ACERO

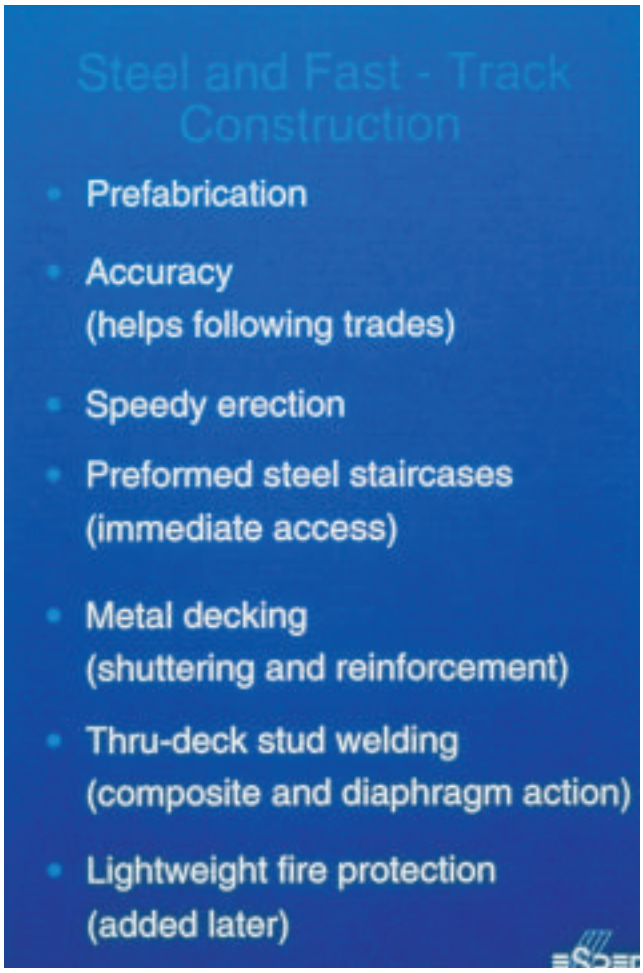
3.1 Rapidez de ejecución

Actualmente existe una presión creciente sobre todos los proyectos, tendente a reducir sus períodos de ejecución. Donde esta ha producido el impacto más dramático ha sido sobre los métodos de ejecución, y sobre la optimización y simplificación de la moderna estructura mixta.

Gran parte de las obras se realizan ahora mediante contratos en los que la secuencia de diseño, cimentaciones, fabricación y montaje de la estructura, cerramientos y acabado, se superponen para reducir el periodo de ejecución en su conjunto. El contratista pasa a ser, en una primera etapa, un miembro del equipo de diseño y, en muchos casos, el cliente se involucra en la realización del proyecto, que se divide en paquetes de trabajo con contenido propio.

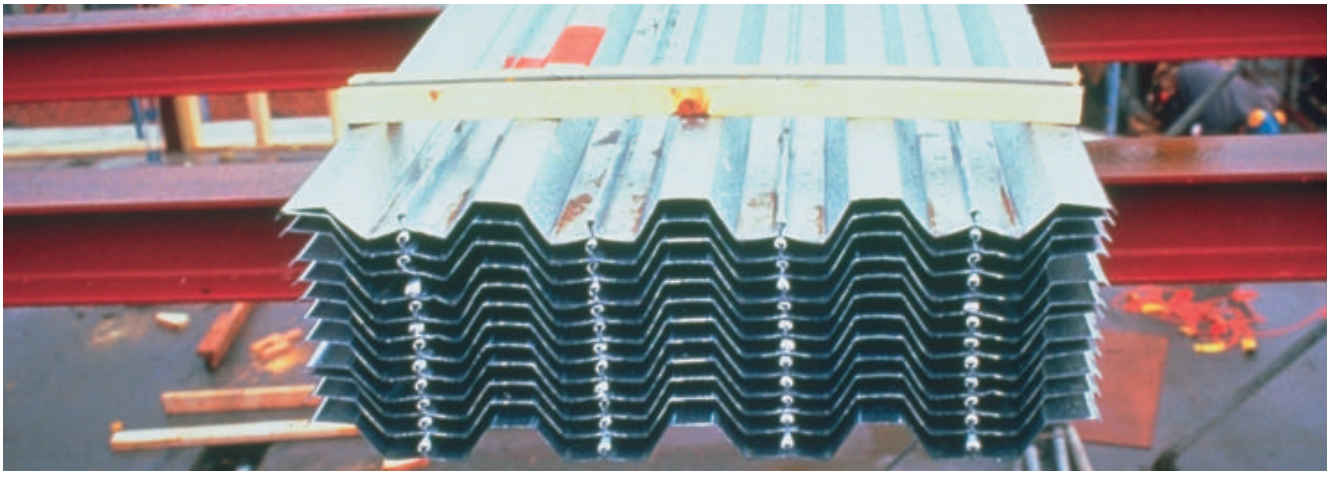
El acero para estructuras –rápido, preciso, prefabricado– se presta de forma natural a una ejecución rápida, tal y como muestran las siguientes diapositivas:

Diapositiva 18: Los elementos clave son chapas de acero para refuerzo y encofrado perdido: mediante la soldadura de pernos conectores a lo largo de la chapa se consigue la acción de conexión de los diferentes elementos del forjado y una protección contraincendios de peso ligero.

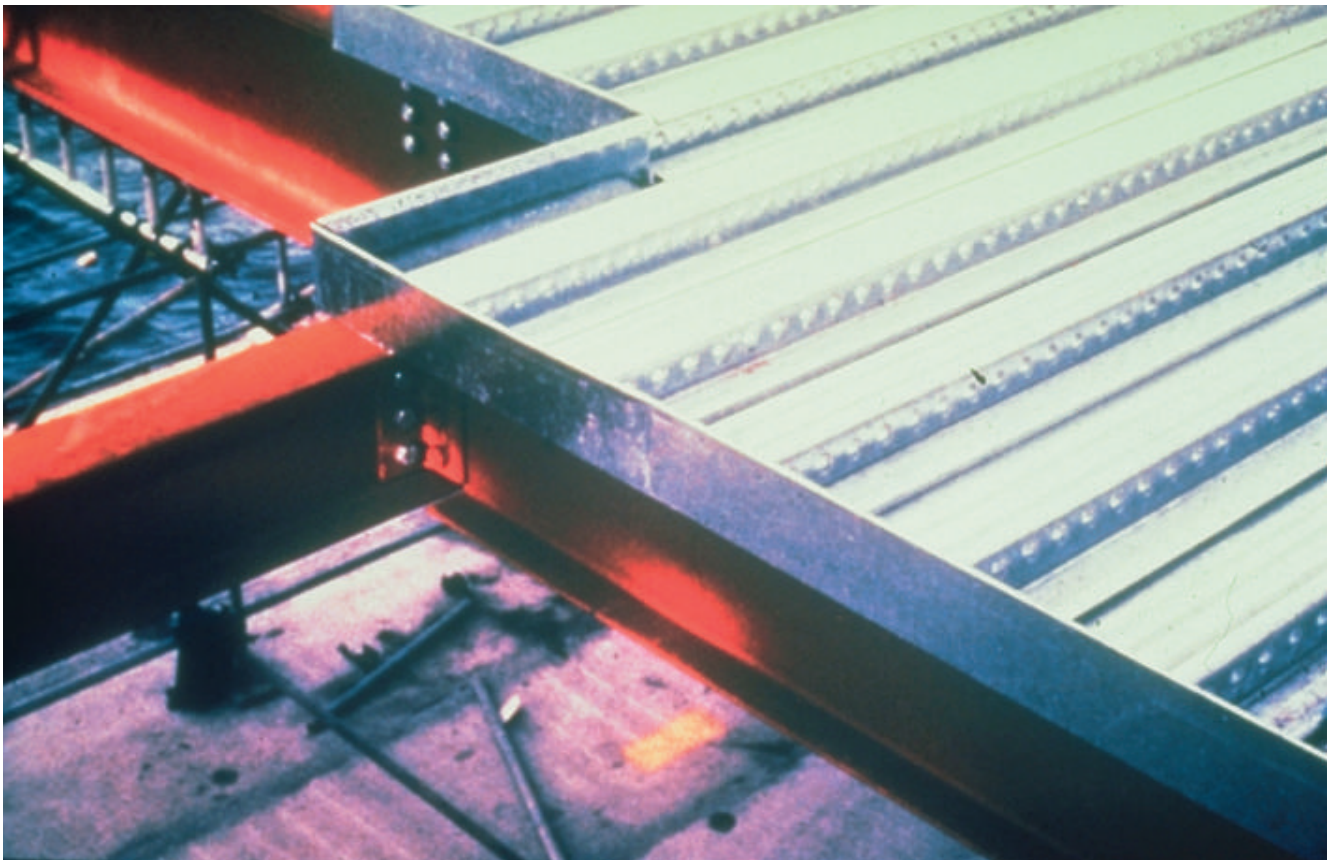


Diapositiva 18 Uso del acero en la construcción rápida

Diapositiva 19: La losa metálica se eleva con facilidad en paquetes y se coloca manualmente.



Diapositiva 19 Losa metálica preparada para colocarse manualmente



Diapositiva 20 Escotes de cantos para forjado mixto



Diapositiva 21 Fijación de conectores

Diapositiva 20: Se escotan los cantos para nivelar el hormigón y evitar que se derrame.

Diapositiva 21: Los conectores que unen viga, losa y hormigón pueden ser colocados por un solo operario a razón de 1000 al día.

Diapositiva 22: Vertido de hormigón por bombeo.

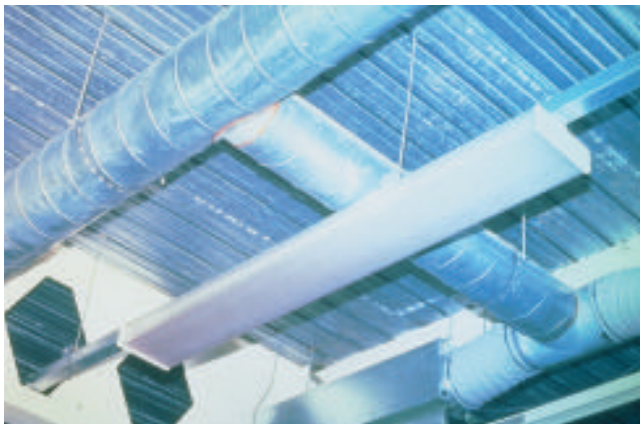
Diapositiva 23: Las conducciones de los servicios se fijan con facilidad a la parte inferior del forjado.

Diapositiva 24: Las escaleras prefabricadas pueden ser montadas rápidamente para proporcionar un acceso rápido y seguro a los trabajadores de la construcción.

Diapositiva 25: Los elementos de cerramiento –prefabricados con una cara de granito o un muro cortina– pueden llevarse directamente desde el camión a montaje evitándose el almacenamiento en obra.



Diapositiva 22 Vertido de hormigón mediante bombeo



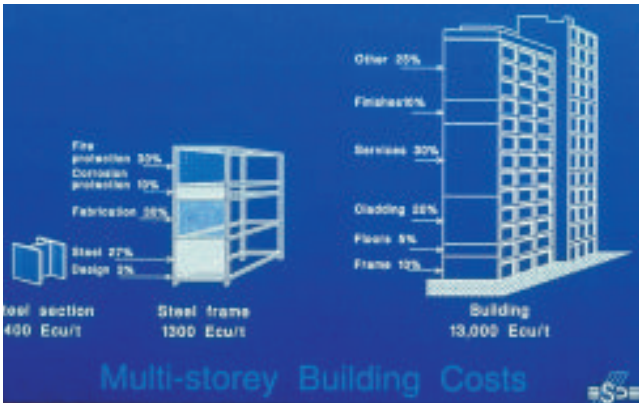
Diapositiva 23 Instalaciones para servicios fijadas bajo la losa



Diapositiva 24 Escaleras prefabricadas



Diapositiva 25 Muros cortina



Diapositiva 26 Desglose de costes de construcción en acero

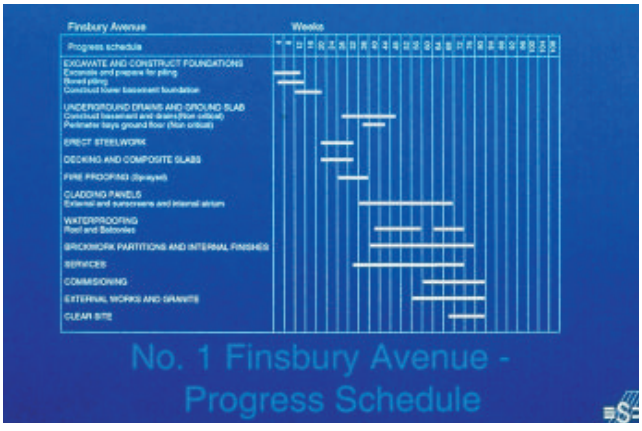
Las estructuras de acero con losa metálica o con planchas prefabricadas de hormigón permiten la ejecución secuencial, permitiendo que otros operarios trabajen con seguridad y protegidos de la climatología.

Tradicionalmente, los mayores frenos para la utilización del acero en estructuras de varios pisos eran el tiempo y los costes adicionales para la protección contraincendios (Diapositiva 26). Sin embargo, el uso de sistemas de pulverización y de tableros nuevos de menor coste y peso, han reemplazado con éxito al encajonado en hormigón in situ. De esta forma, los costes de protección contraincendios y sus implicaciones en los programas de ejecución se han reducido considerablemente (El programa de ahorro mencionado incluye sistemas de protección contraincendios).

En muchos casos la rapidez en la ejecución se traduce en una notable economía para el cliente. Este ahorro es especialmente importante cuando se realiza una inversión inicial de cierta entidad al adquirir los terrenos. La Diapositiva 27 muestra el programa de ejecución logrado en el proyecto de la Avenida Finsbury en Londres. Este programa representó un ahorro de 40 semanas con respecto a una construcción con hormigón convencional en obra. Mientras que para un edificio típico el coste de las dos soluciones es similar, unos 900 ecu/m^2 a precios de 1990, los estudios del costo de desarrollo de Londres sugieren un ahorro en tiempo de hasta 7 mecu por semana (para todo el edificio) ya que terminar la edificación rápidamente en un boyante mercado de alquiler, implica una potencial reducción del coste total de la estructura.

3.2 Ligereza, rigidez y resistencia

Las estructuras de acero son, por lo general, más ligeras que las realizadas con otros materiales; esto supone menor coste en la cimentación, sobre todo en lugares con un suelo de mala calidad. Las columnas más pequeñas aumentan la utilización efectiva del forjado y, cuando se requieren mayores luces, el ahorro en el coste entre el acero y otras formas de construcción se incrementa considerablemente. Para edificios con un gran número de columnas, el acero es la única solución viable.



Diapositiva 27 Programa de construcción para la Avenida Finsbury



Diapositiva 28 Sistemas de forjado con grandes vanos para edificios de oficinas



Diapositivas 29-30 Sistemas de forjado con grandes vanos para edificios de oficinas

Se están introduciendo nuevos enfoques de diseño para edificios de varias plantas destinados a oficinas comerciales con el fin de conseguir luces libres de 12-18 m o más. Estos enfoques incluyen disposiciones con vigas mixtas en doble T, vigas de celosía, vigas paralelas, y otras (Diapositivas 28 a 30); de forma que se pueden aumentar las luces en los edificios de oficinas con un pequeño incremento en el coste de la estructura, en muchos casos inferior al 15%. Como el coste de la estructura es sólo una pequeña parte (< 20%) del coste total de ejecución, las luces libres se pueden conseguir por menos del 3% de coste total del desarrollo. Este coste es un pequeño precio a pagar por el incremento de flexibilidad de uso que supone. Las actividades en las oficinas se modifican continuamente, siguiendo el rápido cambio en la tecnología de la información y sólo se puede especular sobre lo que se requerirá dentro de 30 años, lo que es bastante si consideramos la vida total de una estructura El espacio diáfano, sin columnas, ofrece la mejor adaptación de un edificio a estas necesidades cambiantes.

En los puentes, la resistencia y dureza del acero han conducido a la elegante solución de los puentes colgantes y atirantados, y a la preci-



Diapositiva 31 Puente atirantado (Dusseldorf)



Diapositiva 32 Puente colgante Humber (Reino Unido)

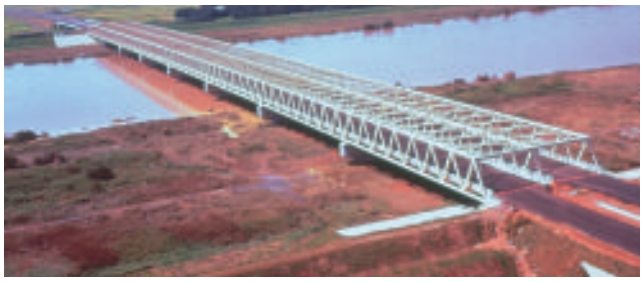
sa y ajustada filigrana de los modernos puentes de celosía, Diapositivas 31-33. Conceptos de diseño similares han llevado al desarrollo de sorprendentes soluciones estructurales para cubiertas con grandes vanos.

En otros contextos, las estructuras trianguladas se han refinado y aligerado hasta el punto de convertirse en esculturas. Diapositiva 34.

3.3 Adaptabilidad del uso de pórticos para rehabilitación

El acero proporciona la máxima adaptabilidad en el cambio de uso de los edificios, ya que se pueden realizar alteraciones estructurales con facilidad y conexiones a los pórticos existentes con mínimas molestias y coste. Por ello, los pórticos han sido tan populares entre líderes de venta al detalle y grupos industriales.

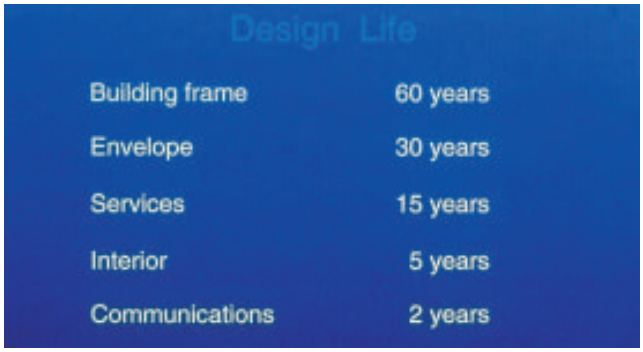
La importancia de la adaptabilidad en el uso se demuestra, también, considerando la gran diferencia de duración de los distintos componentes de un edificio de oficinas moderno, Diapositiva 35. Los beneficios de los grandes vanos ya se han comentado en la Sección anterior. Seguramente parte de la estructura necesitará ser modificada



Diapositiva 33 Puente de pórticos triangulares japonés



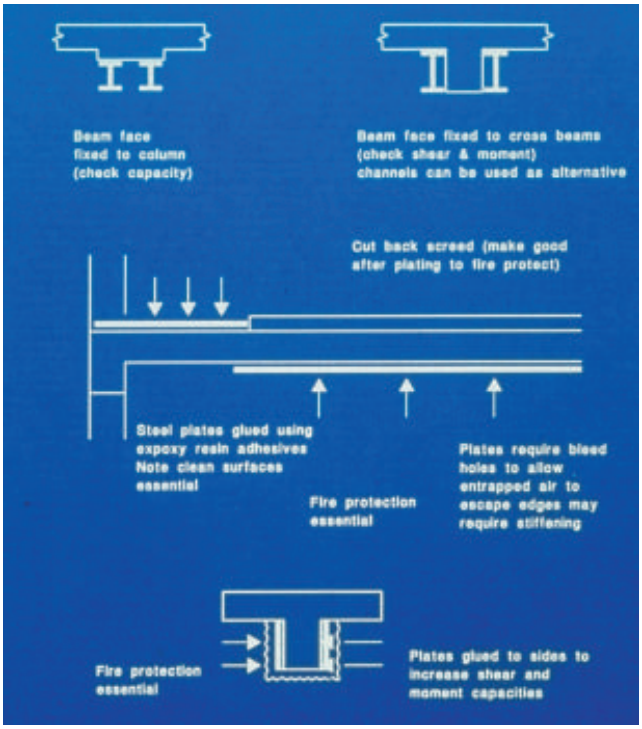
Diapositiva 34 Torre de telecomunicaciones



Diapositiva 35 Diferente vida útil de los componentes de un edificio.

para albergar un cambio radical en los sistemas de información o en las instalaciones.

La adaptabilidad del acero es de especial relevancia en contratos de rehabilitación ya sea para reforzar estructuras existentes o para una completa reconstrucción manteniendo las fachadas (Diapositivas 36 y 37). El acero se entrega prefabricado en obra; no necesita ser apuntalado y tampoco sufre contracción o fluencia, por lo que puede asumir la carga de inmediato. Al elegir una estructura de acero cuando hay que mantener la fachada, esta se puede insertar fácilmente sobre aquella. Se pueden utilizar con provecho técnicas



Diapositiva 36 Refuerzo de forjado de hormigón existente

modernas, como forjados de losa metálica para acomodar forjados con planos irregulares, y colocar amplias instalaciones, al igual que en un edificio nuevo.



Diapositiva 37 Rehabilitación manteniendo fachadas

La adaptabilidad del acero también tiene buen uso en puentes. Las torres principales del puente colgante del Severn, Diapositiva 38, se reforzaron para absorber el doble de tráfico que cuando se diseñó inicialmente la estructura hace 40 años.

3.4 Calidad

Las pautas de empleo en la construcción han cambiado recientemente de forma considerable. Ahora, la mayor parte del trabajo en obras realizada por pequeños subcontratistas de mano de obra. Estas compañías están involucradas en el sector de la construcción durante poco tiempo y son demasiado informales para invertir en formación. El esfuerzo por reducir costes ha reducido también el nivel de supervisión en obra.

Está claro que en este ambiente es difícil mantener la calidad de la construcción en obra. Sin embargo, la estructura de acero es un producto preciso, fabricado en un taller por mano de obra estable con buena formación. En obra sólo se realiza el montaje de elementos prefabricados: un proceso fácilmente controlable.



Diapositiva 38 Puente colgante del Severn

4. EL FUTURO DEL ACERO: ÚLTIMOS DESARROLLOS

La sección anterior ha destacado las ventajas intrínsecas del acero y la forma en la que la reciente evolución está incrementando esas ventajas. Es digno de mencionar que un material con 100 años de antigüedad esté aún experimentando un desarrollo que merezca la pena, y, es aún más extraordinario, que el índice de desarrollo en muchos sectores parezca estar aumentando. Este proceso es una respuesta a las más cambiantes demandas sociales relativas a vivienda y medio ambiente, así como a la voluntad de una industria comercial cada vez más competitiva y dispuesta a satisfacer las necesidades de la sociedad y de sus clientes.

Es posible especular sobre algunas de las direcciones que podría tomar la futura evolución.

- La aplicación de métodos de Garantía de Calidad y Control de Calidad a la producción proporcionará mejores y más baratos resultados, perdiendose menos tiempo en reparaciones

- El creciente papel de los ordenadores conducirá a un diseño más refinado que permitirá minimizar los costes de fabricación y de construcción en el caso de estructuras convencionales, y un uso del acero más aventurado en estructuras singulares

- Mejoras en la producción de acero. Hoy, los aceros de alta resistencia (f_y > 500 N/mm^2) soportan un extra en su precio; sin embargo, el futuro desarrollo de nuevos tratamientos termomecánicos reducirán este extra considerablemente. Al disminuir el precio del acero de alta resistencia, los ingenieros se aventurarán más a utilizar todo su potencial, y esto pondrá a prueba su ingenio, ya que la rigidez del acero (módulo de elasticidad) no varía con la resistencia : será preciso diseñar formas estructurales con mayor rigidez intrínseca si se quieren utilizar estos materiales de alta resistencia.

- Mayor variedad de perfiles y productos. Las modernas técnicas de laminación, tanto en frío como en caliente, aumentan la flexibilidad de su uso. Por lo tanto, el diseñador dispondrá de una mayor variedad de perfiles, que le estimularán a utilizar su ingenio en busca de la mayor eficiencia estructural.

- Resistencia al fuego y la corrosión. Al mejorar las técnicas de resistencia al incendio y a la corrosión, los diseñadores podrá expresarse más libremente utilizando el acero, consiguiendo las más elegantes y apasionantes estructuras

- Medio ambiente. La sociedad cada vez presta más atención al tema medioambiental, por lo que sus exigencias para edificios evolucionará. Aumentarán los niveles de aislamiento y se requerirá mayor atención a los detalles de construcción. Se producirá un uso creciente de edificios y componentes desmontables y reciclables, para lo que el acero es un material totalmente apto.

5. EL FUTURO DEL ACERO: FORMACIÓN Y ESDEP

De lo anteriormente expuesto está claro que en un futuro próximo se exigirá mayores conocimientos y técnicas a los ingenieros. Considerando que el cambio es cada vez mayor, la sociedad irá demandando más normas para la construcción. Por lo tanto, la educación técnica inicial y la formación durante la carrera también irán adquiriendo más importancia.

Los mayores recursos de formación para el acero en Europa se encuentran en su amplia red de técnicos capacitados. Uno de los puntos fuertes de la industria de la construcción con acero es la existencia de una infraestructura de personal especialista que ha aprendido a trabajar utilizando las publicaciones de los comités técnicos de la ECCS y de los comites redactores de los Eurocódigos 3 y 4.

ESDEP, el Programa de Educación de Diseño en Acero Europeo, se originó en 1988 para extraer de los trabajos de estos comités los recursos que permitieran preparar un juego de herramientas de fácil comprensión para el estilo del diseño y la construcción con acero. El ESDEP está integrado por diecinueve grupos de trabajo con una adecuada red de apoyo de comités directivos, y cuenta con la colaboración de más de 200 especialistas de todos los países de la Comunidad Europea y de la Asociación de Libre Comercio Europea; las Diapositivas 39 y 40 resumen como se dirigió el proyecto y la distribución de contribuyentes y grupos de trabajo. El proyecto fue patrocinado por la Comisión Europea y la industria del acero de cada país en la Comunidad Europea y la Asociación Europea de Libre Comercio. Los diseñadores en acero y los constructores, que se beneficiarán de la mejora en la calidad y en el rendimiento de la industria, merecen nuestro agradecimiento por su visión de futuro.



Diapositiva 39 ESDEP: Distribución de grupos de trabajo en Europa



Diapositiva 40 ESDEP: Distribución de contratistas en Europa

6. RESUMEN FINAL

1. El acero es un material moderno, producido en grandes cantidades con una alta calidad y fiabilidad.
2. El acero se encuentra disponible en una amplia gama de productos laminados en frío y en caliente, chapas y perfiles.
3. El acero es fácilmente transformable en productos finales.
4. Casi toda esta fabricación se realiza en talleres con sistemas de control de calidad.
5. Las uniones en obra se pueden realizar con facilidad y pueden soportar cargas de inmediato.
6. Si se le da una buena protección contra corrosión y mantenimiento, el acero tiene una duración indefinida.
7. El montaje en obra puede hacerse de forma rápida con poco riesgo de demoras.
8. Las estructuras de acero son ligeras y fuertes y requieren unas cimentaciones simples.
9. Las estructuras de acero existentes pueden adaptarse fácilmente a nuevas necesidades.
10. El Control de Calidad y la Garantía de Calidad suponen una garantía añadida a la utilización económica de estructuras de acero.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] Eurocódigo 1: “Basis of Design and Actions on Structures”, CEN

[2] Eurocódigo 3: “Design of Steel Structures”: ENV 1993-1-1: Parte 1.1: General Rules and Rules for Buildings, CEN Bruselas, 1992.

[3] Eurocódigo 4: “Design of Composite Steel and Concrete Structures”: ENV 1994-1-1: Parte 1: General Rules and Rules for Buildings, CEN.

[4] Eurocódigo 8: “Structures in Seismic Regions - Design” CEN.

ESDEP TOMO 1
CONSTRUCCIÓN EN ACERO: FACTORES ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Lección 1.2: Fabricación y Productos de Acero

OBJETIVOS/CONTENIDO:

- Presentar la historia y el panorama actual de la siderurgia.
- Describir cómo se produce el acero y la estandarización de los productos de acero.
- Resumen del consumo de acero en la edificación y obras públicas en el mundo.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Lección 1.1: Papel del acero en la construcción en Europa.

LECCIONES AFINES

Lección 1.3: Introducción a los costes de la estructura de acero.

Lección 1.4: El mercado europeo de la construcción

RESUMEN

Se describe la historia de la siderurgia y su evolución hasta llegar a la moderna fabricación de acero.

Descripción de la producción mundial de acero e introducción a la estandarización europea de productos de acero (Euronormas). Se comenta el uso del acero en construcción y obras públicas en las diferentes regiones del mundo.

1. BREVE HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DE ACERO

El acero es uno de los materiales de uso común que ofrece la mayor resistencia de carga con la menor sección. Se trata, fundamentalmente, de una aleación de hierro y carbono.

La producción industrial de acero es relativamente reciente, datando de hace unos ciento veinte años. Sin embargo las aleaciones de hierro se conocen desde la antigüedad. Los primeros ejemplos de hierro en estado natural aparecieron en Sumeria, capital de la antigua civilización de Babilonia y la primera prueba de la producción de hierro se remonta a los cálibes, una tribu de la costa sur del Mar Negro del siglo XVII A.C.

El uso del hierro se expandió por Europa y Asia y hasta la Edad Media no aparecieron mejoras significativas en su fabricación; éstas consistieron en la introducción de toberas que soplaban aire a presión desde fuelles accionados por energía hidráulica. Antes del descubrimiento del acero, el hierro ya se utilizaba con frecuencia en la construcción de edificios, puentes, estaciones ferroviarias, etc. En 1855 un inglés llamado Bessemer mejoró el proceso de purificación de arrabio mediante el soplado de aire a gran presión en el convertidor. Durante los 25 años siguientes, el francés Emile Martin, y después dos ingleses, Thomas y Gilchrist, introdujeron otras mejoras que permitieron la transición del hierro a la moderna era del acero.

A principios del siglo XX se prohibió el uso del hierro en la construcción y sólo en las nuevas reglamentaciones se permitían el uso del acero. Sin embargo, todavía existen en servicio numerosas estructuras de hierro de la segunda mitad del siglo XIX que precisan ser reacondicionadas. El problema más importante que se plantea en este proceso de restauración es si el material estructural utilizado en ellas fue hierro o acero. Para decidirlo se deberían tomar muestras, analizarlas en el laboratorio, y determinar las propiedades mecánicas y químicas de la aleación. Estos resultados nos permitirán definir las técnicas a adoptar, en especial las de soldadura.

La sustitución del carbón vegetal, primero por hulla y después por coque, allanó el camino a la producción industrial de acero que comenzó a mediados del siglo XIX.

2. LA FABRICACIÓN HOY (RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN)

Aunque la producción de acero se basa en los mismos principios desarrollados desde hace 100 años, los instrumentos y las técnicas han experimentado una notable evolución:

- en menos de un siglo, la capacidad del horno alto se ha incrementado en un 100%;
- la producción normal de una acería es de 6 a 10 millones de toneladas anuales;
- algunas operaciones, previamente independientes, hoy día están unidas en un proceso continuo;
- el uso intensivo del oxigeno fue uno de los de los pasos más importantes;
- el desarrollo de los ordenadores ha permitido la automatización de gran parte de la producción y del equipo de control.

El resultado de esta evolución ha sido:

- productos más sofisticados con mejor control de grados y calidades;
- notable mejora en la productividad: hoy se tardan 2 horas en producir una tonelada de acero crudo, mientras que hace 25 años se necesitaban 9,8;
- un precio casi constante en un largo período de años;
- materiales puros y más soldables (sin precalentado);
- aceros mejorados con mayor resistencia;
- mayores valores de impacto y mejores tests LOD (para plataformas petrolíferas).
- capacidad de respuesta al cambio de necesidades de los clientes;
- mejor gestión de productos y flujo de existencias;
- mejoras en la cualificación del personal, mediante la creación de nuevos puestos de trabajo. La habilidad técnica ha relevado al

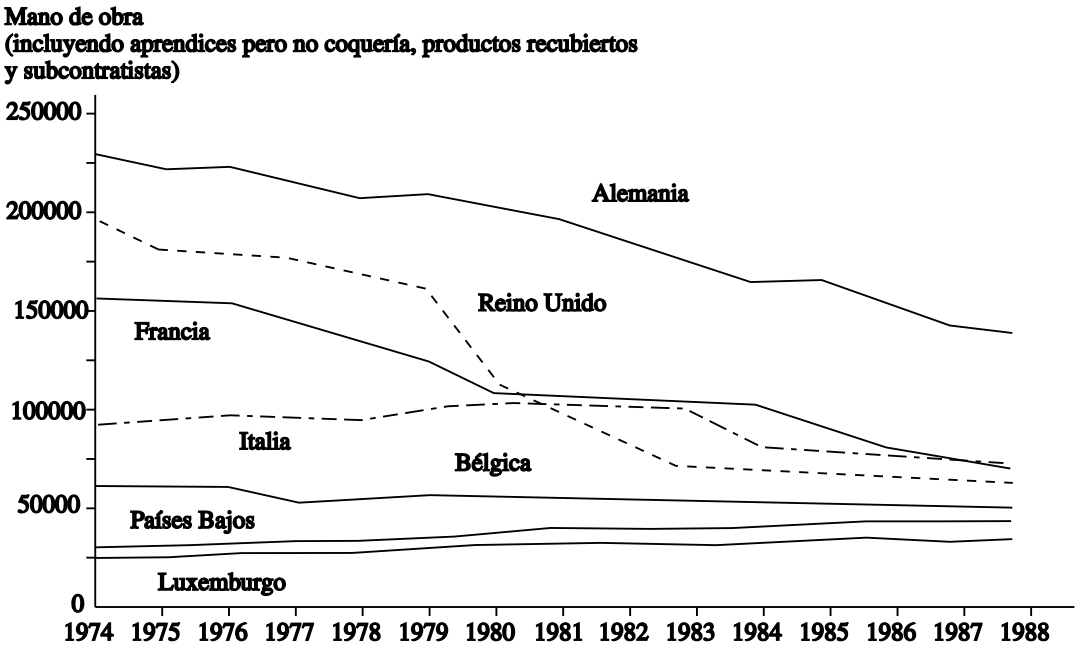


Figura 1 Tendencias laborales en la industria del acero (E.C.S.C.)

esfuerzo físico, reduciendo los costes de producción, ya que la mano de obra es menor y más estable. Los recortes en mano de obra sufrieron a un tercio en 14 años. (Figura 1);

- suministro de una mayor variedad de productos específicamente dimensionados para la construcción, con espesores que varían entre 0,7 mm y 150 mm; mayor longitud y peso en productos largos; con un máximo de tolerancia (en enderezado) de 0,7 mm/m.

Estos factores han simplificado la construcción, reduciendo los costes de fabricación y montaje, permitiendo, además, mejoras estéticas.

Por ejemplo, en la construcción de puentes, la viga principal de un puente de hace 100 años consistía en una combinación remachada de secciones planas. Hoy, una sola chapa con espesor variable permite la optimización de la viga y, por tanto, un ahorro en peso y costes de fabricación. Además, se reduce el mantenimiento del puente, ya que las superficies son lisas y favorecen la rápida evacuación del agua.

Todos estos factores han hecho posible mantener precios competitivos y dar a los consumidores la calidad que demandan.

3. PRODUCCIÓN DE ACERO EN EL MUNDO Y EN EUROPA

3.1 Producción

3.1.1 Producción mundial

En 1989, la producción mundial de acero crudo fue de aproximadamente 784 millones de toneladas (MT).

Nota: "Acero Crudo" se refiere a productos que aparecen tanto en forma líquida (validos para moldeo) o en forma de lingotes sólidos (obtenidos por acero fundido vertido en un molde para su posterior proceso).

Los productores mundiales de acero se distribuyen geográficamente como sigue (Figura 2):

Oriente: Japón (108 MT) - China (61 MT) - Corea del Sur (22 MT)	191 MT	24,5%
Antigua URSS	161 MT	20,0%
CEE 12	140 MT	18,0%
EE.UU.	89 MT	11,5%
Otros países	203 MT	26,0%
Total	784 MT	

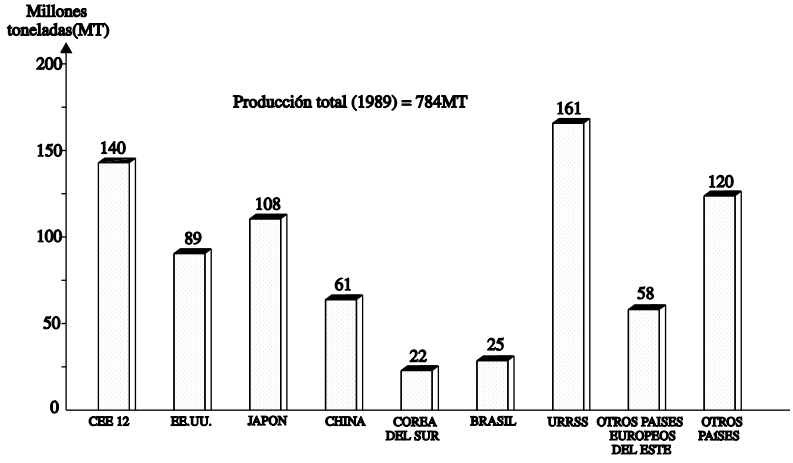


Figura 2 Producción de acero en bruto (1989)

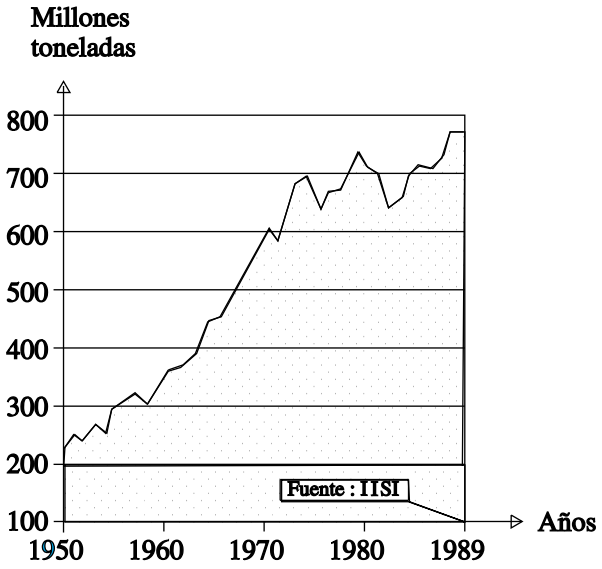


Figura 3 Producción mundial de acero en bruto

El gráfico de la producción de acero bruto refleja el desarrollo de la economía mundial (Figura 3).

3.1.2 Comercio internacional

En 1988, más de un quinto del acero producido en el mundo (167 MT de 780) estuvo implicado en el comercio internacional. Debido a su alto valor específico, la proporción entre el precio por tonelada y la densidad, el acero es un producto que "viaja" con mayor facilidad que otros productos como el aluminio, madera,

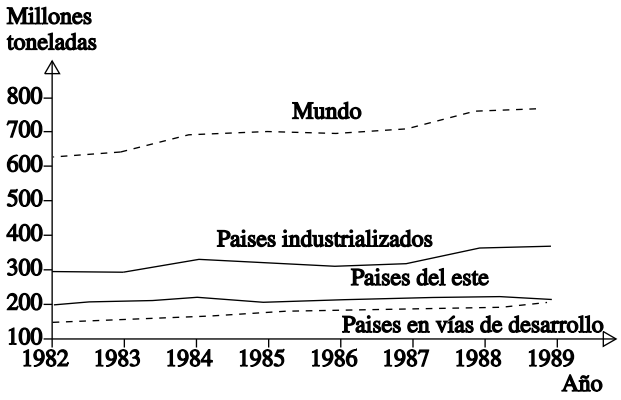


Figura 4 Consumo aparente de acero en bruto

cemento o cristal. Sin embargo, la mayor parte del comercio internacional de acero se hace en distancias cortas o medias, y rara vez en distancias largas. Los intercambios son esencialmente intercomunitarios - de los 167 MT mencionados, 41 fueron intercambios entre diversos países de la CEE y, a mayor escala, 83 MT entre países del continente Europeo. Por otra parte, 23 MT de acero se intercambiaron entre Asia y Australia.

3.2 Consumo

El incremento del consumo aparente de acero en bruto muestra que aumenta la necesidad de acero en el mundo (Figura 4).

Las mejoras en la producción de acero y en sus propiedades intrínsecas han hecho disminuir su consumo específico, ej. el peso del acero utilizado para un propósito determinado. Aunque la Figura 4 sólo indica un pequeño aumento en el consumo de acero bruto, la demanda de acero es mayor ya que la mejora en calidad de los productos reduce su peso de acero.

Los cambios globales en la economía mundial, el posible incremento de la demanda, el desarrollo de nuevas áreas, y la llegada de “nuevos” productores, son factores que influyen en la economía de la industria siderúrgica.

Ciertos patrones de producción han aparecido gradualmente:

- Países en vías de desarrollo con materias primas fabrican y exportan semiproductos y productos para uso directo, como redondo para hormigón

- Países industrializados se concentran en la producción de productos más sofisticados, con mayor valor añadido por su apariencia (por ejemplo chapas recubiertas) o su composición (por ejemplo acero inoxidable).

3.3 Acería y medio ambiente

Se han reducido considerablemente los efectos medioambientales negativos generados por la industria siderúrgica, y se han realizado considerables inversiones relacionadas con los factores medioambientales:

- se reciclan las aguas industriales;
- se filtra el aire;
- los gases se usan como fuente de energía;
- la escoria se utiliza en cimentaciones
- la chatarra se vuelve a procesar.

4. ¿CÓMO SE PRODUCE EL ACERO?

4.1 General

La base de la producción industrial de acero es la fundición bruta, y aunque los fundamentos del método de producción permanecen prácticamente inalterados, los instrumentos y técnicas de producción han mejorado considerablemente.

Hay varios tipos de acero. Dependiendo del uso que se le vaya a dar, por ejemplo en construcción, electrónica, automóviles o industrias de empaquetado, requerirá unas propiedades físicas, químicas y mecánicas adecuadas a su propósito. Estas propiedades se obtienen mediante:

- el ajuste del contenido de carbono: cuanto menor es, más maleable es el acero; cuanto mayor es, más resistente y duro es el acero (el grado de dureza también se puede ajustar usando algunos elementos adicionales).

4.2 Producción de acero

El hierro, como elemento químico (Fe), es el componente principal del arrabio (96% Fe y 3-4% C) siendo la base del refinado de acero.

Hierro, arrabio y acero son tres productos manufacturados que aparecieron en este orden en la historia de materiales. Representan diferentes combinaciones de hierro y carbono. El contenido de carbono determina la naturaleza de productos muy diferentes:

- Hierro: bajo contenido en carbono. Este material blando y maleable es el antepasado del acero “dulce” (hoy: “acero bajo en carbono”). Inicialmente se conformó mediante forja y después por laminado.

- Arrabio: alto contenido en carbono (de 2 a 5-6%). El arrabio tienen diversas cualidades, desde el “duro y resistente” hasta “maleable y dúctil”. Se utiliza en fundición.

- Acero: su contenido en carbono oscila entre 0,03% y 2% máximo. Es maleable y resistente. Se destina a ser conformado en su estado sólido mediante laminado (comprimiéndolo y haciéndolo avanzar entre dos cilindros para estirarlo y hacerlo más fino) o forja.

En el proceso de fabricación de acero hay tres etapas:

1. De materias primas a acero líquido:

objetivo:	ajustar el contenido químico del acero
dos procesos:	producción “integral” producción “eléctrica”

2. De acero líquido a productos semi-acabados

objetivo:	obtener semiproductos
dos procesos:	Colada continua Lingotes

3. De productos semi-acabados a productos acabados

objetivo:	dar forma y tamaño mediante laminado, y acabado para venta.
Dos grupos de productos:	productos largos (vigas, barras, alambrón, chapa gruesa) productos planos (chapa fina, chapa cortada de bobina, bobina).

Nota: No todos los aceros se conforman mediante laminación; también pueden conformarse mediante forja, fundición o manufacturarse con polvos de aleación.

Este proceso se describe en la Lección 2.2.

5. NORMALIZACIÓN EUROPEA DE PRODUCTOS DE ACERO

5.1 Proceso de normalización

Se han normalizado los productos de acero con el fin de asegurar un lenguaje común entre sus productores y consumidores. Desde principios del siglo XX, los países han desarrollado su propias normas para definir y clasificar los productos de acero. La creación de la CEE hizo necesario establecer unas normas comunes llamadas “Euronormas” (EN).

5.1.1 Establecimiento de Euronormas para productos de acero en los estados miembros

La “Commission de Coordination et de Normalisation des Products Sidérurgiques”, COCOR, fundada en 1953 para dar servicio a Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), fue la encargada de coordinar las normas. Desde 1965 COCOR está bajo la autoridad de la Comisión Europea y ha publicado unas 175 Euronormas. Cada país es libre de adoptar o no, total o parcialmente, las Euronormas y los Documentos de Preparación.

La consecución del Mercado Único Europeo en 1992 quiso acelerar la normalización. La Comisión creó y financió, dentro de COCOR, un departamento técnico independiente exclusivamente dedicado a actividades de normalización: el CENHA (Comité Europeo de Normalización de Hierro y Acero), con la asistencia de Comités Técnicos (CT), ha desarrollado documentos que se entregan al COCOR para su aprobación antes de ser propuestos al CEN (Comité Europeo de Normalización) para que se adopten como Euronormas.

Cuando una Euronorma (EN) es adoptada por los miembros de la CEN, debe aplicarse en su totalidad como norma nacional en todos los países de la CEE (incluso si votaron en contra) y por los miembros de la EFTA que votaron a favor. Una vez adoptada, la EN invalida y reemplaza a la ENV (Norma experimental) y a la norma nacional correspondiente.

5.2 Contenidos de las Euronormas (EN) para acero

La EN contiene disposiciones relativas a la normalización del proceso de fabricación, composición química y características mecánicas de los productos de acero. A modo de ejemplo, consideremos un aspecto de estas normas: la forma en que se designan los aceros.

La especificación de calidad del acero se compone esencialmente de:

- el número de norma;
- el símbolo Fe;
- resistencia a tracción mínima garantizada expresada en N/mm^2.

Ejemplo: El acero estructural no aleado laminado en caliente (para su utilización en la manufactura de elementos estructurales soldados o montados que se utilizarán a temperatura ambiente) se designa como sigue:

EN 10 025 Fe 510

La designación puede ir seguida de símbolos concernientes a:

- la soldabilidad y los valores garantizados de energía de impacto (B);
- el método de desoxidación utilizado, si es aplicable (FU);
- la adecuación del acero a una aplicación determinada, si es aplicable (KP);
- si el acero se entrega en una condición normalizada (N).

La variedad de símbolos se detalla, para este ejemplo, en el texto de EN 10 025.

Las Euronormas pertinentes y sus equivalentes nacionales se muestran en la Tabla 1.

Norma Europea EN	Euronorma (I)	Norma ISO	Alemania DIN	Bélgica NBN (2)	Dinamarca DS	España UNE (3)	Francia NF	Grecia	Italia UNI	Irlanda	Luxemburgo	Países Bajos NEN	Portugal NP	Gran Bretaña BS (4)
	17-1970	8457 TI	59110	= 524		36 089	A 45-051		5598			EU 17	= 330	
	18-1979	377	50125	A 03-001		36 300 36 400	A 03-111		UNI-EU 18			EU 18	2451	4360
	19-1957	657/8	1025 T5	533		36 526	A 45-205		5398			EU 19	2116	
	21-1978	404	17010 500-49	A 02-001		36 007	A 03-115		UNI-EU 21			EU 21	2149	
	22-1970	783	50145	A 11-201		7 223	A 03-351		3918			EU 22		3688/1
	23-1971	642	50191	A 11-181		7 279	A 04-303		3150					4437
	24-1962	DP 657/10	1025 T1 1028	632-01		36 521 36 522	A 45-210		5879 5680			EU 24		4
10025	(25-1986)	630-1052 4995	17100	A 21-101		36 080	A 35-501		7070			EU 25	1729	/ 4360
	27-1974	DIR 4949		147		36 009	A 02-005		UNI-EU 27			EU 27	1818	
	28-1985	883/1 2604/4	17155	/ 829 / 830		36 087/1	A 38-205 A 38-208		7070			EU 28		= 1501/1-2
	29-1981	7452	1543	= A 43-101		36 559	A 48-503 A 46-505		UNI-EU 29			EU 29		1501/1 /4360
	30-1969		17100 (= EU 25 =) EU 30				A 33-101		3063			EU 30		
	31-1969						A 43-301		7063			EU 31		/ 970/1
	34-1962	657/13	1025 T2 T3 et T4	= 632-02		36 527 36 528 36 529	A 45-211		5397			EU 34	2117	4
	36-1983	437	EU	/ 271		7 014	A 06-301		UNI-ISO 437					6200 5381

Tabla 1 Equivalencia de Euronormas, Normas ISO y Normas Nacionales de Países de la CE

6. EL ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PUBLICAS

6.1 El acero en la construcción

La penetración del acero en la construcción y obras públicas varía mucho según las regiones del mundo. En la Tabla 2 se muestra el consumo de acero en las tres regiones principales del mundo en 1988.

Para cada tipo de trabajo, estos consumos se diversifican en distintos tipos de construcción, como se muestra en la Tabla 3.

	(Kt)	Kg/habitante
JAPÓN	9050/10400 (1)	74/85
EE.UU.	5200	21
EUROPA OCC.	5700/6200	17/18

(1) con o sin "construcción mixta"

Tabla 2 Consumo de acero en las principales regiones

En el consumo de acero para la construcción hay marcadas diferencias, por ejemplo, en 1988 en Europa (Tabla 4).

	(Kt)	Kg/habitante
Reino Unido	1227	22
Alemania Occidental	1045	16
Francia	683	15
Italia	570	11
España	500	13
Países Bajos	727	31
Luxemburgo	100	28
Suecia	94	17
Finlandia	185	25
Suiza	89	18
Portugal	100	10
Austria	94	11
Noruega	80	20
Dinamarca	73	11
Grecia	50	5
Irlanda	60	17
Bélgica	195	28
TOTAL estimado	5867	17

Fuente: Convención Europea de Acero para la Construcción

Tabla 4 Consumo de acero en construcción (1988)

(% tonelajes)	JAPÓN	EE.UU.	EUROPA
viviendas	21	4	2
industrial	34	33	58
otros edificios	34	45	31
torres	3	5	5
puentes y obras hidráulicas	8	13	4
TOTAL	100	100	100

Tabla 3 Consumo de acero por tipo de construcción

La Tabla 3 muestra, para todo el trabajo constructivo, la especial importancia de:

- viviendas en Japón;
- edificios terciarios en EE.UU.;
- edificios industriales en Europa.

Varios países “pequeños” tienen un gran consumo de acero por habitante en el sector de la construcción (Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, Finlandia, Noruega). En el Reino Unido, país con la mayor industria de construcción con acero, el uso del acero por habitante es mayor que en cualquier otro gran país.

Los tonelajes de productos de acero para toda la construcción se distribuyen globalmente como sigue:

Productos de acero:

- Perfiles laminados en caliente H, I, U, L . . . . . un 60%
- Chapas . . . . . un 20%

Productos de primer procesado:

- Chapas cortadas de bobina recubiertas,
- Perfiles laminados en frío, tuberías . . . . . un 20%.

7. CONCLUSIÓN

- Aunque el hierro se ha utilizado desde hace mucho tiempo, la producción de acero es relativamente reciente.
- El desarrollo de los métodos de producción han mejorado la eficiencia y la calidad. Se ha reducido el consumo de energía y se ha reducido el impacto medioambiental.
- Se establecen Euronormas para lograr normas comunes en toda Europa.
- El consumo de acero muestra marcadas diferencias entre los diversos países, en el mundo y en Europa.

ESDEP TOMO 1
CONSTRUCCIÓN EN ACERO: FACTORES ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Lección 1.3: Introducción a los Costes de la Estructura de Acero

OBJETIVOS/CONTENIDO

- Introducción a los diferentes factores que inciden en el coste de la construcción con acero.

- Mostrar cómo se consideran estos factores al desarrollar el diseño, teniendo en cuenta los costes técnicos, los recurrentes y los medioambientales.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

No se precisan.

LECCIONES AFINES

Lección 1.1: Industria Europea de la Construcción
Lección 1.1: Proceso de Diseño

RESUMEN

El coste total de una construcción con acero está influenciado por factores técnicos y medioambientales, así cómo por la existencia de gastos de mantenimiento. Desde el principio del proyecto, con la finalidad de conseguir una construcción óptima que satisfaga los requisitos demandados por el cliente, deben considerarse los costes del acero, de la energía, de mantenimiento, la adaptabilidad y la vida útil de la construcción. Para ello, diferentes parámetros tales como la rapidez de construcción o la elección de cimentaciones, deben ser estudiados para ser tenidos en cuenta durante el diseño de la construcción y en la determinación de su coste. Este análisis se completa con el de actividades tales como el montaje, la fabricación y la protección contra corrosión y contraincendios.

1. INTRODUCCIÓN

Los costes de construcción se pueden dividir en varias categorías. Los más fácilmente cuantificables son los costes técnicos relativos al material y a la mano de obra necesaria para completar el proyecto. También se pueden estimar los gastos de mantenimiento, importantes a la hora de estudiar el aspecto económico de la vida de la estructura. Por último, los aspectos medioambientales pueden considerarse en términos de efectos locales y globales que incluyen temas como estética, seguridad, economía puntual, utilización de recursos naturales y consumo de energía.

Esta lección se concentra en los costes técnicos de la construcción en acero, tratando el tema de una forma amplia. Los costes que se producirán a lo largo de la vida del edificio son examinados previamente a los costes de ejecución, que conciernen, en principio, a la totalidad de la obra; se comienza con los costes estructurales y se sigue con las consideraciones económicas sobre actividades individuales tales como la fabricación y montaje. Se ha elegido deliberadamente esta secuencia para realzar la necesidad de examinar los costes en su totalidad de forma integrada.

2. COSTES DURANTE LA VIDA DEL EDIFICIO

2.1 Preámbulo

Tradicionalmente, los diseñadores tan solo consideraban el coste inicial de la parte del proyecto de la que eran responsables, y buscaban para ella la mejor solución en cuanto a coste. Cada vez se acepta de forma más generalizada que la suma de los costes óptimos de cada uno de los componentes no es necesariamente la solución más económica en su conjunto. Sin embargo, todavía se presta poca consideración a los costes producidos a lo largo de la vida del edificio, lo que contrasta con la importancia que se da a los costes de mantenimiento al comprar, por ejemplo, un coche nuevo: cuando se compara el coste de los diferentes modelos, además del precio inicial, se estudia con detenimiento el consumo de combustible, los posibles costes de servicio, los costes de reparación y la depreciación.

2.2 Costes parciales

Los costes iniciales de ejecución, incluyendo suministro, estructura, cimientos y servicios, requieren una importante e inmediata consideración. Además, hay que cuantificar e incluir como parte del debate de la forma del diseño, la necesidad de financiar la construcción y los costes asociados. La forma en que el coste de financiación influye en el proyecto se discute detalladamente en la Sección 3.2. En algunos casos, puede ser un factor importante.

Otros gastos de mantenimiento, que se deberían considerar en el conjunto de las discusiones económicas a cerca de un proyecto propuesto deberían incluir los de mantenimiento, los de futuras modificaciones y los de funcionamiento asociados a la climatización del interior de los edificios (calefacción, ventilación e iluminación). Otro factor a considerar es la posible rentabilidad financiera. Por ejemplo, está claro que la densidad de tráfico proyectada tendrá gran influencia en la capacidad que requiera el puente de una autopista, así como mayores luces en el forjado y mayor flexibilidad en el uso del espacio libre podrá atraer mayores ingresos en desarrollos comerciales. Estos factores se discuten con mayor detalle en la Sección 2.6.

2.3 Costes energéticos

Los costes energéticos de iluminación, calefacción y ventilación siguen siendo un factor importante del capitulo de los gastos de mantenimiento. En los edificios, el gasto inicial relativo a sus necesidades energéticas está condicionado por factores tales como el balance de iluminación natural o artificial, por las necesidades de calefacción y ventilación, por la especificación del aislamiento de sus cerramientos.

En edificios comerciales y residenciales, la iluminación artificial representa una proporción del consumo de energía sorprendentemente alta. Por lo tanto, una adecuada disposición de ventanas y luces cenitales puede suponer un importante ahorro a largo plazo. Esta disposición necesita ser considerada aunque represente un mayor gasto inicial, teniendo en cuenta consideraciones secundarias, como puede ser la seguridad. Un indeseado incremento de la temperatura y un exceso de iluminación son dos problemas potenciales que deben ser tenidos en cuenta, ya que pueden neutralizar cualquier ahorro potencial.

La calefacción y ventilación del espacio libre están relacionadas con los niveles de aislamiento y el volumen de aire a tratar. Una de las razones por las que los pórticos de techo bajo son más populares en la construcción industrial que la tradicional construcción de columna y cercha es porque reduce el volumen inscrito del edificio minimizando las perdidas de espacio libre.

2.4 Mantenimiento

Todas las estructuras (edificios, puentes y otros) deben ser inspeccionadas y mantenidas de forma regular. Con frecuencia, los costes asociados con estas actividades tienen relación con

los costes iniciales. Las áreas que son difíciles o imposibles de inspeccionar necesitan un tratamiento cuidadoso. En muchos casos hay un relación entre la inversión realizada y la expectativa de vida y gastos de mantenimiento.

En la estructura de acero, la corrosión y su prevención son elementos de gran importancia. Los costes de los sistemas de protección contra la corrosión tienen relación con las condiciones de exposición, el mantenimiento y la inspección planificada, los detalles en el diseño, la especificación de protección y la calidad de la primera aplicación.

Un detalle pormenorizado tiene muy poca repercusión en el coste y es parte importante de todos los diseños. Deben evitarse proyectos que permitan la condensación y el estancamiento de agua y las áreas inaccesibles deben ser selladas. (Figura 1).

La especificación para el sistema de protección anticorrosión debe ser la adecuada a las condiciones ambientales de exposición previstas. Aunque existen sistemas anticorrosión extremadamente buenos, no es necesario utilizarlos cuando los riesgos de corrosión son bajos. Este punto se detalla en la Sección 4.3.

2.5 Adaptabilidad

Al no ser posible predecir siempre las necesidades futuras del cliente, se realizan generalmente modificaciones de los proyectos con posterioridad al inicio del mismo, y estas pueden ser desproporcionadamente caras. La disposición específica de futuras reformas sólo puede realizarse si se conocen los detalles al principio, y si el diseño original contempla posibles cambios, se puede conseguir un ahorro significativo. Aunque los costes iniciales pueden incrementarse marginalmente, los costes a largo plazo se pueden reducir en su conjunto.

Al ser la vida del edificio siempre mayor que la expectativa de vida de los servicios, la construcción debería poder acomodarse a posibles cambios de uso. Se puede dotar de esta capacidad a una edificación sobredimensionando el espacio destinado a los servicios sin un aumento desproporcionado en el coste.

La construcción de edificios consistentes en un mero núcleo y su cerramiento, en la que el edificio consiste sólo en la estructura y servicios principales, con los servicios más específicos instalados por cada usuario, es cada vez

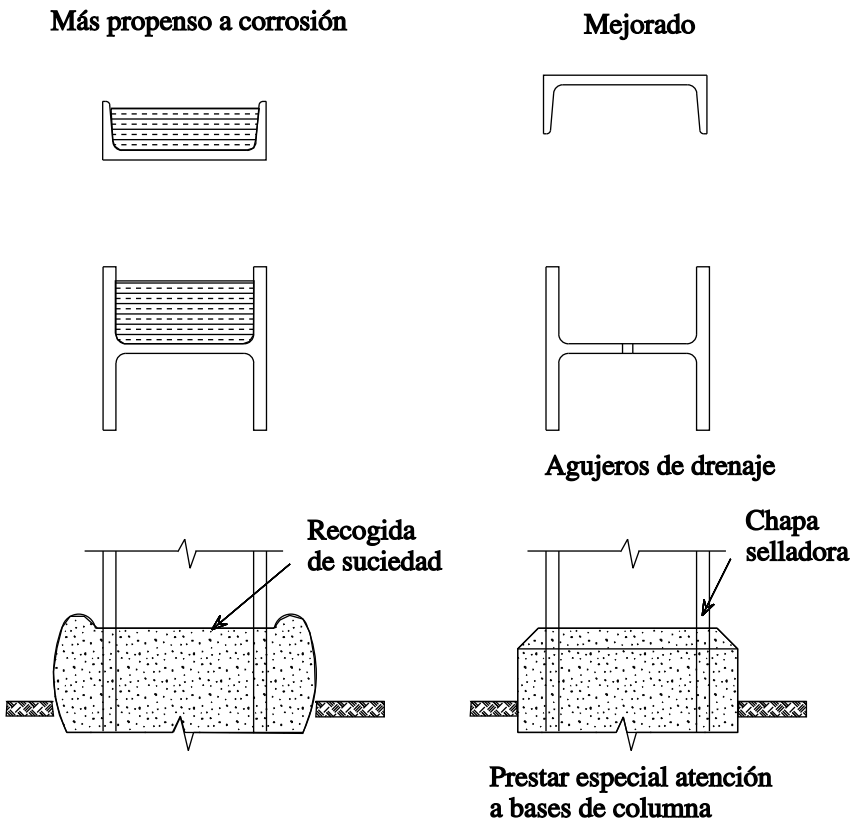


Figura 1 Detalles para minimizar la corrosión

más popular cuando se construye con una finalidad comercial especulativa. En dichos casos, hay una necesidad aún más clara de enfoque de "amplitud "desde el inicio.

A lo largo de la vida útil de un edificio es bastante frecuente que cambie el uso al que se destina. Este cambio puede requerir un incremento de las cargas sobre el forjado, modificaciones en la distribución de las plantas, instalación de nuevos ascensores, o ampliación de la estructura para disponer de más espacio útil. Si el diseño original permite estos cambios, se podría conseguir un ahorro considerable..

Las estructuras de acero se pueden modificar o ampliar sin gran dificultad. Permiten realizar uniones a la estructura existente, y se puede determinar con confianza el refuerzo de la estructura y cualquier nueva ampliación. Sin embargo, cuando se prevén futuros cambios, se gana en eficiencia si se tiene en cuenta la posibilidad de éstos desde el inicio. Cuando se plantea una futura ampliación, deberán realizarse simples modificaciones de los detalles de fabricación y un dimensionado de los elementos críticos para las nuevas condiciones. Por ejemplo, el pre-taladrado de la estructura para nuevas conexiones en la zona de posible ampliación y el sobredimensionado de las columnas para poder soportar un aumento de cargas, facilitan una futura reforma .

En caso de que surgiesen cambios imprevistos, no sería difícil reforzar las vigas y columnas individuales, por ejemplo, uniendo chapas a las alas del perfil existente. Reforzar uniones es bastante menos sencillo, y por ello algunos diseñadores sobredimensionan la capacidad de las uniones para minimizar la necesidad de refuerzo en posteriores alteraciones.

2.6 Beneficios y contrapartida económica

Los costes no se deben considerar de forma aislada, sino con respecto al beneficio obtenido. El beneficio puede ser claramente cuantificable en términos de ingresos por alquiler o por el disfrute de servicios adicionales. En cualquier caso, superficie útil es un factor esencial. Esto podría sugerir menos columnas y más pequeñas y, por supuesto, debería animar al diseñador a evitar espacio inútil, por ejemplo entre columnas y paredes perimetrales adyacentes. Minimizar el espesor de tabiques de cerramientos incrementa la superficie utilizable, pero al hacerlo no debe comprometer la función propia de los elementos que se minimizan.

2.7 Costes de demolición

Para muchas estructuras llega el día en que su demolición se hace necesaria. El coste asociado a esta actividad puede compensarse, en algunos casos, con los ingresos de la venta de materiales de derribo reciclables. En las estructuras de acero, el material puede ser reutilizado como chatarra, incorporandose al proceso siderúrgico en la fabricación de acero, o como productos de segunda mano susceptibles de emplearse en la construcción de nuevas estructuras. La naturaleza de la construcción en acero se presta más al desmantelamiento que a la demolición.

Algunas estructuras llevan este principio más allá, y se diseñan como desmontables. Dichas estructuras son generalmente para un uso a corto plazo, como instalaciones para exhibiciones, aparcamientos temporales y cruces de autopistas. Con un diseño cuidadoso, la estructura puede ser desmontada, trasladada y, posteriormente, montada en otro sitio.

3. COSTES TOTALES DE CONSTRUCCIÓN

El coste total de un edificio es una partida compleja debido a la interacción de varios elementos. Generalmente, el diseño optimo de un elemento (ej. estructura) entra en conflicto con otros (ej. servicios o revestimiento). Por lo tanto, no basta con optimizar cada uno de los elementos para conseguir una solución óptima para el conjunto del edificio, sino que hay que examinar los costes de forma integrada, teniendo en cuenta que no siempre el todo es igual a la suma de sus partes.

La constructibilidad es también un concepto importante, y ello no sólo en lo relativo al desarrollo de nuevos detalles o sistemas de montaje, que podrían facilitar el trabajo en obra, sino incluyendo una comprensión de cómo el diseño y la construcción deben tratarse de forma integrada para conseguir un edificio simple, rápidamente construible y barato de ejecutar y mantener. Este enfoque requiere la armonización de la estructura, los servicios y la planificación.

A un nivel más detallado, la normalización, en especial de los detalles de unión y anclajes, pueden significar gran ahorro, aunque implique un aparente derroche de materiales. La coordinación entre diferentes elementos, como los cerramientos y estructura, logrado mediante la simplicidad entre sus uniones, es de especial importancia. Las áreas atípicas, como los paneles de esquina para el revestimiento y los detalles de esquinas para los forjados, necesitan una consideración especial. Con demasiada frecuencia se ignoran estas áreas hasta que la ejecución está en marcha y las soluciones de última hora son caras y poco asumibles.

Los puentes y otras estructuras son mucho menos sensibles que los edificios a las interacciones entre sus componentes estructurales y no estructurales. En el caso de plataformas

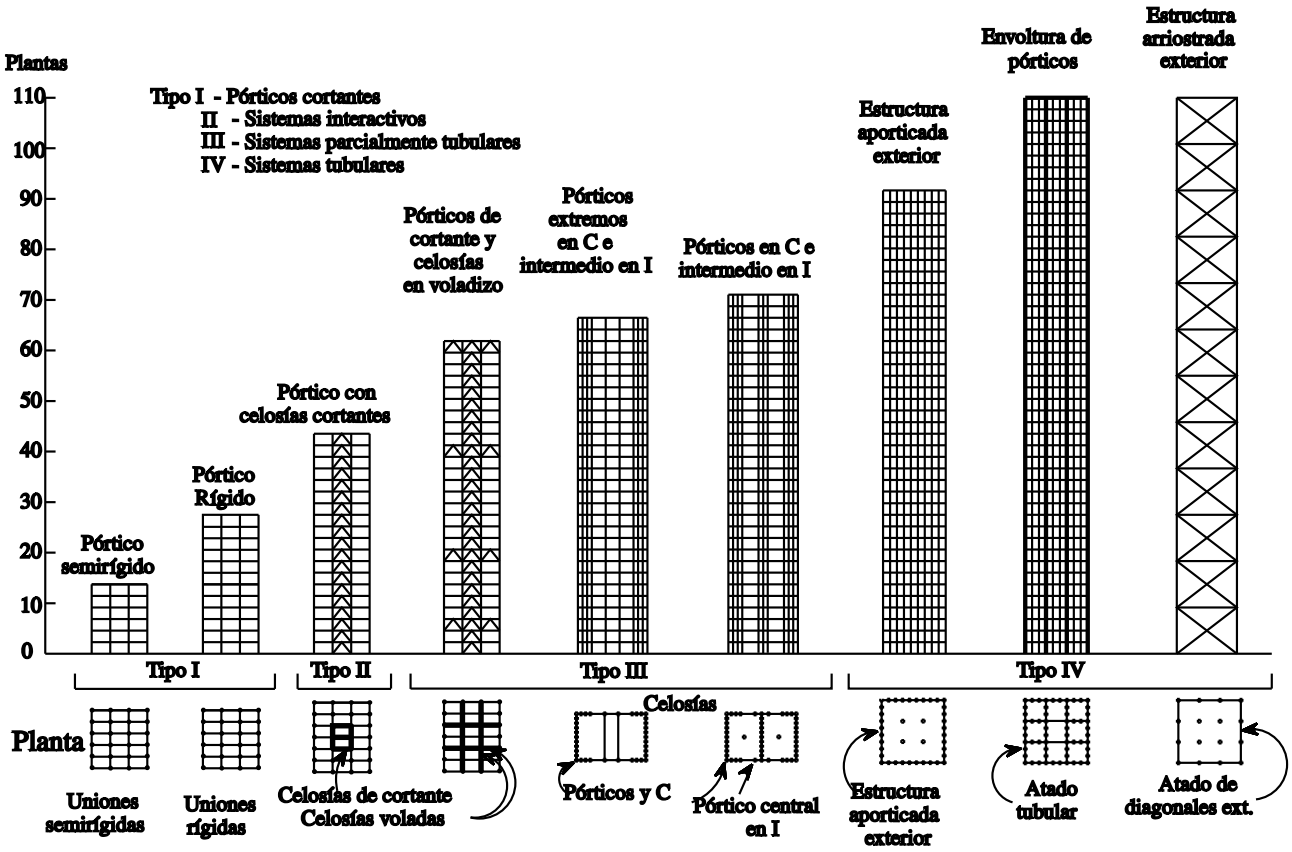


Figura 2 Comparación de sistemas estructurales

petrolíferas, por ejemplo, aspectos tales como la elección de lugares de construcción apropiados, la transparencia de la estructura a las cargas del oleaje, los procedimientos de instalación y puesta a punto, influyen en el coste total.

3.1 Típico desglose de costes e interacciones

Un importante elemento de coste de un edificio de estructura de acero, es la propia estructura. Otros elementos relevantes son las cimentaciones, forjados, cerramientos, acabados exteriores y servicios. Las contribuciones relativas de estas partidas pueden variar considerablemente de un proyecto a otro, pero su participación típica en el coste es del 9% para la estructura de acero y de un 25 a un 35% para cada una de las partidas relativas a cerramientos y servicios. El precio del suelo a veces puede ser tan alto como los costes directos de construcción, en cuyo caso la rapidez de ejecución se convierte en un factor predominante, tal y como se comenta en la sección 3.2.

En los edificios de varias plantas la importancia económica del arriostramientos laterales merece una consideración especial. En las construcciones de poca altura, las estructuras de uniones rígidas suelen ser una solución económica, pero a medida que se incrementa la altura en su conjunto, este sistema va haciéndose demasiado flexible. Los arriostramientos en cruz de San Andrés o en K suelen ser los preferidos a pesar de las posibles restricciones en la distribución interna que puede imponer su situación. Con mayores alturas de edificación, son necesarios sistemas de arriostramiento lateral más sofisticados. Estos sistemas incluyen derivados de pórticos rígidos y arriostramientos en cruz, como pueden ser sistemas con vigas en voladizo, de tubos arriostrados o de pórticos de fachada. En la Figura 2 se muestran estos sistemas junto con indicaciones sobre su correcta utilización según los casos.

Se puede mantener una discusión similar sobre la utilización de pórticos rígidos y simples con respecto a las cargas de gravedad. El típico efecto de la acción de pórtico rígido es la reducción del tamaño de las vigas y el incremento de la sección de las columnas. Se puede afirmar, de forma general, que mientras que el peso total de la estructura de acero es menor en la construcción de tipo rígido, el posible ahorro que esto supondría se ve compensado por un aumento en la complejidad de las uniones. Sin embargo, pueden existir otras consideraciones - reducción en la profundidad estructural, indeseabilidad de arriostramientos (si no se utiliza la acción del pórtico rígido para dar estabilidad lateral) y reducción de flechas al mejorar la rigidez, que deben ser tenidas en cuenta. En grandes luces, el ahorro en material de la cons-

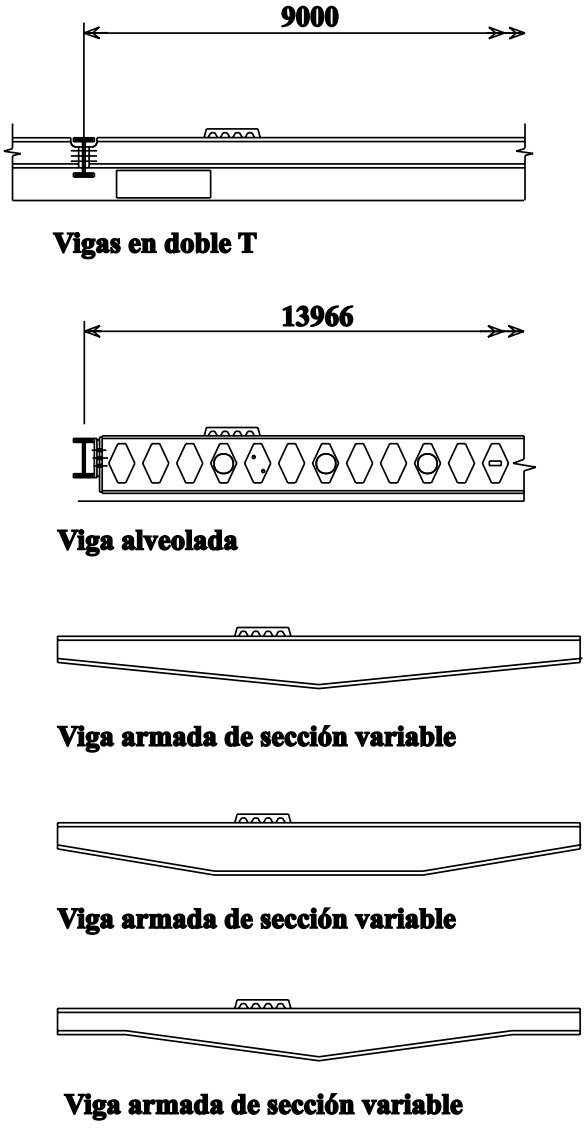


Figura 3a Soluciones alternativas de forjado con vigas

trucción rígida será mayor. El aumento de la rigidez es un factor importante al controlar las flechas, y el ahorro relativo en el peso del acero en las vigas comparado con el peso aumentado de las columnas, se hace más significativo.

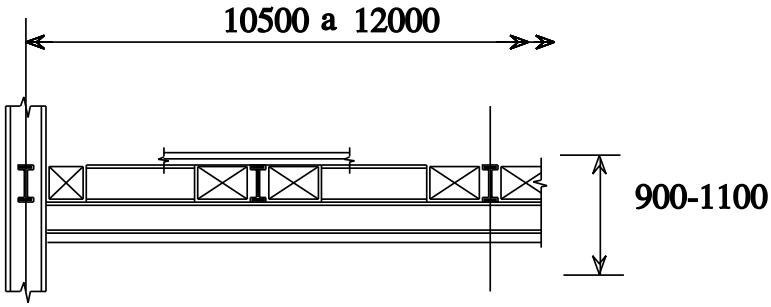
Ventajas importantes de la construcción en acero son la rapidez de ejecución, la posibilidad de prefabricación, y su ligereza. Para maximizar estas ventajas debe seguirse, sin vacilación alguna, el concepto de considerar el edificio como un todo en su conjunto, incluyendo cerramientos, acabado y servicios. Así, por ejemplo, sólo pueden utilizarse cimentaciones menores si la ligereza de la estructura es reflejada en el diseño apropiado de otros componentes del edificio. Este ejemplo enfatiza sobre la necesidad de coordinar el diseño de los servicios, los cerramientos y la estructura y, de acuerdo con este enfoque, sobre la disciplina tendente a conseguir un diseño definitivo desde una primera etapa.

Este enfoque implica que el fabricante de la estructura metálica debería formar parte del equipo de proyecto desde el principio, y supondría la responsabilización de otros miembros del equipo en la evitación de cambios de última hora.

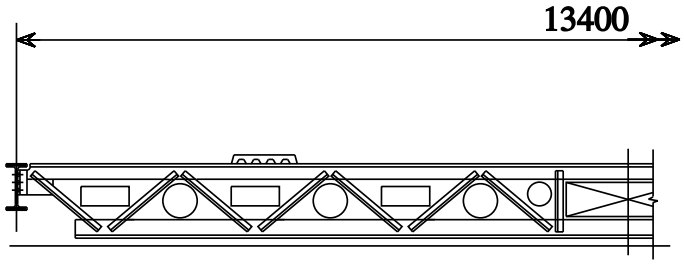
3.2 Rapidez de ejecución

Los costes de financiación de un proyecto son una partida importante. Un elevado precio del suelo y los pagos aplazados al fabricante significarían que el cliente podría tener que obtener un préstamo elevado durante todo el período de ejecución de la obra sin contraprestación alguna procedente de ingresos por renta o utilización del edificio. Un préstamo a un alto interés es un elemento importante en el coste total del proyecto y, en tales circunstancias, la rapidez con que se ejecute el proyecto es un factor extremadamente importante..

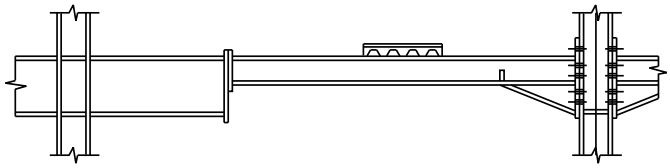
La importancia de la rapidez se ha resaltado en una comparación de los costes de típicos edificios de oficinas con 3, 7 y 10 plantas utilizando tres sistemas diferentes de construcción (estructura de acero y forjado de hormigón prefabricado, estructura de acero y forjado mixto, y hormigón armado). Los programas de construcción y las estimaciones de coste, preparados de



Típica viga parcialmente exenta con 4 huecos para paso de instalaciones.



Típica viga de celosía



(a) Secciones de diferente tamaño

(b) Corte de viga principal

Tipos de cartelas

Figura 3b Soluciones alternativas de forjado con vigas

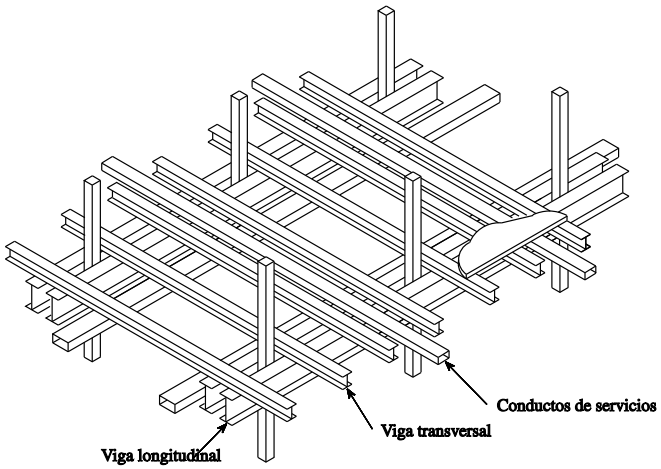


Figura 4 Disposición de forjado con vigas paralelas

forma independiente para cada edificio, mostraban claramente la importancia del tiempo de ejecución. El estudio también demostraba los beneficios del encofrado perdido de acero en el forjado mixto al evitar la necesidad de apuntalamiento temporal o de andamiaje; de las ventajas de la simplicidad; de la necesidad de asegurar que los diferentes instaladores y subcontratistas fuesen capaces de realizar su trabajo conjuntamente en una sola operación; de permitir el fácil acceso a obra mediante la programación de escaleras que se eleven junto con el pórtico, e integrar los trabajos en obra instalando inmediatamente el forjado.

La tendencia a reducir trabajo en obra mediante mayor prefabricación y premontaje ya

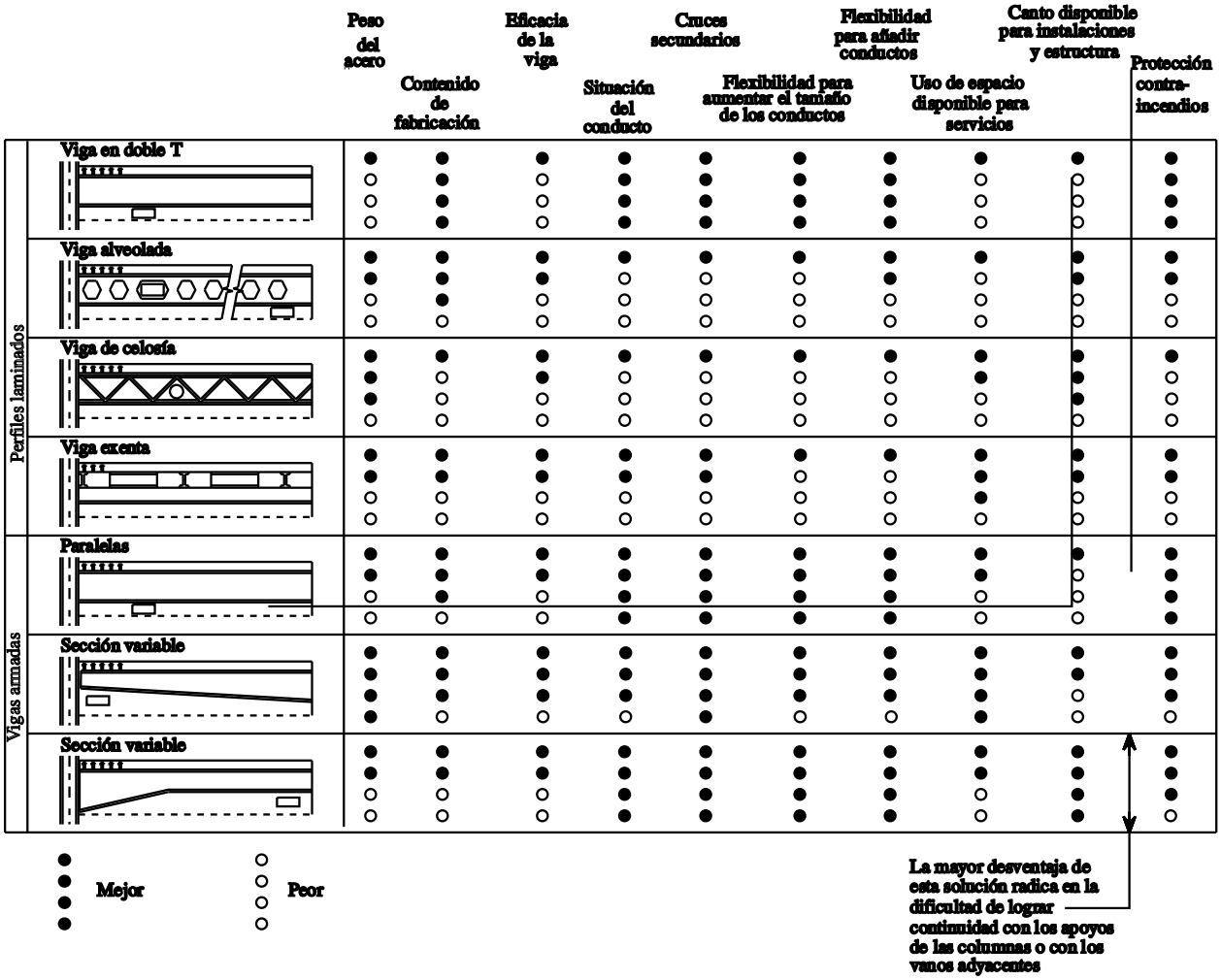


Figura 5 Comparación de comportamiento de forjado

no se limita a la estructura, sino que incluye otros elementos como paneles de revestimiento y módulos de servicios. Aunque aumente la presión en la fase de diseño, toda la prefabricación ayuda a ahorrar tiempo de ejecución; también mejora la calidad, reduce la dependencia de trabajadores especializados en obra y permite rectificar defectos más fácilmente que in situ. El sistema de garantía produce una mayor consciencia y previsión de los futuras necesidades de mantenimiento.

Los cambios de última hora y la tradicional dependencia de la resolución de problemas en obra, pueden, tal vez, ser adecuados para la construcción in situ. Sin embargo, el énfasis de la prefabricación en la construcción moderna presupone que la obra es un taller de ensamblaje donde los componentes deben encajar a la primera y se deben evitar caros retrasos y correcciones.

La solución óptima no es el camino critico sino la construcción rápida. En el primero la fase de construcción se solapa con la fase de diseño y ello implica que la información utilizada no esté completa. Como contraste la construcción rápida no se inicia hasta que todo el diseño está completo, y engloba todas las mejores características de una construcción eficiente.

3.3 Climatología

Cualquier construcción puede verse afectada por una climatología adversa. Los programas de ejecución e incluso los métodos a emplear son organizados, generalmente, teniendo en cuenta este hecho. Por ejemplo, cuando se construyen naves industriales se terminan la estructura y los cerramientos lo antes posible, de forma que las losas de hormigón del forjado fragüen en un medio abrigado y relativamente controlado. Las construcciones de múltiples plantas con forjados de mixtos ofrecen ventajas similares de rápido aislamiento frente a los peores efectos de una adversa meteorología.

Se han desarrollado algunos sistemas de edificación basados en proporcionar una envoltura seca al trabajo de ejecución.

3.4 Servicios, cerramientos y estructura

Las mayores interacciones de costes entre los componentes del edificio son seguramente las que se producen entre los costes de la estructura, servicios principales y cerramientos. El espesor total del forjado incluye estructura (losa y viga) y servicios. Cuanto mayor sea este, mayor será la altura total del edificio, aumentando también el área de cerramientos; incluso en los sistemas simples de cerramiento, habrá un aumento de coste y en el caso de sofisticados sistemas de muro cortina, este incremento será muy alto. En casos extremos, en el que las limitaciones de planificación son especialmente severas con respecto a la altura total del edificio, es posible que la selección un forjado de poco canto pudiera redundar en la inclusión de una planta más de las que se obtendrían empleando un espesor de forjado mayor.

Los servicios que ocupan menor espacio (electricidad, cableado de telecomunicaciones) se pueden alojar en pisos resaltados, en canalizaciones realizadas en los zócalos o embebidas en la losa de hormigón, y tienen poca repercusión en la estructura. Los grandes conductos del sistema de aire acondicionado implican una mayor interacción. Aquí el objetivo es producir una

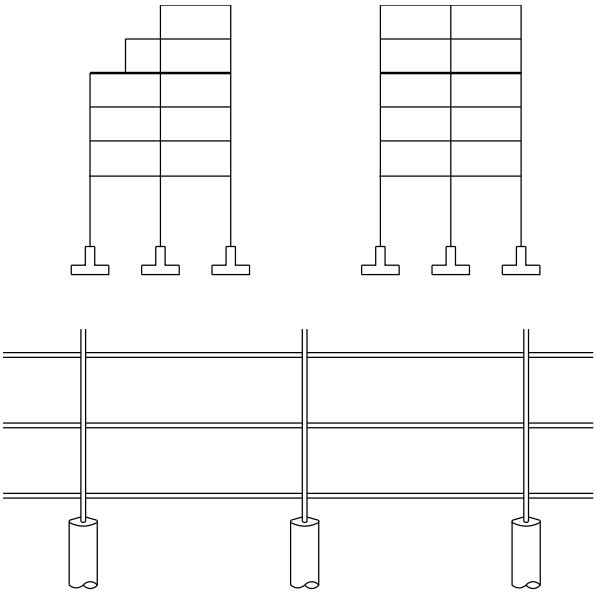


Figura 6 Columnas ampliamente espaciadas sobre cimentaciones pilotadas

estructura de forjado eficiente que pueda acomodar el tamaño requerido de los conductos (incluyendo puntos de cruce), y que también permita la adición o los incrementos de tamaño requeridos como consecuencia de necesidades de servicio.

La posibles soluciones estratégicas son la separación o la integración. La separación da mayor flexibilidad y permite futuros cambios. Permitir que los servicios pasen a través de la estructura puede producir un ahorro en el total del espesor de la construcción, pero la instalación podría ser difícil y causar un posible daño a la pintura y protección anticorrosión. Los posibles futuros cambios pueden verse también comprometidos.

Las formas estructurales que facilitan la instalación de los servicios están especialmente relacionadas con diferentes disposiciones de las vigas. De forma general hay mucho más espacio disponible entre las vigas donde sólo la profundidad de la losa contribuye al espesor del forjado. Las posibles soluciones (Figura 3) incluyen vigas en doble T, vigas alveoladas (aunque con más canto permiten, de forma limitada, una mayor libertad en la ubicación de conductos), vigas de celosía y sistemas de vigas con huecos en los elementos superiores. La disposición de vigas en paralelo, que separa en dos niveles la estructura y los servicios en dos direcciones, ha demostrado ser una buena solución para un gran número de proyectos (Figura 4). Otras posibilidades incluyen varias formas de vigas de canto variable y reforzadas, que se utilizan para optimizar el conjunto de espesor y eficiencia estructural, aunque a costa de mayores costes de fabricación. (Figura 5)

3.5 Cimentaciones

Los costes de cimentación son un factor importante en el conjunto de la economía de la construcción. Para edificios pequeños, en lugares con buenas condiciones de cimentación, son posibles soluciones simples y sencillas. En los lugares donde las cargas de cimentación son grandes o las condiciones del suelo son malas, o ambas cosas a la vez, podrían necesitarse soluciones sofisticadas y caras como el pilotaje, Figura 6. En dichas circunstancias, el peso de la superestructura puede ser crítico y sugerirnos una forma más ligera y probablemente menos eficiente. Por ejemplo, disminuyendo el espacio entre las vigas para reducir el espesor de los forjados y la utilización de hormigón ligero, puede reducir considerablemente las cargas de cimentación. Para una resistencia de carga dada, el acero es el material estructural más ligero.

4. COSTES DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

A nivel de detalle, los costes de la construcción con acero pueden verse afectados por decisiones acerca de la forma precisa de sus elementos, del tipo de acero utilizado y de los sistemas de uniones. Algunas de estas decisiones están influenciadas por la red de distribución comercial de productos siderúrgicos. En el caso de grandes proyectos, el acero puede comprarse directamente al fabricante en la calidad y dimensiones deseadas. El precio de los productos estructurales varía no sólo con el tipo (los tubos son más caros que los perfiles) si no también con el tamaño de la sección, siguiendo una política de precios sin aparente racionalidad. Por ello la elección de la sección con el mínimo peso no garantiza una solución óptima en términos de costes, incluso en el caso de un elemento individual. Los prescriptores suelen tener en cuenta estas políticas de precios.

Los pequeños pedidos no suelen ser aceptados por los fabricantes y, entonces, el acero debe ser comprado a almacenistas. En estos casos sólo suele estar disponible el acero en una gama limitada de calidades y el precio del material se ve incrementado por la comisión del almacenista. Además suelen faltar perfiles de algunas dimensiones, que no suelen ser almacenados, y estos solo se encuentran cantidades limitadas y en calidades comerciales.

Estas consideraciones tienen una clara importancia para el prescriptor.

Cuando se encuentran disponibles en el mercado calidades superiores de acero estas ofrecerán la posibilidad de incrementar la eficiencia de la estructura. Así por ejemplo el acero de alto limite elástico tiene una resistencia de aproximadamente un 25% superior a la del material en calidad comercial y tan solo cuesta del orden de un 10% más. Sin embargo cuando la resistencia no es una condición crítica del diseño, por ejemplo en el caso de vigas para cubrir luces muy grandes en las que el control de la flecha puede ser dominante, el uso de acero de alto límite elástico puede ser sencillamente un dispendio.

Desglose típico de costes de la estructura de un edificio de múltiples plantas:

- Acero 47%
- Protección contra corrosión 5%
- Fabricación 22%
- Montaje 8%
- Protección contra incendios 18%

Claramente optimista, el coste de la estructura (una solución óptima para estructura y construcción consideradas como un todo) depende de la minimización del coste total de todos estos elementos, más que de la optimización independiente de cada uno de ellos: es preciso obtener un equilibrio entre la eficiencia estructural, la simplicidad de construcción y el uso del edificio.

Está claro que es más factible reducir costes de fabricación y de montaje que el coste del propio acero. A este respecto, el trabajo en obra es de la mayor importancia: un ensamblaje más fácil conduce a una economía general en la construcción. El transporte tiene también su importancia, no como partida de costes en si mismo si no como una ayuda a un montaje más eficiente.

4.1 Montaje

El montaje está integrado por una serie de operaciones que se realizan al aire libre, a menudo en condiciones difíciles, y es la conexión esencial de todos los subcontratistas e instaladores que participan en la construcción; en muchas ocasiones, es la parte más importante del proceso de diseño y ejecución de una estructura de acero. Los problemas que pueden surgir en esta fase son caros de rectificar y pueden suponer grandes retrasos en el programa. Problemas aparentemente triviales, como entregas del acero fuera de secuencia, falta de tornillos o accesorios, demoras en artículos menores, duplicidad de movimientos de materiales, errores dimensionales en los elementos, pueden repercutir muy negativamente en la efectividad de la construcción.

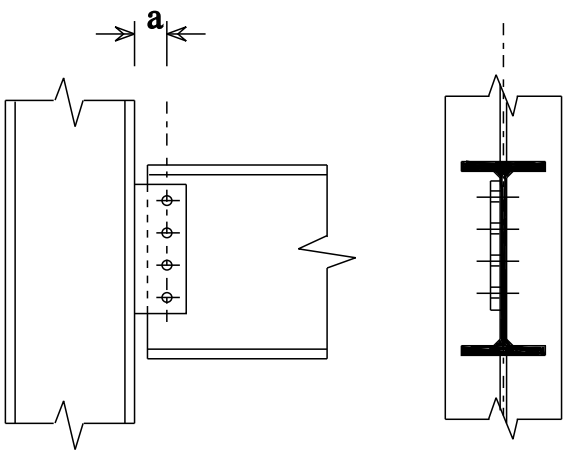


Figura 7 Unión con placa soldada al ala del pilar

Es imprescindible una buena planificación. La preparación de un esquema de montaje es algo que debería realizarse nada más recibir los primeros planos de construcción, previamente a la confección de los planos de detalle por el fabricante. En esta etapa se pueden identificar los materiales a entregar como subconjuntos y definir los arriostramientos temporales cuando sean necesarios. Las uniones para los arriostramientos deben incorporarse a los planos iniciales para evitar una doble manipulación, tanto de planos como de materiales.

Debe preverse la necesidad de un acceso seguro para los montadores. Puede ahorrarse tiempo y reutilizarse los materiales si el andamiaje es estudiado y entregado junto con la estructura, en vez de resolver este capitulo en obra mediante soluciones de compromiso.

Soportes temporales en las vigas mayores, atornillados en taller a los pilares facilitan el montaje. Los planos de montaje deben ser claros, no ambiguos, y completos, incluyendo en cada uno de ellos todos los detalles como el tamaño de los tornillos, pesos de los elementos, existencia de accesorios.

4.2 Fabricación

El tamaño de los componentes individuales está limitado por la capacidad de elevación de las grúas y del transporte. Sin embargo, dentro de estos límites, el principio general es maximizar el trabajo en la etapa de fabricación y minimizar el trabajo en obra, premontando unidades en conjuntos lo más grandes posible.

El diseño de las uniones y su desarrollo con detalles normalizados (no deben ser utilizados nunca tornillos de distintas calidades y de distinto diámetro en el mismo trabajo) simplifican el montaje y minimizan el riesgo de error. Aunque los costes del material y fabricación puedan verse incrementados marginalmente, las economía producidas en obra compensan de sobra cualquier posible incremento. La sencillez y repetición de elementos de la estructura son factores que deben ser tenidos en cuenta durante la fase de diseño; así, por ejemplo, elementos armados, como las vigas de canto variable, resultan más económicos si son fabricados en gran número.

Al diseñar, deben elegirse aquellos detalles que faciliten el montaje en obra. Por ejemplo, deben preferirse las uniones con casquillos (Figura 7) que permiten que las vigas puedan bascular directamente hasta su posición, a aquellas realizadas con cartelas o placas de testa. Deben evitarse en lo posible las uniones rígidas. Cuando fuese necesario, deberá consultarse al montador para que pueda escoger el tipo de detalle.

El montador deberá preparar un programa de embarques que muestre cuándo debe entregarse el acero; cómo debe ser este empaquetado y marcado; cómo colocado sobre el transporte para permitir la óptima descarga y su correcta localización en la estructura del edificio. La falta de un severo control de fabricación hace que a menudo se precise un almacén intermedio en obra con la finalidad de poder cumplir con el programa de montaje. Este procedimiento implica una utilización mayor de espacio de almacenaje, grúas y mano de obra. El programa de montaje en obra debe ser lo que tire de la fabricación, con las entregas programadas de acuerdo con la programación diaria de montaje. Uno de los ejemplos más importantes de una programación de montaje fue la construcción del Empire State Building de Nueva York.

Existe una clara necesidad de una filosofía ingenieril de producción en la oficina de proyectos, en el taller y en obra. Un cuidadoso estudio del proceso de fabricación puede reducir significativamente la mano de obra necesaria. La productividad de los talleres mas eficientes suele ir desde las 2 horas-hombre por tonelada, en el caso de un edificio sencillo de varias plantas, hasta las 20 horas-hombre de promedio en el conjunto de la estructura de acero.

Algunas soluciones estructuralmente eficientes, incluso basadas en la utilización de perfiles laminados pueden no serlo en términos de fabricación. Columnas con secciones más grandes tienen mayor radio de giro y, además, para una aplicación dada, un menor ratio de esbeltez y una mayor resistencia al pandeo; podrían, en consecuencia, aligerarse en comparación con secciones más compactas. Cuando estas secciones son utilizadas en un pórtico rígido, la reducción del espesor de las alas del perfil pueden requerir la utilización de rigidizadores, incrementandose así los costes de fabricación.

El control por ordenador del corte en frío de los perfiles y de las maquinas de punzonado y taladrado, hacen que en el caso de construcciones, de baja a media altura, pueda ser más económico recurrir al atornillado que a la soldadura, ya que esta requiere más horas de trabajo, costes y tiempo. Esto es especialmente cierto cuando en obra se requieran accesos especiales, protección contra las inclemencias del tiempo, inspección o premontaje

La conexión de CAD/CAM y los sistemas de información de la dirección de obra hacen innecesaria la trasmisión de información, ahorrandose así tiempo y eliminandose posibles errores.

4.3 Protección contra la corrosión y contraincendios

El coste de la protección anticorrosión inicial no tiene excesiva influencia sobre la estructura de acero, aunque sí la tiene, y grande, sobre los gastos de explotación y mantenimiento del edificio. La especificación del sistema de protección contra la corrosión adecuada es importante. El acero situado en el interior de un edificio con calefacción no debería necesitar ninguna protección a largo plazo, mientras que el acero expuesto a la intemperie o alojado dentro del revestimiento externo necesitará un alto nivel de protección. Hay disponibles recomendaciones detalladas. Los costes de pintura están en función del área a pintar y los costes de galvanizado en función del peso de la estructura, por lo que esta última será, en el caso de estructuras ligeras, como pueden ser vigas de celosía, la alternativa más atractiva.

Las reglamentaciones relativas a la protección contraincendios permiten ahora métodos de cálculo que demuestran la posibilidad de una reducción e incluso la eliminación de dicha protección. Existen a disposición del proyectista una amplia variedad de sistemas relativamente baratos y ligeros, en cuya selección final influyen el funcionamiento, la apariencia y si la aplicación es mojada o seca. Algunas soluciones estructurales como vigas de forjado fino ofrecen la posibilidad de una adecuada resistencia al incendio sin necesidad de protección. En este caso, aunque el peso del acero sea mayor que para los sistemas convencionales, el resultado en su conjunto puede ser un ahorro. Además, los forjados de pequeño espesor ofrecen una reducción en profundidad estructural y, por lo tanto, son atractivos en términos de colocación de servicios.

5. RESUMEN

1. Evaluar los costes del proyecto de construcción es un asunto complejo y debería incluir todos los aspectos de forma integrada.
2. Se deberían evaluar los costes de toda la vida de una construcción, en vez de centrarse sólo en los costes iniciales de construcción.
3. La realización y la buena planificación son aspectos importantes para minimizar costes.
4. La integración eficiente de partidas estructurales y no estructurales depende de que la información detallada esté disponible en una etapa temprana, lo que es esencial para lograr una construcción eficiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Guías de Protección contra Corrosión de British Steel.

2. Brett, P. Design of Continuous Composite Beams in Buildings; Parallel Beam Approach. The Steel Construction Institute, 1989.

3. Owens, G.W. An Evaluation of Different Solutions for Steel Frames, ECCS International Symposium, “Building in Steel - The Way Ahead”, No: 57 September 1989, pp 6/1 - 6/28.

4. Glover, M.J. Buildability and Services Integration, Ibid.

5. Horridge, J.F. & Morris, L.J. Comparative Costs of Single-Storey Steel Framed Buildings, The Structural Engineer, Vol. 64A, No. 7, July 1986, pp. 177-181.

6. Iyengar, H. High Rise Buildings, ECCS International Symposium, “Building in Steel - The Way Ahead”, No: 57 September 1989, pp 1/1 - 1/30.

7. Copeland, B., Glover, M.J., Hart, A., Haryott, R. & Marshall, S. Designing for Steel, Architects Journal, 24 & 31 August 1983.

8. Hayward, A.C.G. Composite Steel Highway Bridges, Constrado.

9. Customer Led - Construction Led, Steel Construction, Vol 7, No. 1, (BCSA), February 1991.

10. Horridge, J. F. & Morris, L. J., “Comparative Costs of Single Storey Steel Framed Structures”, The Structural Engineer, Vol 64A, No. 7, July 1986.

ESDEP TOMO 1
CONSTRUCCIÓN EN ACERO: FACTORES ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Lección 1.4: El Mercado Europeo de la Construcción

OBJETIVOS/CONTENIDO

Explicar tanto la necesidad como la dificultad de la armonización de la construcción en Europa de acuerdo con el Acta Única Europea.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Ninguno.

LECCIONES AFINES

Ninguna.

RESUMEN

La construcción en Europa constituye una industria compleja e importante. Actualmente los marcos legales, reguladores y contractuales difieren significativamente en el seno de la Comunidad Europea. También existen diferencias considerables en los procedimientos de adjudicación. Se presentan el marco y los plazos para la armonización, subrayando la importancia de la Directiva sobre los Productos de la Construcción (CPD). Se resume el papel y el desarrollo de los Eurocódigos, Normativas Europeas y la Marca CE. Se postulan las implicaciones y el desarrollo futuro de la armonización. El Anexo A ofrece un resumen de las prácticas actuales de algunos de los Estados Miembros.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción en Europa constituye una industria extremadamente compleja que abarca una amplia gama de actividades y profesiones. Se trata del sector que crea más empleo en la Comunidad Europea, ocupando al 6,6% de la población activa y representando el 9,1% del producto interior bruto (PIB) en 1985, año en el que se llevó a cabo el último estudio.

Los principales agentes de esta actividad son las administraciones públicas, tanto estatales como autonómicas y locales, clientes privados, contratistas, subcontratistas especializados, profesionales de los servicios técnicos y de diseño, consultores, fabricantes de materiales para la construcción y especialistas del sector financiero involucrados tanto en la construcción como en la propiedad.

La forma de operar estos agentes así como los controles y procedimientos que utilizan, varían considerablemente en el seno de la Comunidad Europea, según indica un completo estudio encargado por la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC)[1]. Este estudio se originó como respuesta a una resolución que urgía a la homologación de contratos y controles en la industria de la construcción, y a la armonización de las responsabilidades y normativas para la regulación posventa del sector de la vivienda; posteriormente se amplió con el fin de abarcar la construcción de todo tipo de edificios.

Es un hecho ampliamente reconocido que la construcción plantea el mayor desafío para la armonización europea. La Comisión decidió emprender en primer lugar esta difícil tarea. El éxito de la armonización de la industria de la construcción constituye un paso importante hacia los objetivos del Acta Única Europea del Mercado Común. Con miras a la armonización se ha desarrollado una terminología especial. Se asignan a las palabras significados especiales que pueden tener su importancia en el campo jurídico. Debido a esta razón, en el Anexo A se ofrece un glosario de términos.

1 Mathurin, C. Controls, Contracts, Responsibilities and Insurance in Construction in the European Community, Commission of the European Communities, 1988.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Se examinó la Actividad de la Construcción en Europa y se constató que la mayor parte de los estados miembros estaban a favor de la existencia de controles y procedimientos armonizados[1]. Muchos de estos estados también deseaban unas definiciones más precisas de las responsabilidades y obligaciones de las partes participantes.

El informe reveló la existencia de un apoyo generalizado al aumento del número de medidas de protección de los usuarios del producto final mediante sistemas de seguros. Este descubrimiento es coherente con los objetivos del Acta Única Europea, que no se limitan únicamente al establecimiento de un mercado liberalizado para el comercio de bienes y servicios, sino que persigue también la mejora de la salud, de la seguridad y de la protección del consumidor y del medio ambiente en el seno de la Comunidad.

En el Anexo B se ofrecen hojas informativas que contienen detalles relativos a los métodos de adjudicación, tipo de contratos, controles y responsabilidades utilizados actualmente en los diferentes estados miembros. Con el fin de lograr la armonización adecuada de estos métodos, el informe incluyó una lista de 14 “elementos” que es necesario considerar en todas las reglas comunes de la Comunidad[1]. Estos elementos incluían:

1. La definición del papel del cliente y de la labor del ingeniero
2. Responsabilidad según los términos contractuales
3. Seguros (para la responsabilidad profesional)
4. Cualificaciones de los fabricantes
5. Especificaciones y códigos de diseño
6. Inspecciones externas
7. Criterios de aceptación
8. Documentos contractuales
9. Licitaciones

Actualmente la Comunidad ya reconoce las cualificaciones profesionales de sus miembros bajo las provisiones del Tratado de Roma. No obstante, existen grandes diferencias entre los estados miembros en lo relativo a la duración de las carreras universitarias y al grado de experiencia práctica necesaria para tener la cualificación profesional de ingeniero. Por otra parte, los requisitos para los arquitectos presentan una menor diversidad y ésta podría ser la primera profesión de la Actividad de Construcción que se armonizara plenamente.

1 Mathurin, C. Controls, Contracts, Responsibilities and Insurance in Construction in the European Community, Commission of the European Communities, 1988.

3. MARCO LEGISLATIVO Y PLAZOS PARA LA ARMONIZACIÓN

El Parlamento Europeo es el máximo órgano legislativo. Debate toda la legislación y tiene competencias para enmendar o añadir detalles adicionales a las propuestas legislativas. Una proposición típica ha de pasar por las siguientes etapas:

1. Uno de los 25 Directorados Generales de la Comisión (CEC), o alguno de sus subdepartamentos, responsable de ese área de política (por ejemplo el DG III, responsable del Mercado Interno y de Asuntos Industriales) redactará la propuesta legislativa.

2. El Consejo de Ministros aprueba la propuesta, para lo cual es suficiente, por lo general, una mayoría simple.

3. El Parlamento Europeo debate la proposición.

4. Tras la inclusión de las enmiendas o adiciones resultado del debate, el Consejo de Ministros aprueba el texto definitivo de la ley.

5. La Comisión impulsa la legislación mediante directivas, adoptadas por los estados miembros a través de leyes emanadas de sus parlamentos nacionales, y de reglamentos, recomendaciones, directrices y normativas asociadas. Este procedimiento garantiza la soberanía legislativa de los estados miembros de la UE.

La forma en que la Comisión impulsa la supresión de barreras técnicas al libre comercio fue tratada por el Parlamento Europeo mediante la Resolución de “Nuevo Acercamiento” (New Approach). Esta resolución se concibió con el fin de acelerar la consecución del Mercado Único Europeo y consiste en un marco de directivas que cubren únicamente principios generales. Este enfoque permite que los estados miembros disfruten de libertad para utilizar sus propias tradiciones de fabricación y de diseño, que a veces son producto de una práctica de siglos.

La directiva más importante de entre las que afectan a la actividad de construcción es la Directiva sobre los Productos de Construcción. Se concibió de acuerdo con la Resolución del Nuevo Acercamiento y se aplica a los productos de construcción que han de utilizarse permanentemente en edificios o en obras de ingeniería civil. Se considera que un producto es apto para la utilización y puede llevar la marca CE si se ajusta a esta Directiva.

Un producto cumple con la Nueva Directiva cuando está en conformidad con una normativa armonizada o, en ausencia de esta, con las “Aprobaciones Técnicas Europeas “(ETA).

Las directrices y normativas armonizadas para establecer las Aprobaciones Técnicas Europeas se iniciaron por mandato al Comité Europeo para la Normalización (CEN) del Comité Permanente de la Comisión para la Construcción (SCC). Pueden ir acompañados por documentos interpretativos con el fin de facilitar la preparación de las normativas. Es en esta etapa en la que se establecen los primeros requisitos técnicos detallados. La preparación de las normativas homologadas recae sobre el Comité Europeo para la Normalización (CEN). La producción de normativas por parte de este comité se efectúa de acuerdo con la siguiente estructura:

La Comisión de las Comunidades Europeas (CEC) emite mandatos para la preparación de normativas al Comité Europeo para la Normalización (CEN). La Junta Técnica del CEN (responsable del control del programa de normativas y que incluye delegaciones de los miembros del CEN, es decir, las organizaciones de normativas naturales) establece Comités Técnicos (TC) (creados para la preparación de normativas y que incluyen representantes de los miembros del CEN que cuentan con la experiencia técnica pertinente) y Grupos de Trabajo Técnicos (TWG) (creados para efectuar tareas específicas a corto plazo para el comité y que

pueden incluir representantes de los fabricantes de productos, asociaciones comerciales y autoridades regulatorias).

En la tabla 1 se ofrece un resumen de los plazos para el proceso de armonización, así como los pasos legales clave.

Fecha	Acontecimiento	Objetivo/Resultado
1957	Tratado de Roma.	Creación de la CEE.
26.07.71	Directiva sobre Obras Públicas.	Coordinación de los procedimientos para la adjudicación de contratos de obras públicas.
07.05.85	Nuevo Enfoque hacia las Normativas y Armonización Técnica.	Propuestas para acelerar la implementación del Mercado Único Europeo.
10.07.85	Directiva sobre Arquitectos.	Reconocimiento mutuo de títulos.
01.07.87	Acta Única Europea.	Eliminación de las barreras internas para la actividad comercial. Introducción del voto mayoritario.
01.10.88	Resolución a favor de la Homologación de la Industria de la Construcción.	Homologación de contratos y controles. Armonización de responsabilidades y de las normativas que regulan las garantías.
21.12.88	Directiva sobre los Productos de la Construcción. (CPD)	Eliminación de las barreras técnicas para el comercio. Requisitos esenciales para establecer la seguridad de la utilización.
12.07.89	Directiva de la Seguridad en el Trabajo.	Promoción de la mejora de la salud y la seguridad en el trabajo.
18.07.89	Directiva sobre Obras Públicas.	Enmienda a la Directiva de 1971.
21.10.89	Pruebas y Certificación.	Regulaciones y Organismos Aprobados.
27.07.91	Entrada en vigor de la CPD.	Implementación por parte de los estados miembros.
31.12.92	Fecha límite para el Mercado Único Europeo.	

Tabla 1 Plazos para la armonización

4. EL PAPEL Y EL DESARROLLO DE LOS EUROCÓDIGOS

Los Eurocódigos y sus normas asociadas proporcionan un marco para el desarrollo de la Directiva sobre Productos de Construcción y la obtención de la marca CE. Esta es la razón que explica su introducción urgente y su condición de ENV.

Los Eurocódigos sólo obtendrán condición EN plena tras un período de utilización de prueba en los estados miembros y se incorporen los comentarios realizados a través del Comité Técnico. Todavía no se ha establecido el plazo para la publicación de los Eurocódigos como EN, pero es probable que los más importantes obtengan la condición EN antes de 1998.

El desarrollo de las Normas Europeas se producirá en un plazo similar. Mientras tanto, es posible encontrar Guías Provisionales en los Anexos de los Eurocódigos principales, como, por ejemplo, el Anexo T del Eurocódigo 3: Fabricación de Estructuras de Acero: Guía Provisional.

Durante la fase ENV, el objetivo consiste en la difusión y desarrollo de los Eurocódigos por parte de los estados miembros mediante los Documentos de Aplicación Nacional. Estos documentos proporcionan los valores de los coeficientes de seguridad aplicables en cada estado e incorporan los requisitos específicos del material. Por ejemplo:

- En el Reino Unido se mantienen los requisitos para proporcionar unos tirantes mínimos que aseguren la integridad estructural adecuada y la resistencia frente a daños causados por accidentes.

- En Francia existen ciertas aclaraciones relativas a la aplicación detallada de las reglas para el cálculo de la acción semirrígida de las uniones.

Los Eurocódigos son en el presente las mejores bases de diseño disponibles en Europa, ofrecen la oportunidad de reemplazar y mejorar las prácticas tradicionales y, por lo tanto, deben mejorar los aspectos económicos de la construcción en su conjunto y ofrecer una fiabilidad y seguridad superiores.

5. EL SELLO CE

El sello CE puede utilizarse en los productos que cumplan con las Normas Europeas, o en ausencia de ellas, con las Aprobaciones Técnicas Europeas como prueba del cumplimiento de la Directiva sobre los Productos de la Construcción (DPC). Su objetivo consiste en asegurar la compatibilidad entre el proyecto, procedimientos de ejecución y productos. Durante la etapa de transición, previa a la plena armonización de las normativas, ciertos reglamentos técnicos reconocidos por la Comunidad mantienen su vigencia. En casos excepcionales resulta aceptable la certificación de conformidad por parte de un organismo aprobado o una declaración de conformidad por parte del fabricante (siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones y se produzca la participación de organismos independientes aprobados en los ensayos).

La utilización de la marca CE implica el cumplimiento de los requisitos esenciales del DPC relativos a:

1. resistencia mecánica y estabilidad
2. seguridad en caso de incendio
3. salud, higiene y el medio ambiente
4. seguridad de la utilización
5. protección acústica
6. ahorro de energía y conservación del calor

La utilización de la marca CE no constituye una garantía de rendimiento, sino tan sólo del cumplimiento mínimo aceptable de los requisitos esenciales indicados en el párrafo anterior. En comparación con otras marcas de calidad, es muy posible que se trate más bien de rebajar el nivel para garantizar el cumplimiento del nivel inferior de calidad que resulta aceptable y seguro. Por lo tanto, es probable que otras marcas de calidad, en particular las que están relacionadas con el rendimiento más allá de los requisitos esenciales, sigan vigentes en Europa. No obstante, se espera conseguir que la situación quede lo bastante clara como para que el comprador individual sea capaz de sopesar la calidad frente al precio en el caso de un producto o estructura concretos.

6. EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL MERCADO ÚNICO EUROPEO

El énfasis puesto sobre la calidad, incluso en el nivel de mínimos aceptables que implica la marca CE, confiere prioridad a los demandas y deseos de los propietarios de edificios y a los de sus ocupantes. En el caso del proyectista y del constructor es probable que este énfasis provoque el desarrollo de garantías mínimas y de provisiones asociadas en caso de daños. Cabe la posibilidad de que se desarrollen primas de seguros diferenciales que favorezcan a los fabricantes más acreditados y ofrezcan unos beneficios más tangibles producto de la calidad. En el caso de los propietarios existirán responsabilidades relativas al "juego limpio" con respecto tanto a sus fabricantes, durante la construcción, como a sus inquilinos durante la vida útil del edificio.

La armonización de las normativas implica unos mercados potenciales mayores y un incremento de las oportunidades para las economías de escala. El mercado debería verse aliviado como resultado de la simplificaciones realizadas en la certificación, documentación y administración. Las normativas mínimas implican una mejor protección del consumidor que debería traducirse en una mayor confianza de éste; este hecho debería constituir un estímulo directo a la inversión.

Resulta obvio que los mayores formalismos en la construcción regulada y homologada originen algunos problemas, especialmente para las empresas pequeñas y medianas. En términos generales, el coste de partida en la construcción con acero aumentará debido a la necesidad de adaptación a la normativa europea previamente a la comercialización. Para beneficio del propietario y del usuario, resultará más difícil eludir las normativas relativas a productos o seguridad de ejecución.

Podría existir la preocupación de que la introducción de una construcción armonizada provocase una reducción de la gama e individualidad de la construcción. Pero en realidad todas las regulaciones son de carácter tan general que no es probable que inhiban la individualidad o la innovación de alguna. Lo que sí puede ocurrir es que el establecimiento de una base común para la concepción de la construcción facilite la importación y exportación de formas de construcción. Así pues, las únicas formas de construcción individuales amenazadas son las que resultan inherentemente poco económicas y merecen extinguirse como resultado de las presiones de tipo comercial.

7. RESUMEN FINAL

1. La construcción es en Europa una actividad compleja e importante, que representa el 9% del PIB europeo.
2. La armonización de la construcción europea constituye una parte importante, aunque difícil, del establecimiento del Mercado Único Europeo.
3. Actualmente existen diferencias significativas entre los marcos técnicos, jurídicos, reguladores y contractuales de los estados miembros.
4. El Acta Única Europea de 1987 y el desarrollo de la Directiva sobre los Productos de Construcción de 1991 constituyeron pasos importantes para la creación del Mercado Único Europeo.
5. Los Eurocódigos y sus Normativas Europeas asociadas proporcionan el marco para la implementación de la DPC y la obtención de la marca CE.
6. Se espera que el mercado de la construcción armonizado produzca una mejora de los niveles mínimos de calidad y contribuyan a la expansión de las mejores prácticas de la construcción en Europa.

ANEXO A: CUESTIONARIO: ADJUDICACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EUROPA

En este cuestionario están representados los siguientes países:

Austria
Bélgica
Finlandia
Francia
Alemania
Grecia
Irlanda
Italia
Luxemburgo
España
Suecia
Reino Unido

AUSTRIA

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales las Normativas Técnicas son completas y coherentes. Es posible que, en ocasiones, los requisitos para la certificación y las marcas de calidad impliquen procedimientos costosos.

Existe un marco adecuado para la planificación y el control del mantenimiento de las estructuras durante su vida útil.

2. CONTROLES

Los reglamentos urbanos están estrictamente controlados. En ocasiones, la obtención de los permisos puede significar prolongados retrasos de la construcción.

En ciertos casos, las normativas técnicas de construcción nacionales se establecen mediante ley federal; por ejemplo ONORM y otras normas y directrices preparadas por organizaciones como OIAV, OSTV,

Existen diferentes reglamentaciones de edificación, “Bauordnungen”, en los distintos Bundesländer austríacos y en algunas ciudades concretas, que cubren los reglamentos administrativos y la ejecución de la construcción. Estas normas contienen además especiales directivas adicionales para ciertos tipos de construcciones como escuelas, almacenes, aparcamientos, teatros, etc, así como para algunos supuestos, como por ejemplo incendios.

Además de las normas especiales obligatorias aplicables al suministro de energía, protección del medio ambiente, servicios técnicos y mecánicos y montajes, existen directrices industriales cuyo cumplimiento tan sólo es necesario cuando así se acuerda contractualmente.

En los casos en los que la utilización de los materiales y componentes no está generalizada es necesario contar con la aprobación del gobierno del Bundesland o con marcas que acrediten ensayos. Además, en el caso de algunos materiales y componentes destinados a incorporarse a estructuras permanentes, es necesario obtener una garantía formal de calidad. La aprobación gubernamental, las marcas de pruebas y la garantía de calidad han de ser efectuadas por organizaciones autorizadas tales como institutos técnicos, ingenieros consultores, etc.

3. CONTRATOS

3.1 Generalidades

La redacción de los contratos del sector público siempre adopta formas especificadas. En el sector privado resulta habitual efectuar modificaciones sobre estas formas homologadas. La forma homologada más importante está regulada en la ONORM A 2050 y en normativas subsiguientes. La regulación de los edificios de varias plantas se

basa en la LB-H “Leistungsbeschreibung Hochbau”.

La cualificación previa se adopta, únicamente en el caso de proyectos de gran magnitud, complejidad o carácter inusual, con el fin de comprobar la capacidad y conocimientos técnicos de los fabricantes. Este procedimiento se utiliza en conjunción con los métodos de licitación restringida.

3.2 Formas de Contratos

(a) ***Contrato por Precio Unitario***

Los contratos por precio unitario exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas y una medición de la obra. Las cantidades fijas se definen para todas las partidas de la estimación.

(b) ***Contrato por Precio Alzado Global***

Los contratos por precio alzado global exigen una descripción general de las obras que incluya un programa de ejecución. Este tipo de contrato se utiliza con el fin de dar con la mejor solución técnica, económica y funcional.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

La separación entre el Proyecto y la Construcción resulta habitual

(a) ***Contratación Individual***

El cliente firma contratos independientes con el proyectista y con varios fabricantes globales con el fin de delimitar las responsabilidades por el proyecto y por la construcción.

(b) ***Contratación General***

(i) El cliente organiza por separado el proyecto y la construcción. El fabricante general es el responsable de la ejecución de la totalidad de los trabajos incluidos en las obras y además efectúa las partes más importantes de éstas. También asigna los paquetes individuales a los subcontratistas. En ocasiones el proyecto detallado es responsabilidad del fabricante general.

(ii) Construcción de “Proyecto y Ejecución”: el fabricante general se hace cargo de la responsabilidad del proyecto y de la construcción en su totalidad. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras.

(c) ***Contratación de la Administración***

El fabricante de la administración se hace cargo de la responsabilidad de todas las tareas del proyecto y de la ejecución, aunque no efectúa ningún trabajo directamente. Son una serie de fabricantes, ligados contractualmente al fabricante de la administración, los que lo hacen.

En Austria, los tipos más habituales son el (a) y el (b i).

5. RESPONSABILIDADES

Existe una clara división de las responsabilidades.

El cliente es el responsable de la adjudicación del contrato, haciéndose cargo de la obra una vez finalizada y los pagos.

El arquitecto o el maestro de obras (“Baumeister”) es responsable del proyecto previo, del proyecto y planos detallados, de la obtención de los permisos de ordenación, de la preparación de las mediciones de la obra, de la licitación y de la gestión en obra, incluyendo la vigilancia técnica y arquitectónica. Sobre él recae la responsabilidad principal en lo relativo a calidad, seguridad y cumplimiento de la ley.

Los ingenieros consultores son responsables de la información técnica en sus campos de especialización, como, por ejemplo, proyecto estructural, etc. Sus responsabilidades incluyen el proyecto detallado, planos, licitación y vigilancia.

El fabricante es responsable ante el cliente de la ejecución de la obra, de las garantías, del cumplimiento de los plazos y de algunos aspectos del proyecto detallado y de los planos de taller.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

La práctica de contratar un seguro contra daños durante la ejecución no está extendida. No obstante, los arquitectos y los ingenieros consultores están obligados a contratar un seguro profesional.

Normalmente, al concluirse la obra, al cliente se le ofrece una garantía de tres a cinco años. Los defectos graves pueden reclamarse durante un plazo de 35 años.

7. MEJORAS FUTURAS

El principal objetivo de Austria debe ser la unificación de las diferentes leyes sobre construcción.

BÉLGICA

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales las Normativas Técnicas son completas y coherentes. No obstante, en ocasiones se exige el cumplimiento de otros requisitos para la certificación y los sellos de calidad. No siempre se actualizan las especificaciones con la frecuencia que sería deseable.

2. CONTROLES

En ocasiones el procedimiento para la obtención de las licencias de construcción puede suponer prolongados retrasos de la obra.

Las normativas de construcción nacionales, por ejemplo NBN, EN, ENV y las directrices redactadas por organizaciones como CSTC y Consenso Técnico (Union Belge pour l'Agrement technique dans la Construction) han de respetarse.

En el caso de algunos edificios han de cumplirse ciertos requisitos especiales relativos a la seguridad de los trabajadores.

En ciertos casos puede resultar necesaria la realización de pruebas por parte de las autoridades regionales (pruebas Charpy, de soldaduras...).

3. CONTRATOS

3.1 Sector Público

Los contratos del sector público siempre adoptan formas homologadas específicas como, por ejemplo, "Cahier special des charges" (Condiciones especiales de contrato).

Existen 5 procedimientos de licitación:

- licitación abierta: el contrato se adjudica al fabricante que ofrezca el precio más reducido. La licitación está abierta a todos los fabricantes certificados para el tipo de construcción en cuestión.

- licitación restringida: el procedimiento es igual al de la licitación abierta aunque, no obstante, se reserva para un número limitado de fabricantes seleccionados.

- convocatoria general de licitación: el contrato se adjudica a la mejor oferta en términos de precio, solución técnica propuesta y solidez financiera del fabricante.

- convocatoria restringida de licitación: el procedimiento es igual al de la convocatoria general de licitación aunque, no obstante, se reserva para un número limitado de fabricantes seleccionados

- por mutuo acuerdo: el contrato se adjudica a un fabricante al que se solicita la presentación de una oferta. Este procedimiento tan sólo se utiliza en un número de casos limitado y constituye una excepción.

3.2 Sector Privado

En el sector privado la forma de contrato homologada principal es la "Cahier des charges" (condiciones del contrato).

3.3 Formas de contratos

(a) ***Contrato por precio unitario***

Los contratos de precio unitario exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas y una medición de la obra. Los precios fijos se definen para todas las partidas de la estimación. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el cliente.

(b) ***Contrato por precio alzado global***

Los contratos por precio alzado global exigen una descripción general de las obras que incluya un programa de construcción. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el fabricante. Normalmente, este tipo de contractos los utilizan los fabricantes generales para los proyectos "llave en mano" con el fin de encontrar la mejor solución técnica, económica y funcional.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) ***Contratación individual***

El cliente firma contratos independientes con el proyectista y con varios fabricantes globales. Las responsabilidades del proyecto y de la construcción son independientes.

(b) ***Contratación general***

Normalmente los contratos son por precio global y precio fijo.

El fabricante general se hace cargo de la responsabilidad del proyecto y de la construcción en su totalidad. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas, pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras.

(c) ***Contratación del administrador del proyecto***

El Administrador del proyecto asume la responsabilidad del proyecto y de las obras de construcción en su totalidad, pero no toma parte directamente en ninguna parte de las obras. Los trabajos los efectúan una serie de fabricantes ligados contractualmente al administrador del proyecto que actúa en representación del cliente. En ocasiones estos contratos se realizan sobre un porcentaje del coste global.

Las formas de contrato más frecuentes son la (a) y (b).

5. RESPONSABILIDADES

5.1 Fabricantes

(a) ***Responsabilidad previa a la aceptación ("recepción")***

Todos los fabricantes están sometidos a los principios de la responsabilidad contractual contenidos en la legislación ordinaria.

Ejemplo: terminación de la ejecución antes de la fecha límite contractual.

(b) ***Responsabilidad tras la aceptación***

El fabricante es responsable de:

- Responsabilidad decenal

  El Código Civil contempla una responsabilidad especial de 10 años de duración (tan sólo en lo relativo a aspectos de estabilidad).

  Esta responsabilidad tiene carácter de política de interés público, lo que significa que está prohibido atenuarla mediante cláusulas convencionales.

- Los denominados defectos latentes, considerados de menor importancia, no

descubiertos cuando se procedió a la aceptación. Los defectos incluidos en esta categoría son aquellos que no afectan a la estabilidad de los edificios o a su construcción.

Esta responsabilidad no constituye una política de interés público.

Las condiciones de la responsabilidad son las siguientes:

- debe existir un contrato que haga referencia a la "gros oeuvre".
- debe indicarse un defecto grave que afecte a la solidez o a la estabilidad del edificio.

5.2 Arquitectos

Los arquitectos están sujetos tanto a las responsabilidades fijadas por la legislación ordinaria aplicable a los contratistas como a la responsabilidad decenal.

No son responsables de las tareas asignadas a una oficina de proyectos especializada (concepción de la construcción y planificación que supere su cualificación normal) excepto en lo relativo a la incorporación de estos proyectos al plan en su totalidad.

5.3 Reparto de las responsabilidades

El arquitecto es el director del proyecto, la persona a cargo de la realización del proyecto del edificio. En principio, cualquier defecto del proyecto es, por lo tanto, responsabilidad exclusiva de éste.

El fabricante es responsable de todos los defectos que surjan como resultado de la implementación de los planes proyectados por el arquitecto, o de los defectos relacionados con la ejecución del proyecto de construcción.

5.4 Subcontratación

Los arquitectos y fabricantes tan sólo son responsables ante la autoridad de contratación en lo relativo a cualquier error en el que incurrieran sus subcontratistas.

Los subcontratistas tan sólo son responsables ante la autoridad de contratación en caso de que existiera una relación contractual entre ellos.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

Normalmente los arquitectos y los fabricantes suscriben una póliza de seguros diseñada para cubrir sus compromisos en lo relativo a la responsabilidad decenal. Además, los fabricantes tienen la obligación de suscribir un seguro de responsabilidad civil que cubra los "riesgos de empresa".

En el caso de proyectos de construcción realizados en nombre del estado y en el de la mayoría de los proyectos importantes, la autoridad contratante especifica en su oferta de contratación que habrán de suscribirse dos pólizas adicionales:

- Una póliza de seguros "a todo riesgo en el emplazamiento de las obras" que cubra todos los riesgos inherentes en este tipo de trabajos. Incluye:
- compensación económica por los daños ocasionados a la propiedad asegurada
- responsabilidad civil hacia terceras partes
- desperfectos en las proximidades, es decir, los daños sufridos por edificios adyacentes

Este seguro entra en efecto al comienzo de la ejecución y finaliza una vez ocupado el edificio o producida la recepción provisional.

Normalmente lo suscribe el fabricante general en su nombre o en el de los subcontratistas. No obstante, también puede ser sus-

crito por la autoridad contratante o por el promotor.

- El llamado “seguro de responsabilidad civil e inspecciones” que garantiza la compensación en el supuesto de producirse daños en el edificio antes de concluir el período de diez años posterior a la recepción del mismo, independientemente de quién sea el suscriptor de la póliza (fabricante, subcontratistas, arquitectos, ingenieros, autoridades contratantes).

La garantía del seguro de responsabilidad civil e inspecciones tan sólo puede implementarse a condición de que las obras de construcción objeto de las garantías puedan ser inspeccionadas por un organismo independiente - SECO Bureau - a cargo de la inspección del proyecto y de la ejecución de las obras.

FINLANDIA

1. INTRODUCCIÓN

Aunque los procedimientos contractuales se establecieron hace mucho tiempo, su importancia relativa está cambiando. Los acuerdos sobre la gestión de la construcción están adquiriendo una popularidad cada vez mayor y se está introduciendo la adjudicación por unidad de sistema como método de adjudicación.

Se está produciendo un cambio en la política relativa a la aprobación de productos. Se están aboliendo las reglas que exigían la aprobación por parte de un organismo específico como preparación para el Acuerdo del Espacio Económico Europeo. Aunque este fenómeno resulta especialmente evidente en el sector de los electrodomésticos, también puede observarse en muchos otros.

2. CONTROLES

Todos los edificios necesitan una licencia de construcción admitida por las autoridades locales antes de que se pueda proceder a su construcción. Las autoridades locales comprueban que el edificio esté proyectado de acuerdo con los reglamentos técnicos y de reglamentación urbana válidos. El nivel superior del reglamento se incorpora jerárquicamente en la Ley y Reglamentos de Construcción, que cubren las normas tanto técnicas como de ordenación urbana.

Los reglamentos técnicos están contenidos en el Reglamento de Construcción Nacional, publicado por el Ministerio de Medioambiente. El Reglamento de Construcción incluye dos tipos de reglamentos: requisitos obligatorios y directrices, que ofrecen una solución aprobada para un problema específico. En la práctica, el cumplimiento de las directrices es semiobligatorio, ya que puede resultar difícil convencer a las autoridades locales de que aprueben una solución que no aparece reflejada en las directrices, a pesar de que tienen el derecho a hacerlo si la solución satisface los requisitos obligatorios.

Varios ministerios y Juntas Nacionales (por ejemplo la Junta Nacional para la Vivienda) disponen de sus propias reglas técnicas aplicables a tipos especiales de edificios (viviendas, hoteles, etc.). No obstante, se están aboliendo estas reglas y todos los reglamentos técnicos se proporcionarán en el Reglamento de Construcción Nacional.

Las directrices contenidas en el Reglamento de Construcción no proporcionan una guía para todos los problemas que se presentan en la construcción. En estos casos resulta habitual consultar las recomendaciones publicadas por varias organizaciones industriales o las normativas de la SFS, la organización finlandesa para la preparación de normativas.

Las autoridades locales también tienen competencias para implantar reglas locales además de los reglamentos de ámbito nacional. En su mayor parte las reglas locales cubren aspectos relacionados con la ordenación urbana: la

arquitectura de los edificios, el tamaño del emplazamiento de la construcción, el tratamiento de las aguas residuales, la protección contra incendios, etc. En muchas ciudades importantes los planes de ordenación urbana se han quedado desfasados, lo que ha supuesto un obstáculo para la construcción en estas áreas.

El Reglamento de Construcción especifica normativas (normativas SFS) para varios productos cuyo cumplimiento es obligatorio para conseguir la aprobación. Entre estos materiales se encuentran, por ejemplo, los utilizados para el aislamiento térmico y para la protección contra incendios. Las directrices también especifican sistemas de control de calidad para el acero, hormigón y estructuras de madera encolada. El productor debe ser aceptado e inspeccionado por una organización especial dedicada al control de calidad (TLT en el caso de las estructuras de acero) o se debe demostrar, en todos y cada uno de los casos, la existencia de un nivel de calidad adecuado mediante documentos de control de calidad.

3. CONTRATOS

La forma homologada utilizada en la mayor parte de los contratos es el Acuerdo de Contrato (RT 16-10193) preparado por la Asociación Empresarial Patronal de Finlandia junto con otras varias organizaciones. Esta forma se utiliza en conjunción con las Condiciones Contractuales Generales (YSE 1983) preparadas por las mismas organizaciones.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) ***Contratación tradicional***

En este tipo de adjudicación el proyecto y la construcción se efectúan por separado. El cliente concierta acuerdos independientes con los arquitectos, ingenieros y fabricantes. Sobre el fabricante principal recae la responsabilidad de la realización de las tareas de construcción, la obtención de la mano de obra y los materiales y la coordinación del trabajo de los subcontratistas y suministradores de material. Los subcontratistas pueden realizar sus contratos bien directamente con el cliente o con el fabricante principal.

Esta forma de contratación es la que actualmente se utiliza con mayor frecuencia, aunque está perdiendo terreno frente a la contratación de la administración y la adjudicación por unidad de sistema.

En la contratación tradicional, el pago al fabricante se efectúa bien por precio alzado global o bien por precio unitario. Los contratos por precio unitario se utilizan con frecuencia en el caso de edificios industriales y trabajos de reparación, en los que el alcance completo de las obras no se conoce con precisión en el momento de la firma del acuerdo contractual.

(b) ***Contratación de la administración***

Cuando se efectúa esta forma de contratación el cliente firma un acuerdo con el fabricante de la administración, responsable de la coordinación del diseño del proyecto y de la coordinación de las labores de construcción, que llevan a cabo subcontratistas. Los subcontratistas están ligados contractualmente al fabricante de la administración.

Normalmente el pago del fabricante de la administración se efectúa siguiendo el sistema de contrato al coste más honorarios.

(c) ***Proyecto y ejecución***

El fabricante es responsable tanto del proyecto como de la construcción del edificio.

El fabricante también puede ampliar sus responsabilidades para incluir la adjudicación del solar del edificio y la venta del mismo, en cuyo caso se convierte en pro-

motor. Este es con frecuencia el caso en los edificios de oficinas y proyectos de viviendas.

(d) ***Adjudicación por unidad de sistema***

La desventaja de los métodos de adjudicación tradicionales, en los que las obras se efectúan de acuerdo con unos planes detallados preparados por el cliente y sus consultores, consiste en que no se hace una utilización plena de los conocimientos técnicos de los productores de componentes de edificios y de los subcontratistas a la hora de desarrollar las soluciones más eficaces en función de los costes para un proyecto de construcción en particular. Con el fin de superar esta desventaja se ha desarrollado una nueva forma de adjudicación denominada "Adjudicación por Unidad de Sistema". Cuando se utiliza esta forma de adjudicación el cliente proporciona especificaciones funcionales para las unidades del edificio que han de adquirirse y es el suministrador del material o el subcontratista sobre quien recae la responsabilidad del proyecto y montaje de la unidad.

5. RESPONSABILIDADES

Véanse los puntos 4 y 6.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

Salvo que los documentos indiquen lo contrario, el fabricante tiene la obligación de suscribir un seguro contra incendios que cubra los materiales, suministros y componentes de construcción que pudieran resultar dañados por el fuego.

También está obligado a proporcionar al cliente una garantía del cumplimiento del contrato y del reembolso de los pagos anticipados. A menos que se indique lo contrario, la garantía será del 10% de la suma contractual durante el desarrollo de la construcción y del 2% durante el plazo de la garantía.

El período de la garantía es de un año a menos que se indique lo contrario en los documentos. Una vez finalizado el período de la garantía, el fabricante sigue teniendo la responsabilidad de aquellos defectos, omisiones, inconvenientes o trabajos incompletos que, dentro de unos límites razonables, el cliente pudiera no haber advertido durante la inspección de aceptación o el período de garantía. Esta responsabilidad concluye 10 años después de la inspección de aceptación. Se observa la tendencia a que los tribunales incluyan una cantidad de defectos cada vez mayor en este plazo ampliado de la garantía.

Ni la legislación ni las Condiciones Contractuales Generales para los Consultores (KSE 1983) exigen la contratación de una póliza de seguro profesional por parte de arquitectos e ingenieros. No obstante resulta una práctica habitual la subscripción de una póliza profesional voluntaria.

El límite máximo de los daños a los que un consultor puede verse obligado a responder como resultado de omisiones profesionales es igual a sus honorarios, siempre que no se contemple lo contrario en los documentos contractuales. Su responsabilidad se extiende durante los mismos períodos de tiempo de acuerdo con lo mismos principios aplicables en el caso de los fabricantes.

FRANCIA

1. INTRODUCCIÓN

Todos los edificios están sujetos a normativas, instrucciones técnicas, documentos técnicos homologados, reglas de aplicación profesionales u otras pruebas estatutarias que permitan la definición de todas las cláusulas de la construcción.

2. INSPECCIONES

La construcción de nuevos edificios está sujeta a la obtención de una licencia de construcción que actualmente extiende el alcalde del distrito[1], en el que se sitúe el proyecto. La solicitud de la licencia debe incluir una descripción del proyecto (propósito, número de M^2 ...), así como los principales aspectos arquitectónicos (tipo de estructura, concepto arquitectónico ...).

Tras la obtención de la licencia, el fabricante principal de la construcción redacta un informe del usuario sobre las especificaciones técnicas y los planos de la ejecución. En este contexto, la elección de los materiales se efectúa de acuerdo con:

- normativas para los productos, por ejemplo los perfiles de acero
- instrucciones técnicas o documentos técnicos homologados (DTU) para sistemas de construcción como, por ejemplo, alzados de muros-cortina, ajuste de chapas con perfil trapezoidal para forjados y techos.
- especificaciones concretas para ciertos tipos de edificios (energía, edificios abiertos al público)
- requisitos regionales para ciertos productos como, por ejemplo, techumbres de paja, ladrillos, etc.

Existe un “reglamento para los contratos del sector público” aplicable a todos los contratos de este sector que proporciona los textos de referencia estatutarios como, por ejemplo, las regulaciones para el cálculo.

La certificación (o adopción de una etiqueta) no está muy extendida en Francia, excepto en el caso de ciertos productos e industrias (por ejemplo las centrales nucleares).

3. CONTRATO

3.1 Generalidades

(a) ***Contrato del Sector Público***

Todos los contratos del sector público están sujetos al “reglamento para los con-

1 “commune” en francés

tratos del sector público". Además, ciertas direcciones o empresas nacionales (SNCF[2], EDF) han publicado sus propias especificaciones técnicas y procedimientos para la inspección de materiales (estipulación de proveedores aprobados, documentos administrativos, procedimiento de la garantía de calidad, empresas aptas)[3].

La apertura del mercado europeo significa que actualmente las empresas extranjeras pueden participar en la licitación de este tipo de contrato, lo cual en muchas ocasiones no resultaba posible anteriormente.

(b) ***Contrato Privado***

Existe un "reglamento de los contratos privados" que define las relaciones entre clientes y empresas. El fabricante principal de la construcción, de acuerdo con el propietario del edificio, redacta las cláusulas del contrato. Es posible realizar una sola convocatoria a la licitación dirigida a un número de empresas limitado, pero también es posible negociar con una única empresa (lo que se denomina pedido "mediante contrato privado)".

3.2 Forma del Contrato

Normalmente los contratos incluyen cláusulas para la revisión de precios definidas mediante fórmulas e índices oficiales. No obstante, es posible encontrar contratos cuyos precios son firmes y no sujetos a revisión. Este es el caso en las obras pequeñas a corto plazo.

4. PRINCIPALES MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DE CONTRATOS

Existen fundamentalmente tres tipos de contratos que se clasifican de la siguiente manera:

4.1 Empresa General

Una empresa se compromete a cumplir la fecha límite y el precio de la construcción. Sobre ella recae la responsabilidad de la obra en su totalidad, subcontrata ciertos trabajos a otras empresas y además garantiza la coordinación durante todo el proceso.

Se trata de una solución fácil para el cliente final y para el arquitecto que sólo han de tratar con un único gestor. Como contrapartida, este procedimiento le confiere a la empresa una considerable fuerza a la hora de negociar con los subcontratistas en lo relativo a ciertas elecciones económicas y técnicas y, en último término, le permite aumentar su margen de beneficios como resultado de esta negociación con los subcontratistas. Este tipo de contrato se utiliza para los contratos llave en mano.

4.2 Contrato en Paquetes Independientes

El propietario del edificio y el arquitecto definen paquetes de trabajos para los que efectúan diferentes convocatorias de licitación a las empresas. Frecuentemente, la utilización de esta fórmula permite obtener el precio más ventajoso para cada paquete. Como contrapartida, exige una gran labor de coordinación en la obra que, en muchas ocasiones, los arquitectos no pueden garantizar debido a la existencia de varios gestores.

Existen fórmulas que limitan el número de paquetes y, por lo tanto, de empresas.

Además, las empresas de construcción generales están desempeñando un papel cada vez más importante en el desarrollo inmobiliario. Adquieren los terrenos sobre los que construyen edificios para sus clientes. Generalmente esta fórmula es la que permite la obtención de los mejores márgenes.

2 SNCF = Ferrocarriles Franceses

3 EDF = Electricite de France

5. RESPONSABILIDADES

En términos generales, las responsabilidades están claramente definidas.

Sobre el propietario del edificio, que frecuentemente es también el cliente de la construcción, recae la responsabilidad de efectuar el pago a las empresas y al fabricante principal de la construcción (arquitecto + BBT[4]). Normalmente el propietario se dirige a una oficina de inspección (por ejemplo Veritas, Socotec) con el fin de verificar que, en lo relativo a los aspectos técnicos, el edificio cumple las regulaciones.

Existen diferentes tipos de tareas para los arquitectos, pero, normalmente, su responsabilidad consiste en elegir y efectuar un seguimiento de las soluciones técnicas. Selecciona una BBT[4] que habrá de encargarse del cálculo de las obras y del proyecto técnico (electricidad, fluidos, etc.).

Finalmente, las empresas son responsables de la actuación en la obra. Suya es la responsabilidad del montaje de acuerdo con las reglas y, frecuentemente, de la implementación de los planos de la obra (una tarea que en algunos casos puede efectuar el arquitecto).

6. SEGUROS Y GARANTÍA

En general, el cliente está asegurado contra daños durante el desarrollo de las labores de construcción. Además, el arquitecto y la BBT[4] suscriben un seguro para cubrir los riesgos asociados con el proyecto de la obra.

Un detalle específicamente francés es la existencia de una garantía de diez años que afecta a ciertas partes del edificio. Este período de garantía es el resultado de una ley votada en 1978. Por lo tanto, los diferentes períodos de garantía son los siguientes (desde la fecha de recepción de la obra hasta la terminación del edificio):

- dos años para las partes englobadas bajo el proyecto y la terminación del edificio (por ejemplo empapelado de las paredes)
- diez años para la totalidad de la estructura y funciones utilizables del edificio (techumbres, pisos)
- treinta años para las partes que afecten a la seguridad de las personas (balcones, elementos estructurales)

Esta es la llamada “garantía de responsabilidad frente a terceros”.

Además, existe una garantía de un año de duración tras la recepción de las obras aplicable a la totalidad del edificio denominada garantía de terminación libre de defectos. De hecho, la situación es compleja debido a que la garantía de diez años afecta tanto a las empresas de montaje como a los fabricantes de los materiales.

En caso de que surgieran disputas, es posible transferir las garantías de la empresa al fabricante. Por lo tanto, es posible que la responsabilidad de los productos recaiga sobre los fabricantes de los mismos.

7. CAMBIOS FUTUROS

La futura entrada en vigor de la Directiva Europea sobre los Productos de Construcción modificará los criterios aplicables a la garantía y a la responsabilidad de los fabricantes.

En este caso, es posible que los arquitectos se vean obligados a hacer un mayor hincapié en los aspectos técnicos de la utilización de los materiales debido a que su responsabilidad adquirirá una mayor importancia.

Finalmente, será necesario considerar los problemas de mantenimiento, ciclo de vida y demolición de los edificios futuros, lo que provocará modificaciones en las técnicas de construcción.

4 BBT = Bureau de Batiment Technique = Junta de Construcción Técnica

ALEMANIA

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales las Normativas Técnicas son completas y coherentes. No obstante, en ocasiones los requisitos para la certificación y la obtención de las marcas de calidad presentan costosas implicaciones. Las especificaciones no siempre se actualizan con la frecuencia que sería deseable.

Alemania dispone de un marco adecuado para la planificación y el control del mantenimiento de las estructuras durante su vida útil.

2. CONTROLES

Las reglamentos urbanos están estrictamente controlados. En ocasiones la obtención de los permisos por parte de las autoridades de reglamentación urbana pueden suponer retrasos considerables.

Las normativas técnicas de construcción nacionales como, por ejemplo, DIN, así como otras reglas y directrices preparadas por organizaciones como DASt, StB, IfTB, Argebau y STLB se establecen mediante edicto gubernamental.

También existen leyes de construcción a nivel estatal que cubren los reglamentos administrativos y la ejecución de las obras. Asimismo existen directivas adicionales para ciertos tipos de construcciones tales como escuelas, almacenes, garajes, naves de montaje, etc.

Además de ciertas reglas obligatorias especiales aplicables al suministro de energía, protección del medioambiente, servicios e instalaciones técnicas y mecánicas, existen directrices industriales como, por ejemplo, AGI, VDI, ISO, cuyo cumplimiento tan sólo es necesario si así se acuerda contractualmente.

En aquellos casos en los que los materiales o componentes elegidos no son de utilización general, es necesario obtener una aprobación gubernamental especial o marcas de calidad. Además, en el caso de algunos materiales y componentes destinados a incorporarse a estructuras permanentes, es necesario obtener una garantía formal de calidad. Los materiales y componentes que requieran la obtención de marcas o de garantías de calidad aparecen citados en los reglamentos gubernamentales. La aprobación gubernamental, las marcas y la garantía de calidad han de ser llevadas a cabo por organizaciones autorizadas tales como institutos técnicos o expertos académicos reconocidos.

3. CONTRATOS

3.1 Generalidades

La redacción de los contratos del sector público siempre adopta formas homologadas específicas. En el sector privado es posible efectuar modificaciones en estas formas homologadas. La forma homologada más importante es la

"Verdingungsordnung fur Bauleistungen" (VOB). La Parte A define los procedimientos previos a la adjudicación del contrato. Las Partes B y C ofrecen las condiciones contractuales generales y los requisitos técnicos para la construcción.

Los procedimientos de cualificación previa tan sólo se adoptan en el caso de proyectos de gran magnitud, complejidad o carácter inusual con el fin de verificar la capacidad y conocimientos técnicos de los fabricantes. Se utilizan en conjunción con los procedimientos de la licitación.

3.2 Formas de Contratos

(a) ***Contrato por precio unitario***

Los contratos por precio unitario exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas y una medición de la obra. Los precios fijos se definen para todas las partidas de la estimación. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el cliente.

(b) ***Contrato por precio alzado global***

Los contratos por precio alzado global exigen una descripción general de las obras que incluya un programa de construcción. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el fabricante. Normalmente este tipo de contrato se utiliza para los proyectos llave en mano efectuados mediante contrato general con el fin de encontrar la mejor solución técnica, económica y funcional.

4. MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) ***Contratación individual***

Cuando se utiliza este método, el cliente firma contratos independientes con el proyectista y con varios fabricantes globales. Las responsabilidades del proyecto y de la construcción son independientes.

(b) ***Contratación general***

Normalmente estos contratos son por precio global y precio fijo.

(i) El cliente organiza por separado el proyecto y la construcción. Sobre el fabricantes general recae la responsabilidad de la ejecución de la totalidad de la gama de trabajos y además lleva a cabo las partes más importantes de la obra. También asigna los paquetes individuales a los subcontratistas. Con frecuencia el proyecto detallado es responsabilidad del fabricante general.

(ii) Construcción de 'Proyecto y Ejecución'

En este caso, el fabricante general se hace cargo de la responsabilidad de la totalidad del proyecto y de la construcción. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras. El principal campo de aplicación de este método son los edificios industriales.

(c) ***Contratación por administración***

El fabricante de la administración adquiere la responsabilidad de la totalidad del proyecto y de las obras de construcción, pero no efectúa ninguno de estos trabajos directamente. Una serie de fabricantes, ligados contractualmente al fabricante de la administración, que es quien ejerce el papel del cliente, efectúan las obras. En ocasiones estos contratos se basan en un sistema de coste más honorarios.

Las formas de contrato más habituales son la (a) y la (bi).

5. RESPONSABILIDADES

Existe una clara división de las responsabilidades.

El cliente es el responsable de la adjudicación del contrato, haciéndose cargo de la obra una vez finalizada y los pagos.

Sobre el arquitecto recae la responsabilidad del proyecto previo, del proyecto y de los planos detallados, de la obtención del permiso de las autoridades de ordenación urbana, de la definición de las mediciones de la obra, de la licitación y de la gestión de la obra, incluyendo la vigilancia arquitectónica y técnica. También recae sobre él la responsabilidad principal en lo relativo a calidad, seguridad y cumplimiento de la ley.

Los ingenieros son responsables de la aportación técnica en sus campos de especialización como, por ejemplo, la concepción de la construcción estructural, servicios, etc. Sus responsabilidades incluyen el proyecto detallado, planos, licitación y vigilancia.

El fabricante es responsable ante el cliente de la ejecución de la obra, de las garantías, del cumplimiento de los plazos y de algunos aspectos del proyecto detallado y de los planos de taller. Las responsabilidades de los subcontratistas son idénticas a las del fabricante.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

La suscripción de una póliza de seguros contra daños durante el desarrollo de la construcción no resulta una práctica habitual.

Los arquitectos están obligados a contratar un seguro profesional. Los fabricantes deben suscribir una póliza para cubrir sus responsabilidades de acuerdo con el derecho civil.

Normalmente se ofrece al cliente una garantía de dos años tras la terminación de las obras. Se considera que esta garantía es ventajosa en exceso para los fabricantes y no ofrece el suficiente grado de protección al cliente.

7. MEJORAS FUTURAS

Actualmente se está estudiando la manera de aumentar las responsabilidades de los fabricantes.

Se pondrá un mayor énfasis en facilitar una educación práctica para los proyectistas y los constructores. Las especificaciones se están haciendo cada vez más prácticas y comprensibles.

Es probable que se produzca una modificación de la legislación que imponga una mayor responsabilidad sobre el fabricante en caso de que se produjeran defectos una vez finalizada la construcción.

Existen planes para efectuar nuevas investigaciones sobre el comportamiento de los edificios durante sus vidas útiles de manera que sea posible identificar deficiencias de la construcción que pudieran provocar un mal funcionamiento posterior del edificio. Se informará de los resultados de estos trabajos fundamentalmente a los contratistas con el objeto de mejorar la calidad efectiva de la construcción.

GRECIA

1. INTRODUCCIÓN

En general, los reglamentos técnicos nacionales no están completos para todos los tipos de estructuras, lo que hace que se utilicen reglamentos extranjeros como, por ejemplo, DIN, etc. Algunos de ellos no siempre se actualizan con la frecuencia que sería deseable.

2. CONTROLES

Existen reglamentos estrictos para todo tipo de áreas (ciudades, pueblos, costas, etc.).

También existen directivas adicionales para ciertos tipos de estructuras tales como escuelas, almacenes, garajes, edificios industriales, hospitales, hoteles, etc.

Para todos los tipos de construcción siempre es necesario obtener la licencia de las autoridades públicas.

Existen reglamentos técnicos nacionales obligatorios (o en algunos casos extranjeros como, por ejemplo, DIN) que cubren el proyecto de estructuras en su totalidad. Además, también existen directrices cuyo cumplimiento tan sólo es obligatorio cuando así se acuerda contractualmente.

En el caso de algunos materiales que se incorporan a trabajos permanentes resulta necesaria la obtención de una garantía de calidad formal. Todas las marcas de pruebas o garantías de calidad necesarias han de ser efectuadas por organizaciones autorizadas.

3. CONTRATOS

Los contratos del sector público adoptan formas homologadas específicas, mientras que en el sector privado es posible utilizar cualquier otro tipo de forma. Las formas de contrato son las siguientes:

(a) ***Contrato por precio unitario***

Los contratos por precio unitario exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas y una medición de la obra. Los precios fijos se definen para todas las partidas de la estimación. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el cliente.

(b) ***Contrato por precio alzado global***

Los contratos por precio alzado global exigen una descripción general de las obras que incluya un programa de construcción. El riesgo relativo a las cantidades recae sobre el fabricante.

Normalmente, este tipo de contratos los utilizan los fabricantes generales para los proyectos ‘llave en mano’ con el fin de encontrar la mejor solución técnica, económica y funcional.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) ***Contratación individual***

Cuando se utiliza este método, el cliente firma contratos independientes con el proyectista y con varios contratistas globales. Las responsabilidades del proyecto y de la construcción son independientes.

(b) ***Contratación general***

Normalmente estos contratos son por precio global y precio fijo.

(i) El cliente organiza por separado el proyecto y la construcción. Sobre el fabricante general recae la responsabilidad de la ejecución de la totalidad de la gama de trabajos y además efectúa las partes más importantes de estos trabajos. También asigna los paquetes individuales a los subcontratistas. Con frecuencia el proyecto detallado es responsabilidad del fabricante general.

(ii) Construcción de 'Proyecto y Ejecución'

En este caso, el fabricante general se hace cargo de la responsabilidad de la totalidad del proyecto y de la construcción. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras.

(c) ***Contratación por administración***

El fabricante de la administración adquiere la responsabilidad de la totalidad del proyecto y de las obras de construcción, pero no efectúa ninguno de estos trabajos directamente. Una serie de fabricantes, ligados contractualmente al fabricante de la administración, que es quien ejerce el papel del cliente, efectúan las obras.

Las formas de contrato más habituales en el sector público o en el privado son la (a) y la (bi).

5. RESPONSABILIDADES

Existe una clara división de las responsabilidades.

El cliente es el responsable de la adjudicación del contrato, haciéndose cargo de la obra una vez finalizada y los pagos.

Sobre el arquitecto recae la responsabilidad del proyecto previo, del proyecto y de los planos detallados, de la obtención del permiso de las autoridades de ordenación urbana de acuerdo con la legislación vigente, de la definición de las estimaciones cuantitativas, de la licitación y de la gestión de la obra, incluyendo la vigilancia arquitectónica y técnica. También recae sobre él la responsabilidad principal en lo relativo a calidad, seguridad y cumplimiento de la ley.

Los ingenieros son responsables de la aportación técnica en sus campos de especialización, como, por ejemplo, proyecto estructural, etc. Sus responsabilidades incluyen el proyecto detallado, planos, licitación y vigilancia.

El fabricante es responsable ante el cliente de la ejecución de la obra, de las garantías, del cumplimiento de los plazos y de algunos aspectos del proyecto detallado y de los planos de taller. Las responsabilidades de los subcontratistas son idénticas a las del fabricante.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

No existen requisitos legales, pero con el fin de contar con un seguro contra daños durante el desarrollo de las labores de construcción, el cliente puede contratar un seguro profesional durante un período de dos años.

Normalmente se ofrece al cliente una garantía válida durante un período corto (de uno a cinco años) tras la terminación de los trabajos.

7. MEJORAS FUTURAS

Actualmente se está estudiando la manera de aumentar las responsabilidades de los contratistas.

IRLANDA

1. INTRODUCCIÓN

En la práctica, la actividad de la construcción en Irlanda está dividida en tres sectores y los fabricantes tienden a especializarse en uno de ellos:

(a) La construcción de ingeniería civil - fundamentalmente proyectos financiados por el gobierno central en el sector de carreteras, puentes, suministro de agua, eliminación de aguas residuales, etc.

(b) Construcción de edificios generales - fundamentalmente proyectos privados, con excepciones tales como escuelas y hospitales. En los proyectos gubernamentales o promovidos por las autoridades locales existe una tendencia cada vez mayor a que los promotores construyan y arrienden el edificio al vendedor.

(c) Construcción de viviendas - en gran medida especulativa. La participación de las autoridades locales se ha visto seriamente reducida durante los últimos años.

2. CONTROL

La reglamentación está regulada por una sucesión de Actas y Reglamentos publicados a tal efecto. Estas actas y reglamentos exigen que las autoridades locales preparen y adopten planes de desarrollo. La mayor parte de los proyectos de desarrollo necesitan la licencia formal por parte de las autoridades de ordenación.

Los Reglamentos de Construcción (1991) se publicaron bajo el Acta de Control de la Construcción (1990) que confiere a las principales autoridades locales la calidad de Autoridades para el Control de la Construcción, con competencias en lo relativo a inspección y sanción. Estas autoridades también tienen competencias en lo relativo a los reglamentos contra incendios. Ciertos aspectos relativos tanto a la naturaleza como a la responsabilidad de los Certificados de Cumplimiento de los Reglamentos de Construcción continúan siendo objeto de discusión entre las Autoridades de Control de la Construcción y los organismos profesionales que representan a los ingenieros consultores y a los arquitectos.

Las cuestiones relativas a la salud y a la seguridad están reguladas por el Acta de Salud, Seguridad y Bienestar en el Trabajo y por las directivas sobre seguridad de la CE contenidas en los Reglamentos sobre la Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (1993). Estas normas exigen que los patronos efectúen análisis de los riesgos en el lugar de trabajo y son aplicables tanto a los trabajadores eventuales y ocasionales como a los fijos. La legislación anterior sobre salud y seguridad se basaba fundamentalmente en el empleo industrial, siendo las actas principales el Acta de Fábricas (1955) y el Acta sobre la

Seguridad en la Industria (1980), de acuerdo con las cuales entraron en vigor reglamentos tales como los Reglamentos de Construcción (1975) (Seguridad, Salud y Bienestar). Estos últimos siguen vigentes.

El proyecto y los materiales están regulados por normativas publicadas por la Autoridad Nacional Irlandesa para las Normativas (NSAI). En aquellos casos en los que no se dispone de una normativa publicada por la NSAI, se utilizan frecuentemente en su lugar las Normativas Británicas (BS) o las Normativas Internacionales (ISO). La NSAI es responsable de la publicación en Irlanda de los Eurocódigos y de sus Documentos de Aplicación Nacional.

3. CONTRATOS

(a) Condiciones contractuales RIAI 1989

- con cantidades/
- sin cantidades

Utilizadas en conjunción con:

- Condiciones para las subcontratas publicadas por la Federación de la Industria de la Construcción para su utilización en conjunción con las condiciones contractuales RIAI.
- Cantidades medidas de acuerdo con SMM6 (1976), SMM7 (1988) y PCMI.

(b) Condiciones contractuales GDLA 1982

- con cantidades/
- sin cantidades

Utilizadas en conjunción con:

- Condiciones para las subcontratas publicadas por la Federación de la Industria de la Construcción para su utilización en conjunción con las condiciones contractuales GDLA.
- Cantidades medidas de acuerdo con SMM6, SMM7 y POMI.

(c) Condiciones contractuales IEI 1980

Utilizadas en conjunción con:

- Condiciones contractuales ICE
- Cantidades medidas de acuerdo con CESMM2 o CESMM3.

también

Forma de Contrato Abreviada RISI -para obras de menor importancia.

Abreviaturas

RIAI - Royal Institution of Architects of Ireland.

GDLA - Government department and local authorities.

IEI - Institution of Engineers of Ireland.

ICE - Institution of Civil Engineers (UK).

SMM6 - Standard Method of Measurement of Building Works, Sixth Edition (1979)

SMM7 - Standard Method of Measurement of Building Works, Seventh Edition (1988).
Royal Institution of Chartered Surveyors and Building Employers Federation (UK).

CESMM2 Civil Engineering Standard Method of Measurement, Second Edition (1985)

CESMM3 - Civil Engineering Standard Method of Measurement, Third Edition (1992).
Institution of Civil Engineers and Federation of Civil Engineering Contractors (UK).

POMI - Principles of Measurement (International).
Royal Institute of Chartered Surveyors (UK).

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) Licitación negociada

(b) Licitación abierta

(c) Lista selectiva

La forma de contrato IEI casi siempre implica el método de licitación abierta. La licitación seleccionada se adopta frecuentemente con las condiciones contractuales RIAI y GDLA. La lista seleccionada comprende normalmente de 6 a 8 empresas y en ocasiones implica un proceso de cualificación previa.

5. RESPONSABILIDADES

Las diversas formas de contratos son, en términos generales, similares en lo relativo a las responsabilidades asignadas a las partes de la licitación -con la excepción de 'Proyecto y Ejecución'.

Normalmente en los contratos de construcción el arquitecto es responsable del desarrollo del borrador del proyecto, de la obtención de licencias, de la gestión del proyecto durante sus diversas etapas, de la vigilancia de las obras y del control presupuestario. Para contribuir al desempeño de estas responsabilidades, resulta una práctica habitual que el arquitecto recomiende al cliente la contratación de ingenieros civiles o estructurales, ingenieros de mantenimiento y reparaciones y medidores de cantidades de obra, que informarán al arquitecto.

En los contratos de ingeniería civil el ingeniero tiene fundamentalmente la responsabilidad de todos los aspectos del diseño, vigilancia de la obra y control presupuestario.

En ambos tipos de contrato, la responsabilidad principal en materia de seguridad durante la ejecución recae sobre el fabricante.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

(a) Seguro de responsabilidad de los trabajadores

(b) Seguro de responsabilidad frente a terceros

(c) Seguro a todo riesgo

(d) Seguro en caso de no negligencia

(e) Fianza de garantía contractual

7. DESARROLLOS FUTUROS

(a) Introducción de los Eurocódigos en la práctica de la concepción de la construcción

(b) La implementación de la legislación en materia de seguridad de la CE como, por ejemplo, la Directiva sobre Obras de Construcción de 1992, que asigna las responsabilidades relativas a la salud y a la seguridad a los ingenieros y arquitectos consultores, así como al fabricante.

(c) La resolución de algunos asuntos destacados relacionados con los Certificados de Cumplimiento de los Reglamentos de Construcción.

(d) Mayor importancia de 'Proyecto y Ejecución'.

ITALIA

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales las Normativas Técnicas son completas y coherentes. No obstante, existen problemas en lo relativo a las marcas de calidad de muchos productos: esta situación se debe al hecho de que las marcas CE todavía no se han adoptado en Italia y no existe una ley relativa a la “Marca de Calidad”.

Los marcos para el control y la programación del mantenimiento de las estructuras tan sólo se adoptan en el caso de algunas de las mayores empresas como, por ejemplo, los Ferrocarriles y las Autopistas Estatales.

2. CONTROLES

Con frecuencia los reglamentos urbanos no están firmemente controlados, especialmente en el sur del país.

Las marcas de calidad todavía no están definidas legalmente; no obstante, muchos productos cuentan con una marca de calidad adecuada.

La obtención de la licencia por parte de las autoridades de ordenación urbana resulta complicada.

Las normativas de construcción nacionales como, por ejemplo, UNI y otras reglas y directrices preparadas por diferentes organizaciones, como CAR, se establecen mediante edicto gubernamental.

Existen algunas otras leyes de construcción que cubren los reglamentos administrativos y la ejecución de la construcción. También existen directivas adicionales aplicables a ciertos tipos de construcciones tales como escuelas, hospitales, garajes, etc.

En aquellos casos en los que la utilización del material y componentes previstos no está generalizada es necesario contar con una aprobación gubernamental especial. Además, en el caso de algunos materiales y componentes destinados a incorporarse a estructuras permanentes es necesario obtener una garantía formal de calidad.

La aprobación gubernamental, las marcas de prueba y la garantía de calidad han de ser efectuadas por organizaciones autorizadas tales como institutos técnicos.

3.1 Generalidades

La redacción de los contratos del sector público siempre adopta formas homologadas específicas. En el sector privado resulta habitual la práctica de modificaciones. La forma homologada más importante es el “Capitolato generale e speciale per l’appalto dei Lavori pubblici”. En su primera parte se definen los procedimientos previos a la adjudicación del contrato. Las partes

segunda y tercera ofrecen condiciones contractuales generales y requisitos técnicos para la construcción.

El punto débil de muchos contratos se encuentra en los requisitos para los planos y en la descripción del alcance de las obras, que en muchas ocasiones carecen de precisión. Esta falta de precisión origina reclamaciones, retrasos, etc.

Los procedimientos de cualificación previa están ampliamente adoptados. En Italia existe una “Lista de Constructores” específica -“Albo Nazionale dei Costruttori” - en la que se incluyen empresas en base a su capacidad para emprender diferentes trabajos, tales como utilización de hormigón armado, movimientos de tierras, edificios, etc. y también en base a sus recursos financieros.

3.2 Formas de Contratos

(a) ***Contrato por precio unitario***

Los contratos por precio unitario exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas y una medición de la obra aproximada. El riesgo relativo a las cantidades corre por cuenta del cliente. Es necesario un programa de ejecución.

(b) ***Contrato por precio alzado global***

Los contratos por precio alzado global exigen una descripción de las obras que incluya especificaciones técnicas detalladas. También es necesario un programa de ejecución. El riesgo relativo a las cantidades corre por cuenta del fabricante.

(c) Una variante de este segundo tipo lo constituye el contrato por precio alzado global cuya medición de la obra presente precios por unidad. Las variaciones que el cliente pueda requerir se regulan de acuerdo a un sistema de precios fijos unitarios: en caso contrario, el riesgo relativo a las cantidades corre por cuenta del fabricante.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

(a) ***Contratación individual***

El cliente efectúa contratos independientes con los proyectistas y varios fabricantes globales. Las responsabilidades con respecto al proyecto y a la construcción se mantienen independientes.

(b) ***Contratación general***

Existen contratos por precio unitario y por precio global, dependiendo del alcance de los trabajos.

(i) El Cliente organiza por separado el proyecto y la construcción.

El fabricante general es responsable de la ejecución de la totalidad de los trabajos y efectúa él mismo las partes más importantes de estos trabajos. También asigna los paquetes individuales a los subcontratistas. Con frecuencia, el proyecto de taller es responsabilidad del fabricante.

(ii) Construcción de ‘Proyecto y Ejecución’

El fabricante general se hace cargo de la responsabilidad del proyecto y de la construcción en su totalidad. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras. El campo de aplicación principal de este método lo constituyen los edificios industriales.

(iii) Contratación por administración

De escasa utilización en Italia

Las formas de contrato más habituales son la (a) y la (bi)

5. RESPONSABILIDADES

Las leyes y regulaciones italianas proporcionan una clara división de las responsabilidades. Los problemas surgen en lo relativo a las instrucciones para la consecución de un trabajo completo y acabado. De hecho, frecuentemente los planos y especificaciones están incompletos y sin detallar adecuadamente; esta situación provoca, como ya se ha mencionado anteriormente, disputas entre las partes y retrasos.

El cliente es responsable de la adjudicación del contrato, licitación, aceptación de las obras una vez completadas y de los pagos.

El arquitecto es responsable del proyecto previo, del proyecto detallado y de los planos arquitectónicos, de la obtención de las licencias por parte de las autoridades de ordenación urbana, de la vigilancia técnica y arquitectónica y del cumplimiento de la legislación relativa a sus funciones (arquitectura).

El encargado de la obra, frecuentemente un ingeniero, es responsable de la dirección de la obra y del montaje del edificio de acuerdo con los planos aprobados, del control de las mediciones de la obra, del control de la planificación, de la seguridad y del cumplimiento de la legislación relativa a sus funciones.

Los ingenieros son responsables de las aportaciones técnicas en sus campos de especialización como, por ejemplo, proyecto estructural, mantenimiento y reparaciones, etc.

El fabricante es responsable ante el cliente de la ejecución de los trabajos, garantías, mantenimiento de la planificación y de los planos de taller. El fabricante es responsable ante el cliente de los subcontratistas.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

Durante la construcción los fabricantes están obligados a suscribir una póliza de seguros contra daños y para cubrir sus responsabilidades de acuerdo al Derecho Civil.

Los arquitectos e ingenieros no están obligados a contratar un seguro profesional (si es que no lo hubiera hecho el fabricante).

El fabricante debe ofrecer una garantía válida durante diez años en lo concerniente a defectos importantes de la construcción.

7. DESARROLLOS FUTUROS

Tal y como se indica a continuación, se esperan y se piden muchos cambios en el futuro:

- Los planos y especificaciones deben estar listos “para la construcción” en el momento de la adjudicación, con el fin de evitar reclamaciones y disputas durante la ejecución, así como más retrasos y perjuicios.
- Los arquitectos e ingenieros deben contratar un seguro contra daños.
- En el caso de las obras públicas, existe una clara petición para la inclusión de un vigilante independiente dedicado al control de la calidad y de la medición de la obra.

LUXEMBURGO

1. CONTROLES

Salvo las licencias de obras, en Luxemburgo no es necesaria ninguna aprobación administrativa para los productos de construcción. Puesto que Luxemburgo no dispone de normativas de construcción propias, normalmente se hace referencia a las Euronormas (EN) y Eurocódigos o a las normativas de los países vecinos. Frecuentemente se exigen certificados de calidad emitidos por un instituto de pruebas extranjero reconocido.

2. CONTRATOS

Los contratos del sector público siempre adoptan formas homologadas específicas. En el sector privado es posible efectuar modificaciones en estas formas homologadas. Frecuentemente se utiliza la forma homologada alemana "Verdingungsordnung fur Bauleistungen" como base para los contratos.

Normalmente los contratos se adjudican en forma de contratos por precio unitario. Los contratos por precio alzado global constituyen más bien una excepción.

3. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

En el caso de las obras públicas, la contratación individual constituye la norma. El sector privado puede utilizar la contratación general como procedimiento de adjudicación.

4. RESPONSABILIDADES

El arquitecto y el ingeniero son responsables del proyecto y de la medición de la obra.

El fabricante es responsable del trabajo ejecutado o del equipo suministrado de acuerdo con las especificaciones, planos y medición de la obra.

5. SEGUROS Y GARANTÍAS

Además del seguro para cubrir las responsabilidades de acuerdo al Derecho Civil, los contratos más importantes se ejecutan bajo un seguro a todo riesgo que cubra los daños durante la construcción.

Existen dos niveles de garantía, una garantía de dos años para los trabajos secundarios y otra de diez años para la parte estructural de los edificios.

ESPAÑA

1. CONTROLES

1.1 Planificación y Aprobaciones

Las 17 comunidades autónomas o gobiernos regionales, y no el Estado, son los responsables últimos de la planificación y del control de la construcción. Son las autoridades locales (ayuntamientos), de los que hay aproximadamente 8.000 agrupados en 52 provincias, quienes ejercen las competencias. Las responsabilidades se estipularon en la Ley 19 del 2 de mayo de 1975.

Todas las autoridades locales de más de 50.000 habitantes deben preparar un plan estructural (plan general), que ha de ser aprobado por la comisión de planificación de las comunidades autónomas. Cada una de las áreas urbanas cuenta con un plan urbano más detallado (plan parcial) que ha de ser aprobado por las autoridades locales cuando se proceda al desarrollo de nuevas áreas.

Cada autoridad local concede licencias de obras, aunque no ejerce el control técnico directo. El arquitecto, por medio del colegio local de arquitectos, es quien ejerce el control de los reglamentos de construcción, así como el control inicial a la vista del plan estructural y del plan de urbanismo.

La licencia de construcción es un requisito legal que debe cumplirse antes de que se pueda proceder al inicio de la construcción y también para poder efectuar la conexión del gas, agua y electricidad. Tan sólo se concede cuando el promotor o el cliente presentan los documentos del proyecto junto con una licencia (visado) emitida por el colegio de arquitectos.

Además de efectuar las verificaciones desde el punto de vista de la ordenación urbana, las autoridades locales también comprueban el cumplimiento de las regulaciones sobre incendios y salud, así como otras regulaciones locales específicas, particularmente en el caso de edificios públicos.

Finalizada la construcción, el arquitecto firma el certificado de aceptación, que debe llevar el sello del colegio de arquitectos una vez que el cliente ha satisfecho a éste la totalidad de los honorarios del arquitecto. A continuación se presenta el certificado ante las autoridades locales para la obtención de la licencia de apertura.

1.2 Normativas y Regulaciones

En España los reglamentos de construcción los aprueba fundamentalmente el gobierno, pero desde 1980 las comunidades autónomas también disfrutan de las competencias para hacerlo.

Desde 1977 la legislación se ha dividido explícitamente en dos clases:

- Las normas básicas (normas básicas de la edificación) (NBE), que son las únicas normativas de obligado cumplimiento.

- Las normas técnicas (normas tecnológicas de la edificación) (NTE), cuyo cumplimiento es aconsejable pero no obligatorio.

El MOPU ha publicado un índice de la legislación sobre edificación, el Índice de Disposiciones Relacionadas con la Edificación (última edición de 1987).

La Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Construcción del MOPU redacta o aprueba códigos de práctica (Soluciones Homologadas de Edificación) (SHE) cuya utilización garantiza el cumplimiento de los requisitos mínimos de las NBE.

En España, las normativas de productos, para todas las industrias, las fija la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

En términos generales, no existe la obligación legal de utilizar productos aprobados y tampoco existen restricciones a la importación de productos que no cumplan o no hayan sido aprobados con respecto a las normativas UNE.

Las pruebas para la certificación de proveedores y productos las efectúan laboratorios de ensayo aprobados. En 1986 se estableció un nuevo sistema de acreditación para los laboratorios, la Red Española de Laboratorios de Ensayo.

2. FORMAS DE CONTRATO

En el sector privado no existen prácticas de adjudicación reguladas ni formas de contrato homologadas. En cambio, el sector público está fuertemente regulado, al igual que ocurre en otros países en los que está vigente el Código Napoleónico.

Los principios contractuales básicos están reflejados en el Código Civil y en el Código de Comercio. La redacción de cada contrato es una cuestión concerniente a las partes involucradas. No existen formas homologadas.

- Contrato por precio alzado global y precio cerrado. Esta fórmula sólo se utiliza raramente, excepto en el caso de viviendas unifamiliares.

- Contrato por precio determinado en función de la unidad y cantidad. Constituye la forma de contrato más habitual.

- Contrato por administración. Tan sólo se utiliza raramente.

Los contratos públicos están regulados por:

- La Ley de Contratos del Estado.

- La Regulación General de Contratos del Estado.

- El Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG)

Las comunidades autónomas disfrutan de las competencias para la aprobación de su propia legislación de adjudicación, aunque hasta ahora han seguido la legislación estatal.

Normalmente los contratos públicos se basan en un sistema por precio fijo, sujeto a fórmulas de incremento de los costes que están contenidas de manera detallada en los reglamentos.

3. MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

3.1 Adjudicación en el Sector Privado

Frecuentemente la elección de un fabricante por parte de un promotor privado puede verse influida por las complejas interrelaciones existentes en el mercado español.

3.2 Adjudicación en el Sector Público

Será necesario introducir nuevas leyes con el fin de adoptar las nuevas directivas de la

CE sobre la adjudicación en el sector público. Las directivas de la CE existentes se incorporaron en el decreto 2528/1986. Los procedimientos existentes se incorporaron a la legislación mediante los contratos estatales descritos en la sección anterior.

La legislación existente (modificada en 1986) especifica los tres tipos de procedimientos de licitación que se indican a continuación:

- Subasta en la que los documentos de licitación han de incluir una medición de la obra que indique la totalidad de los precios.
- Concurso en el que la medición de la obra no incluye los precios o no se presenta y el contrato se adjudica a la "oferta más ventajosa".
- Contratación directa (negociación) en la que el precio se negocia directamente con un candidato seleccionado en base a criterios técnicos.

4. RESPONSABILIDADES

4.1 Responsabilidades de los Arquitectos

El arquitecto tiene la responsabilidad plena en cuanto a las investigaciones del terreno, proyecto y vigilancia de la obra y proporciona asesoramiento acerca del nombramiento de un fabricante.

4.2 Responsabilidades de los Aparejadores

Normalmente, los aparejadores son responsables, actuando al servicio del arquitecto, de las mediciones de la obra, de las estimaciones de costes, de los presupuestos detallados y del control de los pagos.

5. SEGUROS Y GARANTÍAS

El Código Civil español adoptó un sencillo enfoque con respecto a la responsabilidad de la construcción, similar al del Código Napoleónico. El código se basa en los dos principios básicos siguientes.

- Una estricta responsabilidad de diez años de duración para defectos graves.
- El reparto de la responsabilidad entre el contratista principal y dos profesionales independientes, el arquitecto y el aparejador.

Tanto los arquitectos como los aparejadores cuentan con un seguro de responsabilidad civil contratado por medio de sus colegios.

No existe la obligación de contratar una póliza de seguros y algunos profesionales que no efectúan la práctica de su profesión por su cuenta o cuentan con un volumen de trabajo reducido, no lo hacen.

SUECIA

1. INTRODUCCIÓN

La situación contractual sueca en el sector de la construcción está homologada y bien establecida entre las diversas partes. En 1992 se estableció una nueva regulación general, llamada AB 92 (la anterior era la AB 72).

En Suecia existe un marco adecuado para la programación y mantenimiento de los edificios durante su vida útil.

2. CONTROLES

Los reglamentos están fuertemente controlados tanto por el estado como por las municipalidades. La obtención del permiso por parte de las autoridades de reglamentación urbana puede ocasionar prolongados retrasos en la construcción.

Algunos ejemplos de diversos reglamentos para la construcción y de códigos son “Boverkets nybyggnadsregler” (reglamentos y recomendaciones generales), BBK (estructuras de hormigón), BSK (estructuras metálicas), etc.

También existen leyes de construcción a nivel estatal que cubren los reglamentos administrativos y la ejecución de las obras. Suecia también cuenta con leyes y directivas adicionales aplicables a ciertos tipos de construcciones e instalaciones.

En Suecia se observa una fuerte tendencia en favor de conferir a la industria un mayor grado de responsabilidad con respecto a sus productos y trabajos.

Además de los reglamentos especiales de obligado cumplimiento para el suministro de energía, protección medioambiental y servicios e instalaciones mecánicas, también existen directrices industriales.

En aquellos casos en los que los materiales y componentes utilizados no cuentan con una utilización o pruebas generalizadas, es necesario obtener una aprobación gubernamental o marcas de pruebas. Además, en el caso de materiales y componentes que han de incorporarse a construcciones permanentes es necesario obtener una garantía de calidad formal. Los materiales y componentes que requieran la obtención de marcas o de garantías de calidad aparecen citados en los reglamentos gubernamentales. Tanto las pruebas como las aprobaciones han de ser efectuadas por organismos autorizados.

3. CONTRATOS

3.1 Generalidades

Los contratos del sector público siempre adoptan formas homologadas específicas de acuerdo con la nueva “AB 92” (reglamentos generales para los trabajos contractuales).

La forma homologada más importante es la "AB 92".

La utilización de procedimientos de cualificación previa con el objeto de verificar la capacidad y conocimientos técnicos de los fabricantes no resulta habitual. Actualmente se utilizan en conjunción con procedimientos de licitación restringida y su utilización aumentará en los próximos años.

3.2 Formas de Contratos

(a) ***Contrato por precio alzado global***

Las partes acuerdan una suma global fija para el trabajo contractual. Si el alcance del trabajo no sufre modificaciones, el precio es fijo. El precio fijo puede someterse a un ajuste de precios.

Normalmente este tipo de contrato se utiliza para la contratación llave en mano y general.

(b) ***Contrato por precio unitario***

Los contratos por precio unitario exigen una descripción de los trabajos que incluya especificaciones técnicas y una medición de la obra. El fabricante proporciona precios fijos para todas las partidas de las mediciones. Las cantidades que proporciona el cliente son estimaciones. El coste final se determina una vez finalizados los trabajos. Esta es una forma habitual de contrato para los proyectos de carreteras.

(c) ***Contrato por el coste más honorarios***

El pago al fabricante se efectúa de acuerdo con sus costes reales.

3.3 Métodos de Adjudicación

(a) ***Contrato dividido***

Cuando se utiliza este método, el cliente firma contratos independientes con el proyectista y con varios fabricantes globales. Las responsabilidades del proyecto y de la construcción son independientes.

(b) ***Contratación general***

Los contratos son por precio alzado global y precio fijo con o sin ajuste de precios.

(i) El cliente organiza el proyecto y la construcción por separado. El fabricante general es responsable de la ejecución de la totalidad de los trabajos y efectúa él mismo las partes más importantes. También asigna los paquetes individuales a los subcontratistas. Con frecuencia el proyecto detallado es responsabilidad del fabricante general.

(ii) Construcción de 'Proyecto y Ejecución'

En este caso, el fabricante general se hace cargo de la responsabilidad plena del proyecto y de la construcción en su totalidad. Asigna varios contratos globales individuales a los subcontratistas pero es él mismo quien efectúa la parte más importante de las obras.

(iii) Construcción de 'Proyecto, Construcción y Gestión'

Se trata de una ampliación de la Construcción de 'Proyecto y Ejecución' en la que el fabricante también es responsable de la gestión del edificio acabado.

(c) ***Contratación por administración***

El fabricante se hace cargo de la responsabilidad del proyecto y de los trabajos de construcción en su totalidad, pero no efectúa ninguno de estos trabajos directamente. Son una serie de fabricantes, ligados contractualmente al fabricante principal, quien suple al cliente, los encargados de efectuar los trabajos. En ocasiones estos contratos se basan en un sistema de coste más honorarios.

5. RESPONSABILIDADES

Normalmente existen unas divisiones claras de las responsabilidades. El cliente es responsable de la adjudicación del contrato, de la recepción de la obra una vez finalizados los trabajos y de los pagos.

Los ingenieros son responsables de la aportación técnica en sus campos de especialización como, por ejemplo, el proyecto estructural. Las responsabilidades cubren el proyecto detallado, los planos, la licitación y la vigilancia por medio de la regla de “YOKEL 72”.

El fabricante es responsable ante el cliente de la ejecución de los trabajos, garantías, mantenimiento de la planificación y de algunos aspectos del proyecto detallado y de los planos de taller. Las responsabilidades de los subcontratistas son las mismas.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

En ocasiones los fabricantes suscriben una póliza de seguros contra daños durante la construcción como, por ejemplo, “una póliza a todo riesgo”.

En términos generales, se ofrece al cliente una garantía de dos años de duración tras la terminación de los trabajos. El establecimiento de una garantía de ocho años de duración con respecto a la responsabilidad, lo cual aumentaría los costes contractuales en un 1-2%, es actualmente objeto de discusión.

7. MEJORAS FUTURAS

Actualmente se está estudiando la manera de aumentar la responsabilidad de los fabricantes, véanse los párrafos anteriores.

Se pondrá un mayor énfasis en facilitar una educación práctica para los proyectistas y los constructores.

REINO UNIDO

1. INTRODUCCIÓN

El mercado británico está bien desarrollado y dispone de normativas técnicas adecuadas. Se utilizan varias rutas para la adjudicación en el sector de la construcción, dependiendo del tamaño y tipo del edificio y de las preferencias del cliente. En el caso particular de las estructuras metálicas, la responsabilidad del proyecto de la estructura y del proyecto detallado de las uniones se divide frecuentemente entre diversas organizaciones. Con frecuencia se contratan los servicios de un Ingeniero Consultor para el proyecto de la estructura, incluyendo la elección de los perfiles, mientras que normalmente el Constructor efectúa el proyecto detallado de las uniones con el fin de que resistan las cargas proporcionadas por el Proyectista. Por lo tanto, existen contratos independientes para las diferentes operaciones. Un número de trabajos cada vez mayor se efectúan mediante el método de "Proyecto y Ejecución", en el que la responsabilidad de la totalidad de las operaciones recae sobre una única organización. La realización de un cierto grado de subcontratación resulta habitual.

2. CONTROLES

Además de los requisitos de carácter general para la obtención de la licencia por parte de las autoridades de ordenación para la obra en conjunto, es necesario satisfacer el Reglamento de Construcción. Estos reglamentos están administrados por las autoridades locales en cuyo territorio se va a efectuar la construcción del edificio. En el caso de pórticos estructurales, esta administración implica la verificación de los cálculos con el objeto de asegurar el cumplimiento de los reglamentos. Esta verificación se consigue normalmente asegurando la conformidad con la normativa nacional o europea pertinente pero, en casos excepcionales, el Funcionario de Control de la Construcción puede aceptar otras alternativas.

En el caso de productos para los que los códigos no resultan apropiados, normalmente se aceptan los resultados de ensayos verificados por la British Board of Agreement u otros organismos independientes reconocidos, tales como universidades.

3. CONTRATOS

La mayor parte de los trabajos que incluyen acero estructural se efectúan en forma de subcontratas concedidas al fabricante principal. La forma de contrato utilizada normalmente es la JCT 80, aunque pueden utilizarse muchas variantes. Cuando se efectúa la medición de las estructuras de acero, en contraposición a un sistema por precio alzado global, ésta se lleva a cabo de acuerdo con la SMM7 (RICS Standard Method of Measurement 7th edition).

Uno de los problemas de la actividad es la falta de un enfoque y contrato homologados. Es necesario tener un gran cuidado para entender

los requisitos legales y técnicos de cada contrato. La publicación de la "National Structural Steelwork Specification" sirve de ayuda en este proceso.

4. PRINCIPALES MÉTODOS DE ADJUDICACIÓN

Las tres vías de adjudicación principales son:

4.1 Tradicional

Cuando se utiliza este método, el proyecto del edificio lo efectúa el equipo profesional del cliente, que a continuación selecciona un fabricante principal que organiza los trabajos y nombra sus subcontratistas. El Equipo de Proyecto puede preseleccionar y nombrar a los subcontratistas.

4.2 Contratación por Administración

Cuando se utiliza este sistema, el cliente nombra un fabricante de la administración durante las primeras fases de los trabajos. Éste trabaja junto con el equipo de proyecto y proporciona asesoramiento sobre los aspectos prácticos del proyecto y también asegura que el desarrollo de los trabajos se ajuste al programa fijado. También efectúa el nombramiento y dirige el trabajo de los diversos subcontratistas.

Los subcontratistas especializados, de los que el Proveedor de Estructuras Metálicas forma parte, son responsables del proyecto detallado, trabajo de taller y montaje de los diversos paquetes de trabajo.

La subcontrata del acero incluye la estructura y barras secundarias y, dependiendo del tipo de trabajo, el revestimiento, pisos, pasamanos, etc.

4.3 Proyecto y Construcción en la Obra

El cliente proporciona, asistido por profesionales, un borrador del programa y una especificación de la actuación. La parte restante del proyecto y su construcción se asignan mediante licitación pública.

La dirección de las obras es tarea de cada fabricante de la licitación. Normalmente la estructura de acero de construcción la proporciona un subcontratista, igual que en el caso anterior, pero con la responsabilidad adicional del proyecto de la misma, además del proyecto detallado, trabajo de taller y montaje.

5. RESPONSABILIDADES

El equipo profesional, que incluye arquitectos, ingenieros, e inspectores de calidad, es responsable de la preparación del proyecto global del edificio. El grado en el que profundicen en el proyecto detallado depende de la forma de contrato que se utilice y de los tipos de subcontratistas especializados.

El fabricante principal o de la administración es responsable de la organización de los trabajos en la obra, con garantías de seguridad y cumpliendo el programa fijado, y de la coordinación de los diversos subcontratistas. El fabricante es responsable ante el cliente del trabajo de los subcontratistas.

6. SEGUROS Y GARANTÍAS

Existen requisitos estatutarios relativos a los seguros como, por ejemplo, la Responsabilidad Civil, con el fin de cubrir los daños, tanto materiales como personales. El trabajo completado está sujeto a un período contractual de mantenimiento, que con frecuencia es de 12 meses de duración. Una vez finalizado este período, las responsabilidades están cubiertas por la legislación.

En ocasiones se exigen garantías de rendimiento, especialmente con respecto a la corrosión de algunos componentes, aunque no resulta una práctica normal.

7. MEJORAS FUTURAS

Es probable que las mejoras más importantes se produzcan como resultado del establecimiento de un enfoque más conciliador de la construcción. Actualmente este cambio se ve inhibido por la actitud litigadora de fabricantes y subcontratistas, así como por la tentación de incrementar los beneficios recurriendo a demandas ante los tribunales.

Un mayor conocimiento de la construcción moderna y del trabajo de taller por parte de los proyectistas y de los inspectores de calidad también sería una gran ayuda.