Solo los textos CEPE/ONU originales tienen efecto jurídico en el marco del Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben consultarse en la última versión del documento de situación CEPE/ONU TRANS/WP.29/343, disponible en: http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html

Reglamento nº 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — Prescripciones técnicas uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura

Adenda 65: Reglamento nº 66

Revisión 1

Incluye todos los textos válidos hasta:

el suplemento 1 de la versión original del Reglamento, con fecha de entrada en vigor: el 3 de septiembre de 1997;

la serie 01 de modificaciones, con fecha de entrada en vigor: el 9 de noviembre de 2005.

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Términos y definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones y requisitos generales
6. Modificación y extensión de la homologación de un tipo de vehículo
7. Conformidad de la producción
8. Sanciones por no conformidad de la producción
9. Cese definitivo de la producción
10. Disposiciones transitorias
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación, y de los departamentos administrativos

ANEXOS

Anexo 1 Comunicación relativa a un tipo de vehículo en lo que concierne a la resistencia de su superestructura, con arreglo al Reglamento nº 66

Anexo 2 Ejemplo de marca de homologación

Anexo 3 Determinación del centro de gravedad del vehículo

Anexo 4 Perspectivas de la descripción estructural de la superestructura

Anexo 5 Ensayo de vuelco como método básico de homologación

Anexo 6 Ensayo de vuelco utilizando secciones de la carrocería como método de homologación equivalente

Anexo 7 Ensayo de carga cuasiestática de secciones de la carrocería como método de homologación equivalente

Apéndice 1: Determinación del movimiento vertical del centro de gravedad durante el vuelco

Anexo 8 Cálculo cuasiestático basado en el ensayo de componentes como método de homologación equivalente

Apéndice 1: Características de las bisagras plásticas

Anexo 9 Simulación por ordenador del ensayo de vuelco de un vehículo completo como método de homologación equivalente

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento se aplica a los vehículos de un solo piso, rígidos o articulados, diseñados y construidos para el transporte de más de 22 viajeros, sentados o de pie, además del conductor y los miembros del personal.

2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

A los efectos del presente Reglamento, se utilizarán los siguientes términos y definiciones:

2.1. **Unidades de medida**

Las unidades de medida serán las siguientes:

dimensiones y distancias lineales	metros (m) o milímetros (mm)
masa o carga	kilogramos (kg)
fuerza (y peso)	newtons (N)
momento	newton-metros (Nm)
energía	julios (J)
constante gravitacional	9,81 (m/s^2)

2.2. Se entenderá por «vehículo» el autobús o autocar diseñado y equipado para el transporte de viajeros. El vehículo es una representación individual de un tipo de vehículo.

2.3. Se entenderá por «tipo de vehículo» la categoría de vehículos fabricados con la misma especificación técnica de diseño, las mismas dimensiones principales y la misma disposición de construcción. El tipo de vehículo vendrá definido por el fabricante del vehículo.

2.4. Se entenderá por «familia de tipos de vehículo» los tipos de vehículo, actuales y futuros, que estén incluidos en la homologación del peor caso, en relación con el presente Reglamento.

2.5. Se entenderá por «el peor caso» el tipo de vehículo, dentro de un grupo de tipos de vehículo, que tenga menos probabilidades de cumplir los requisitos del presente Reglamento por lo que respecta a la resistencia de su superestructura. Los tres parámetros que definen el peor caso son: la resistencia estructural, la energía de referencia y el espacio de supervivencia.

2.6. Se entenderá por «homologación de un tipo de vehículo» el proceso oficial completo mediante el cual el tipo de vehículo se somete a control y a ensayo para demostrar que cumple todos los requisitos especificados en el presente Reglamento.

2.7. Se entenderá por «extensión de la homologación» el proceso oficial mediante el cual un tipo de vehículo modificado se homologa sobre la base de un tipo de vehículo previamente homologado, comparando los criterios de estructura, energía potencial y espacio residual.

2.8. Se entenderá por «vehículo articulado» el formado por dos o más secciones rígidas, articuladas entre sí, en el cual los compartimentos de viajeros de cada sección se intercomuniquen, de manera que los viajeros puedan desplazarse libremente por ellos; las secciones rígidas han de estar permanentemente conectadas y solo podrán separarse mediante una operación en la que se utilicen herramientas que normalmente solo se encuentren en un taller.

2.9. Se entenderá por «compartimento de viajeros» el espacio destinado a ser utilizado por los viajeros, salvo el ocupado por instalaciones fijas, como bares, cocinas o aseos.

2.10. Se entenderá por «compartimento del conductor» el espacio destinado al uso exclusivo del conductor, en el que se encuentren el asiento del conductor, el volante, los mandos, los instrumentos y otros dispositivos necesarios para conducir el vehículo.

2.11. Se entenderá por «retención del ocupante» el dispositivo que, en caso de vuelco, mantenga unidos a su asiento a los viajeros, el conductor o los miembros del personal.

2.12. Se entenderá por «plano central longitudinal vertical» (VLCP) el plano vertical que atraviesa los puntos medios de la trayectoria del eje delantero y del eje trasero.

2.13. Se entenderá por «espacio de supervivencia» el espacio que ha de quedar en el compartimento o compartimentos del conductor, de los viajeros y del personal para que el conductor, los viajeros y el personal tengan más posibilidades de sobrevivir en caso de vuelco.

2.14. Se entenderá por «masa en orden de marcha» (M_k) la masa del vehículo, sin ocupantes ni carga, pero con 75 kg de masa del conductor, la masa del combustible correspondiente al 90 % de la capacidad del depósito especificada por el fabricante y, en su caso, la masa del refrigerante, el lubrificante, las herramientas y la rueda de repuesto.

2.15. Se entenderá por «masa total de ocupantes» (M_m) la masa combinada de los viajeros y el personal que ocupe asientos equipados con retenciones del ocupante.

2.16. Se entenderá por «masa total efectiva del vehículo» (M_t) la masa en orden de marcha del vehículo (M_k) combinada con la proporción (k = 0,5) de la masa total de ocupantes (M_m) que se considere que está firmemente sujeta al vehículo.

2.17. Se entenderá por «masa individual del ocupante» (M_{mi}) la masa de un solo ocupante, cuyo valor es de 68 kg.

2.18. Se entenderá por «energía de referencia» (E_R) la energía potencial del tipo de vehículo que se va a homologar, medida en relación con el nivel inferior horizontal de la cuneta en la posición inicial, inestable, del proceso de vuelco.

2.19. Se entenderá por «ensayo de vuelco de un vehículo completo» el ensayo realizado con un vehículo completo, a escala real, para probar la resistencia exigida de la superestructura.

2.20. Se entenderá por «banco de ensayo» el dispositivo técnico, compuesto por la plataforma de basculamiento, la cuneta y una superficie de cemento, utilizado en el ensayo de vuelco de un vehículo completo o de secciones de la carrocería.

2.21. Se entenderá por «plataforma de basculamiento» el plano rígido que puede rotar alrededor de un eje horizontal para hacer bascular a un vehículo completo o una sección de la carrocería.

2.22. Se entenderá por «carrocería» la estructura completa del vehículo en orden de marcha, incluidos todos los elementos estructurales que componen el compartimento de viajeros, el compartimento del conductor, el compartimento de equipajes y los espacios para las unidades y componentes mecánicos.

2.23. Se entenderá por «superestructura» los componentes de la carrocería que soportan la carga, con arreglo a la definición del fabricante, contienen las partes y elementos coherentes que contribuyen a la resistencia y la capacidad de absorción de energía de la carrocería y preservan el espacio de supervivencia en el ensayo de vuelco.

2.24. Se entenderá por «segmento» la sección estructural de la superestructura que forma una curva cerrada entre dos planos perpendiculares al plano central longitudinal vertical del vehículo. El segmento contiene un montante de ventana (o puerta) en cada lado del vehículo, así como elementos de la pared lateral, una sección de la estructura del techo y una sección de la estructura del piso y del falso piso.

2.25. Se entenderá por «sección de la carrocería» una unidad estructural que representa una parte de la superestructura a efectos del ensayo de homologación. Una sección de la carrocería contiene, al menos, dos segmentos unidos por elementos de conexión representativos (estructuras laterales, del techo y del falso piso).

2.26. Se entenderá por «sección original de la carrocería» una sección de la carrocería compuesta por dos o más segmentos que tengan exactamente la misma forma y posición relativa que presentan en el vehículo real. Los elementos de conexión entre los segmentos también estarán dispuestos exactamente igual a como lo están en el vehículo real.

2.27. Se entenderá por «sección artificial de la carrocería» una sección de la carrocería compuesta por dos o más segmentos, pero no colocados en la misma posición ni a la misma distancia unos de otros que en el vehículo real. Los elementos de conexión entre dichos segmentos no tendrán que ser idénticos a la estructura de la carrocería real, pero sí estructuralmente equivalentes.

2.28. Se entenderá por «parte rígida» una parte o elemento estructural que no presente una deformación ni una absorción de energía significativas durante el ensayo de vuelco.

2.29. Se entenderá por «zona plástica» una parte especial de la superestructura, limitada geométricamente, en la cual, como resultado de fuerzas dinámicas de impacto:

— se concentren grandes deformaciones plásticas,

— se produzca una distorsión esencial de la forma original (sección transversal, longitud u otra magnitud geométrica),

— se produzca una pérdida de estabilidad, como consecuencia del pandeo local,

— se absorba energía cinética debido a la deformación.

2.30. Se entenderá por «bisagra plástica» una zona plástica simple formada en un elemento tipo varilla (tubo sencillo, columna de ventana, etc.).

2.31. Se entenderá por «travesaño superior» la parte estructural longitudinal de la carrocería situada por encima de las ventanas laterales, que incluye la transición semicircular hacia la estructura del techo. En el ensayo de vuelco, el travesaño superior es el primero en golpear el suelo.

2.32. Se entenderá por «travesaño inferior» la parte estructural longitudinal de la carrocería situada por debajo de las ventanas laterales. En el ensayo de vuelco, el travesaño inferior puede ser la segunda zona que entre en contacto con el suelo, tras la deformación inicial de la sección transversal del vehículo.

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

3.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la resistencia de su superestructura la presentará el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado al departamento administrativo.

3.2. Irá acompañada de los documentos mencionados a continuación, por triplicado, y de los datos siguientes:

3.2.1. los principales datos identificativos y parámetros del tipo de vehículo o grupo de tipos de vehículo:

3.2.1.1. los dibujos de la disposición general del tipo de vehículo, su carrocería y distribución interior, con las dimensiones principales; se indicará claramente qué asientos están equipados con retenciones para viajeros, así como las dimensiones precisas de su ubicación en el vehículo;

3.2.1.2. la masa en orden de marcha del vehículo y las cargas por eje correspondientes;

3.2.1.3. la posición exacta del centro de gravedad del vehículo sin carga, junto con el informe de medidas; para determinar la posición del centro de gravedad, se utilizarán los métodos de medición y cálculo descritos en el anexo 3;

3.2.1.4. la masa total efectiva del vehículo y las cargas por eje correspondientes;

3.2.1.5. la posición exacta del centro de gravedad de la masa total efectiva del vehículo, junto con el informe de medidas; para determinar la posición del centro de gravedad, se utilizarán los métodos de medición y cálculo descritos en el anexo 3;

3.2.2. la totalidad de los datos y la información necesarios para evaluar los criterios del peor caso en un grupo de tipos de vehículo:

3.2.2.1. el valor de la energía de referencia (E_R), que es el resultado de multiplicar la masa del vehículo (M) por la constante de gravedad (g) y la altura (h_1) del centro de gravedad, con el vehículo en posición de equilibrio inestable al inicio del ensayo de vuelco (véase la figura 3):

$$E_R = M \cdot g \cdot h_1 = M \cdot g\left[0{,}8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2}\right]$$

donde:

M = M_k, la masa en orden de marcha del tipo de vehículo, si no está equipado con retenciones del ocupante, o

M_t, la masa total efectiva del vehículo, si está equipado con retenciones del ocupante, y

M_t = $M_k + k \times M_m$, donde k = 0,5,

h_0 = la altura (en metros) del centro de gravedad del vehículo para el valor de masa (M) elegido

t = la distancia perpendicular (en metros) del centro de gravedad del vehículo desde su plano central longitudinal vertical

B = la distancia perpendicular (en metros) del plano central longitudinal vertical del vehículo al eje de rotación en el ensayo de vuelco

g = la constante gravitacional

h_1 = la altura (en metros) del centro de gravedad del vehículo en su posición inicial, inestable, con respecto al plano inferior horizontal de la cuneta;

3.2.2.2. los dibujos y la descripción detallada de la superestructura del tipo de vehículo o grupo de tipos de vehículo con arreglo al anexo 4;

3.2.2.3. los dibujos detallados del espacio de supervivencia con arreglo al apartado 5.2 para cada tipo de vehículo que se vaya a homologar;

3.2.3. otra documentación, parámetros y datos detallados, dependiendo del método de ensayo de homologación elegido por el fabricante, con arreglo a lo descrito en los anexos 5, 6, 7, 8 y 9;

3.2.4. en el caso de un vehículo articulado, toda esta información se facilitará por separado para cada sección del tipo de vehículo, excepto por lo que se refiere al apartado 3.2.1.1, que hace referencia al vehículo completo.

3.3. Previa petición del servicio técnico, se presentará un vehículo completo (o un vehículo correspondiente a cada tipo de vehículo, si la homologación se solicita para un grupo de tipos de vehículo) para comprobar su masa en orden de marcha, las cargas por eje, la posición del centro de gravedad y cualquier otro dato o información pertinente para la resistencia de la superestructura.

3.4. Dependiendo del método de ensayo de homologación elegido por el fabricante, se presentarán al servicio técnico, previa petición de este, muestras adecuadas. La disposición y el número de muestras se acordarán con el servicio técnico. Cuando las muestras hayan sido sometidas a ensayo anteriormente, se presentarán los informes correspondientes.

4. HOMOLOGACIÓN

4.1. Si el tipo de vehículo o el grupo de tipos de vehículo presentados para homologación con arreglo al presente Reglamento cumplen los requisitos del apartado 5, se les concederá la homologación.

4.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de vehículo homologado. Los dos primeros dígitos (actualmente 01, que corresponden a la serie 01 de modificaciones) indicarán la serie de modificaciones que incluya los cambios técnicos importantes más recientes introducidos en el Reglamento en el momento en que se expidió la homologación. La misma Parte contratante no deberá asignar el mismo número a otro tipo de vehículo.

4.3. La homologación, o la denegación o extensión de la homologación, de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento se comunicará a las Partes en el Acuerdo que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de comunicación (véase el anexo 1) y de los dibujos y diagramas facilitados por el solicitante de la homologación en el formato acordado entre el fabricante y el servicio técnico. Los documentos en papel deberán poder doblarse en formato A4 (210 mm × 297 mm).

4.4. Se colocará una marca de homologación internacional, de manera visible y en un lugar fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación, en cada vehículo que se ajuste a un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, que consistirá en:

4.4.1. un círculo con la letra mayúscula «E» en su interior, seguido del número distintivo del país que haya concedido la homologación ([1]);

4.4.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el apartado 4.4.1.

4.5. La marca de homologación deberá ser claramente legible e indeleble.

4.6. La marca de homologación se situará en la placa de datos del vehículo colocada por el fabricante, o cerca de la misma.

4.7. En el anexo 2 del presente Reglamento figura un ejemplo de marca de homologación.

5. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS GENERALES

5.1. **Requisitos**

La superestructura del vehículo tendrá la resistencia suficiente como para garantizar que el espacio de supervivencia no resulte dañado durante el ensayo de vuelco del vehículo completo ni una vez finalizado este; es decir:

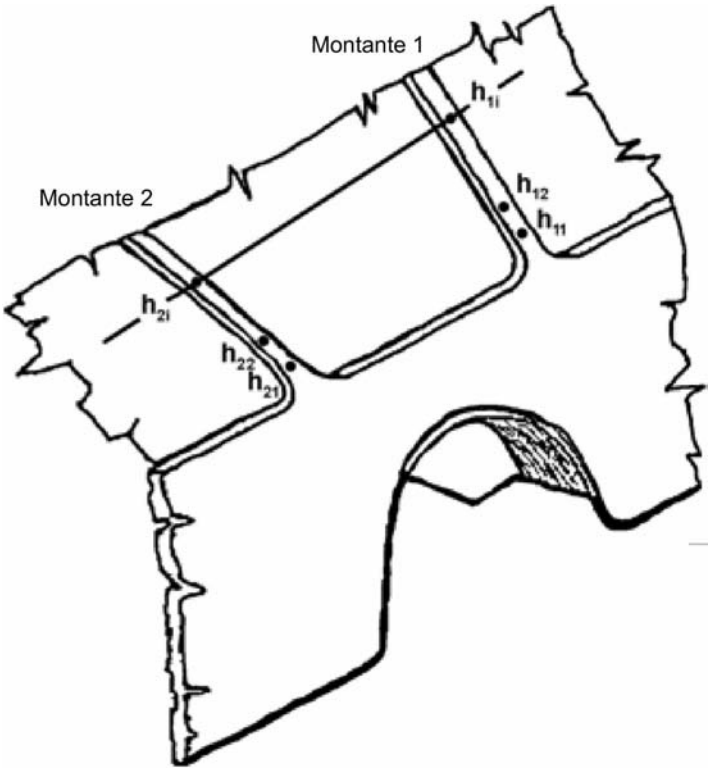
5.1.1. ninguna parte del vehículo que se encuentre fuera del espacio de supervivencia al inicio del ensayo (por ejemplo, montantes, anillas de seguridad o rejillas portaequipajes) invadirá el espacio de supervivencia durante el ensayo; a la hora de evaluar la invasión del espacio de supervivencia se ignorarán todas las partes estructurales que originalmente se encuentren en dicho espacio (por ejemplo, barras de sujeción verticales, tabiques, cocinas o aseos);

([1]) 1 para Alemania, 2 para Francia, 3 para Italia, 4 para los Países Bajos, 5 para Suecia, 6 para Bélgica, 7 para Hungría, 8 para la República Checa, 9 para España, 10 para Serbia y Montenegro, 11 para el Reino Unido, 12 para Austria, 13 para Luxemburgo, 14 para Suiza, 15 (sin asignar), 16 para Noruega, 17 para Finlandia, 18 para Dinamarca, 19 para Rumanía, 20 para Polonia, 21 para Portugal, 22 para Rusia, 23 para Grecia, 24 para Irlanda, 25 para Croacia, 26 para Eslovenia, 27 para Eslovaquia, 28 para Belarús, 29 para Estonia, 30 (sin asignar), 31 para Bosnia y Herzegovina, 32 para Letonia, 33 (sin asignar), 34 para Bulgaria, 35 (sin asignar), 36 para Lituania, 37 para Turquía, 38 (sin asignar), 39 para Azerbaiyán, 40 para la Antigua República Yugoslava de Macedonia, 41 (sin asignar), 42 para la Comunidad Europea (sus Estados miembros conceden las homologaciones utilizando su símbolo CEPE respectivo), 43 para Japón, 44 (sin asignar), 45 para Australia, 46 para Ucrania, 47 para Sudáfrica, 48 para Nueva Zelanda, 49 para Chipre, 50 para Malta y 51 para la República de Corea. Se asignarán números consecutivos a otros países en el orden cronológico en el que ratifiquen el Acuerdo sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en estos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones, o se adhieran a dicho Acuerdo, y el Secretario General de las Naciones Unidas comunicará los números así asignados a las Partes en el Acuerdo.

5.1.2. ninguna parte del espacio de supervivencia deberá sobresalir del contorno de la estructura deformada; el contorno de la estructura deformada se determinará secuencialmente, entre cada montante de ventana o puerta adyacente; el contorno entre dos montantes deformados será una superficie teórica, determinada por líneas rectas, que conecte los puntos del contorno interior de los montantes que se encontraban a la misma altura sobre el nivel del piso antes del ensayo de vuelco (véase la figura 1).

Figura 1

Especificación del contorno de la estructura deformada



5.2. **Espacio de supervivencia**

El envoltorio del espacio de supervivencia del vehículo se determinará creando en el interior del vehículo un plano transversal vertical que tenga los márgenes descritos en las figuras 2 a) y 2 c) y desplazándolo por la longitud del vehículo [véase la figura 2 b)], como se describe a continuación:

5.2.1. el punto S_R estará situado en el respaldo de cada asiento exterior orientado hacia adelante o hacia atrás (o en la posición supuesta del asiento), 500 mm por encima del piso situado debajo del asiento y a 150 mm de la superficie interior de la pared lateral; no se tendrán en cuenta los pasos de rueda ni demás variaciones de la altura del piso; estas dimensiones también se aplicarán a los asientos orientados hacia el interior, en sus planos centrales;

5.2.2. cuando los dos lados del vehículo no sean simétricos con respecto a la disposición del piso y, por tanto, la altura de los puntos S_R sea diferente, se tomará como plano central longitudinal vertical del vehículo el escalón situado entre las dos líneas del piso del espacio de supervivencia [véase la figura 2 c)];

5.2.3. la posición más atrasada del espacio de supervivencia es un plano vertical situado 200 mm por detrás del punto S_R del asiento exterior más atrasado o la cara interna de la pared trasera del vehículo cuando esté situada a menos de 200 mm por detrás del punto S_R;

la posición más adelantada del espacio de supervivencia es un plano vertical situado 600 mm por delante del punto S_R del asiento más adelantado (ya sea de viajero, conductor o miembro del personal) del vehículo, colocado en su posición más adelantada;

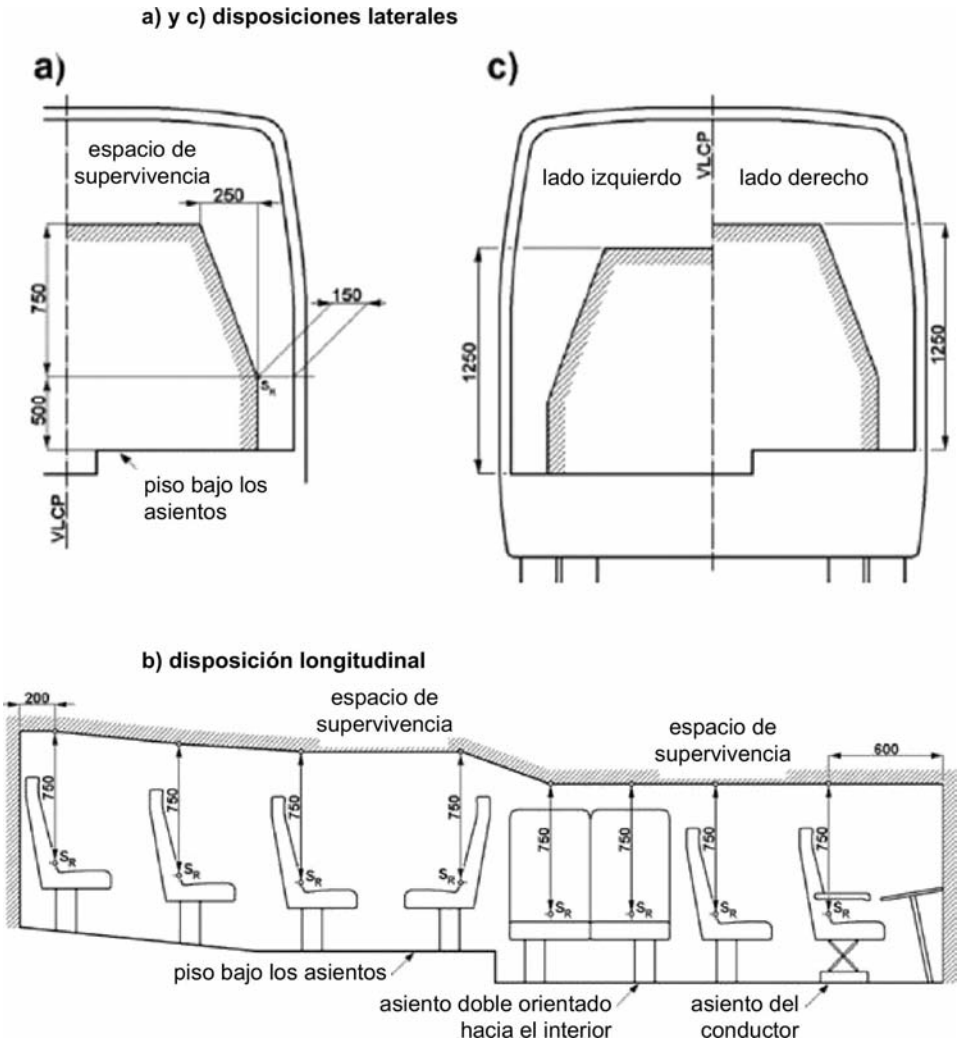
si el asiento más adelantado y el más atrasado en los dos lados del vehículo no se encuentran en los mismos planos transversales, la longitud del espacio de supervivencia en cada lado será diferente;

5.2.4. el espacio de supervivencia entre el plano más atrasado y el más adelantado del compartimento o compartimentos de viajeros, del personal y del conductor es continuo y se determina desplazando, por toda la longitud del vehículo, a lo largo de líneas rectas y a través de los puntos S_R situados a ambos lados del vehículo, el plano transversal vertical definido; detrás del punto S_r del asiento más atrasado y delante del punto S_r del asiento más adelantado las líneas rectas son horizontales;

5.2.5. para simular el peor caso en un grupo de tipos de vehículo y permitir futuros avances de diseño, el fabricante podrá definir un espacio de supervivencia mayor de lo necesario para una disposición de asiento determinada.

Figura 2

Especificación del espacio de supervivencia



5.3. **Especificación del ensayo de vuelco de un vehículo completo como método básico de homologación**

El ensayo de vuelco es un ensayo de basculamiento lateral (véase la figura 3) que se desarrolla como sigue:

5.3.1. el vehículo completo se coloca en la plataforma de basculamiento, con la suspensión bloqueada, y va inclinándose poco a poco hacia su posición de equilibrio inestable; cuando el tipo de vehículo no esté equipado con retenciones del ocupante, se realizará el ensayo en condiciones de masa en orden de marcha; cuando el tipo de vehículo esté equipado con retenciones del ocupante, se realizará el ensayo en condiciones de masa total efectiva del vehículo;

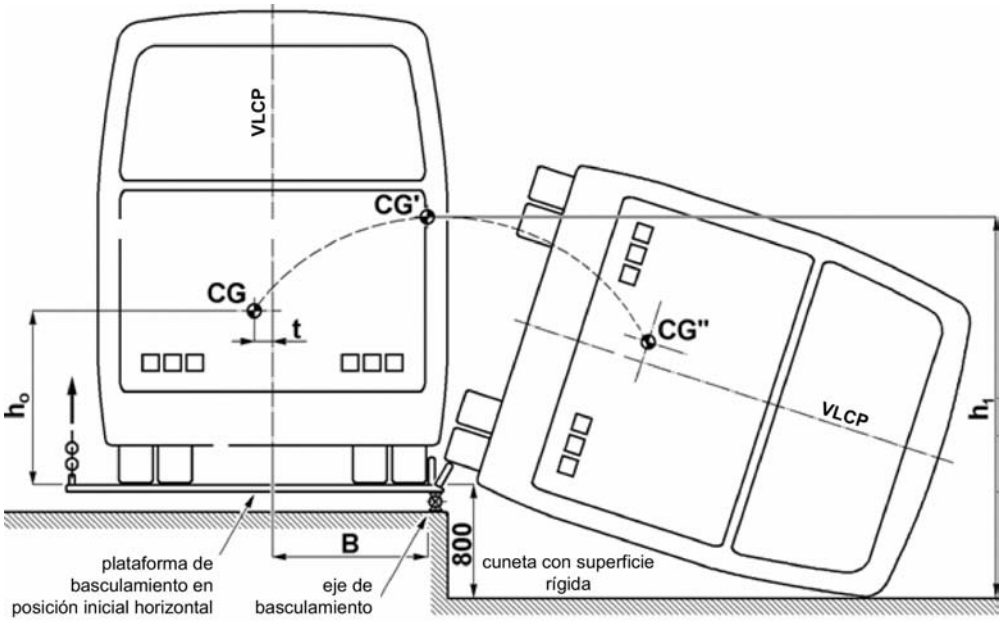
5.3.2. el ensayo de vuelco empieza en la posición inestable del vehículo, con velocidad angular cero y el eje de rotación pasando a través de los puntos de contacto de las ruedas con el suelo; en ese momento, el vehículo se caracteriza por la energía de referencia E_R (véanse el apartado 3.2.2.1 y la figura 3);

5.3.3. el vehículo cae de lado en una cuneta con superficie de cemento, horizontal, seca y lisa, cuya profundidad nominal es de 800 mm;

5.3.4. en el anexo 5 figuran las especificaciones técnicas detalladas del ensayo de vuelco de un vehículo completo como ensayo básico de homologación.

Figura 3

Especificación del ensayo de vuelco de un vehículo completo que muestra la trayectoria del centro de gravedad desde la posición inicial de equilibrio inestable



5.4. **Especificaciones de ensayos de homologación equivalentes**

A iniciativa del fabricante, en lugar del ensayo de vuelco de un vehículo completo puede optarse por uno de los métodos de ensayo de homologación equivalentes que figuran a continuación:

5.4.1. ensayo de vuelco de secciones de la carrocería representativas del vehículo completo, de conformidad con las especificaciones del anexo 6;

5.4.2. ensayos de carga cuasiestática de secciones de la carrocería, de conformidad con las especificaciones del anexo 7;

5.4.3. cálculos cuasiestáticos basados en los resultados de ensayos de componentes, de conformidad con las especificaciones del anexo 8;

5.4.4. simulación por ordenador (mediante cálculos dinámicos) del ensayo básico de vuelco de un vehículo completo, de conformidad con las especificaciones del anexo 9;

5.4.5. el principio básico establece que el método de ensayo de homologación equivalente ha de llevarse a cabo de manera que represente el ensayo básico de vuelco especificado en el anexo 5; si el método de ensayo de homologación equivalente elegido por el fabricante no puede tener en cuenta algunas características especiales de diseño o fabricación del vehículo (por ejemplo, la instalación de aire acondicionado en el techo, la altura variable del travesaño inferior o la altura variable del techo), el servicio técnico podrá exigir que el vehículo completo se someta al ensayo de vuelco especificado en el anexo 5.

5.5. **Ensayo de autobuses articulados**

En el caso de un vehículo articulado, cada una de sus secciones rígidas cumplirá los requisitos generales especificados en el apartado 5.1. Cada sección rígida de un vehículo articulado podrá someterse a ensayo por separado o en combinación, con arreglo a lo descrito en el punto 2.3 del anexo 5 o en el punto 2.6.7 del anexo 3.

5.6. **Dirección del ensayo de vuelco**

El ensayo de vuelco se llevará a cabo en el lado del vehículo que sea más peligroso con respecto al espacio de supervivencia. La decisión la tomará el servicio técnico basándose en la propuesta del fabricante y teniendo en cuenta, como mínimo, los elementos siguientes:

5.6.1. la excentricidad lateral del centro de gravedad y su efecto sobre la energía de referencia en la posición inicial, inestable, del vehículo (véase el apartado 3.2.2.1);

5.6.2. la asimetría del espacio de supervivencia (véase el apartado 5.2.2);

5.6.3. las características de construcción diferentes y asimétricas de los dos lados del vehículo y el soporte que proporcionan los tabiques o habitáculos internos (por ejemplo, el ropero, el aseo o la cocina). El lado con menos soporte será el elegido como dirección del ensayo de vuelco.

6. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO

6.1. Toda modificación de un tipo de vehículo homologado deberá notificarse al departamento administrativo que concedió la homologación. A continuación, dicho departamento podrá:

6.1.1. admitir que no es probable que las modificaciones introducidas tengan un efecto apreciable y que, en cualquier caso, el tipo de vehículo modificado sigue cumpliendo los requisitos del presente Reglamento y forma parte de la misma familia de tipos de vehículo que el tipo de vehículo homologado;

6.1.2. exigir un nuevo informe de ensayo al servicio técnico responsable de llevar a cabo los ensayos, para demostrar que el nuevo tipo de vehículo cumple los requisitos del presente Reglamento y forma parte del mismo grupo de tipos de vehículo que el tipo de vehículo homologado; o

6.1.3. denegar la extensión de la homologación y exigir que se lleve a cabo un nuevo procedimiento de homologación.

6.2. Las decisiones del departamento administrativo y el servicio técnico se basarán en los tres criterios del peor caso:

6.2.1. el criterio estructural, es decir, si la superestructura ha cambiado o no (véase el anexo 4); si no hay cambios o la nueva superestructura es más resistente, el resultado es favorable;

6.2.2. el criterio energético, es decir, si la energía de referencia ha cambiado o no; si el nuevo tipo de vehículo tiene la misma energía de referencia que el homologado o una energía de referencia menor, el resultado es favorable;

6.2.3. el criterio del espacio de supervivencia, basado en la superficie del envoltorio de dicho espacio; si el espacio de supervivencia del nuevo tipo de vehículo se encuentra en su totalidad dentro del espacio de supervivencia del tipo homologado, el resultado es favorable.

6.3. Si los tres criterios descritos en el apartado 6.2 han cambiado favorablemente, se concederá la extensión de la homologación sin necesidad de llevar a cabo nuevas investigaciones.

Si las tres respuestas son desfavorables, es necesario llevar a cabo un nuevo procedimiento de homologación.

Si las respuestas son mixtas, es necesario seguir investigando (ensayos, cálculos o análisis estructurales, por ejemplo). El servicio técnico determinará, en colaboración con el fabricante, las nuevas investigaciones que han de llevarse a cabo.

6.4. La confirmación o denegación de la homologación, en la que se especificarán los cambios realizados, se comunicará a las Partes en el Acuerdo que apliquen el presente Reglamento, mediante el procedimiento indicado en el apartado 4.3.

6.5. El departamento administrativo que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada impreso de comunicación cumplimentado en relación con dicha extensión.

7. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

7.1. El procedimiento de conformidad de la producción se ajustará a lo establecido en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2).

7.2. Todo vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento estará fabricado de conformidad con el tipo homologado cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado 5 del presente Reglamento. Solo se verificarán los elementos designados por el fabricante como parte de la superestructura.

7.3. La frecuencia normal de inspección autorizada por el departamento administrativo será cada dos años. Si, en el transcurso de una inspección, se detectase la no conformidad, el departamento administrativo podría incrementar dicha frecuencia para restablecer la conformidad de la producción lo más rápidamente posible.

8. SANCIONES POR NO CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

8.1. Podrá retirarse la homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 7.

8.2. En caso de que una Parte en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, deberá notificarlo inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación, al final del cual figure la indicación «HOMOLOGACIÓN RETIRADA» en mayúsculas, firmada y fechada.

9. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de la homologación dejara de producir definitivamente un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello al departamento administrativo que concedió la homologación. El departamento administrativo, una vez recibida la comunicación en cuestión, informará a las demás Partes en el Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación al final del cual figure la indicación «CESE DE LA PRODUCCIÓN» en mayúsculas, firmada y fechada.

10. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

10.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de la homologación CEPE con arreglo al mismo, modificado por la serie 01 de modificaciones.

10.2. Una vez transcurridos 60 meses después de la fecha de entrada en vigor, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones CEPE a los nuevos tipos de vehículo definidos en el mismo únicamente si cumplen los requisitos del presente Reglamento, modificado por la serie 01 de modificaciones.

10.3. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no denegarán la concesión de extensiones de la homologación con arreglo a las series anteriores de modificaciones del presente Reglamento.

10.4. Las homologaciones CEPE concedidas con arreglo al presente Reglamento en su forma original antes de que hayan transcurrido 60 meses desde la fecha de entrada en vigor y todas sus extensiones tendrán validez indefinida, sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 10.6. Cuando el tipo de vehículo homologado con arreglo a las series de modificaciones anteriores cumpla los requisitos del presente Reglamento, modificado por la serie 01 de modificaciones, la Parte contratante que concedió la homologación lo notificará a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento.

10.5. Ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la homologación nacional de un tipo de vehículo homologado con arreglo a la serie 01 de modificaciones de dicho Reglamento.

10.6. Transcurridos 144 meses desde la entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes contratantes que lo apliquen podrán denegar la primera matriculación nacional (primera puesta en circulación) de un vehículo que no cumpla los requisitos de la serie 01 de modificaciones de dicho Reglamento.

11. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN, Y DE LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS

Las Partes en el Acuerdo que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación, así como de los departamentos administrativos que concedan la homologación. Los certificados de homologación o de extensión, denegación o retirada de la misma expedidos en otros países se enviarán a los departamentos administrativos de todas las Partes en el presente Acuerdo.

ANEXO 1

COMUNICACIÓN

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Expedida por: Nombre de la administración:
.....
.....
.....

relativa a: (2) LA CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
LA EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
LA DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
LA RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN
EL CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de vehículo en lo que concierne a la resistencia de su superestructura, con arreglo al Reglamento nº 66.

Nº de homologación ..... Nº de extensión .....

1. Denominación comercial o marca del tipo de vehículo: .....
2. Tipo de vehículo: .....
3. Categoría/clase de vehículo: .....
4. Nombre y dirección del fabricante: .....
5. Nombre y dirección del representante del fabricante, en su caso: .....
6. Breve descripción de la superestructura con respecto al apartado 3.2.2.2 del presente Reglamento y al anexo 4: .....
7. Número de referencia del dibujo detallado que muestra el espacio de supervivencia utilizado en el procedimiento de homologación: .....
8. Masa en orden de marcha (kg): ..... y cargas por eje correspondientes (kg): .....
9. Número máximo de asientos que se permite equipar con retenciones del ocupante: .....
10. Posición del centro de gravedad del vehículo sin carga en los planos longitudinal, transversal y vertical: .....

10.1. en condiciones de masa en orden de marcha: .....

10.2. en condiciones de masa total efectiva: .....

11. Si el vehículo está equipado con retenciones del ocupante, además, la masa total efectiva (kg): ..... y las cargas por eje correspondientes (kg): .....
12. Valor de la energía de referencia (E_R), con arreglo a lo especificado en el apartado 3.2.2.1 del presente Reglamento: .....
13. Vehículo presentado para homologación el día: .....
14. Método de ensayo o cálculo utilizado para la homologación: .....
15. Dirección del ensayo de vuelco aplicada o supuesta durante el procedimiento de homologación: .....
16. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....
17. Fecha del informe de ensayo expedido por dicho servicio: .....
18. Número del informe expedido por dicho servicio: .....
19. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada: .....
20. Motivos de la extensión (si procede): .....

21. Emplazamiento de la marca de homologación en el vehículo: .....

Lista de documentos que contienen los datos especificados en el apartado 3.2 del presente Reglamento y en el anexo relativo al método de ensayo de homologación utilizado:

.....

.....

.....

.....

.....

Los documentos enumerados están en posesión del departamento administrativo y pueden obtenerse previa solicitud.

Lugar: .....

Fecha: .....

Firma: .....

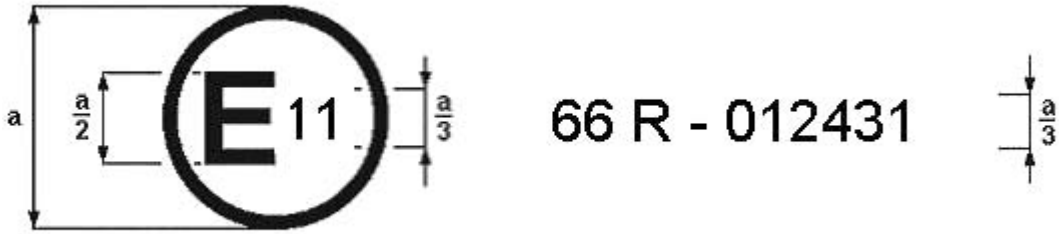
(1) Número distintivo del país que ha concedido/extendido la homologación (véanse las disposiciones de homologación del Reglamento).

(2) Táchese lo que no proceda.

ANEXO 2

EJEMPLO DE MARCA DE HOMOLOGACIÓN

(véase el apartado 4.4 del presente Reglamento)



a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado, con respecto a la resistencia de la superestructura, en el Reino Unido (E11) con arreglo al Reglamento nº 66 con el número de homologación 012431. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que la homologación se concedió de conformidad con los requisitos de la serie 01 de modificaciones del Reglamento nº 66.

ANEXO 3

DETERMINACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL VEHÍCULO

1. PRINCIPIOS GENERALES

1.1. La energía de referencia y la energía total que van a ser absorbidas en el ensayo de vuelco dependen directamente de la posición del centro de gravedad del vehículo. Por tanto, su determinación debería ser lo más precisa posible. El servicio técnico registrará para su evaluación el método de medición de las dimensiones, los ángulos y los valores de carga, así como la precisión de las mediciones. Es necesario que los equipos de medición ofrezcan la precisión siguiente:

— para mediciones inferiores a 2 000 mm:	precisión de ± 1 mm
— para mediciones superiores a 2 000 mm:	precisión de ± 0,05 %
— para ángulos medidos:	precisión de ± 1 %
— para valores de carga medidos:	precisión de ± 0,2 %.

La distancia entre ejes y la distancia entre los centros del dibujo de la rueda o ruedas en cada eje (la vía de cada eje) se determinará a partir de los dibujos del fabricante.

1.2. El bloqueo de la suspensión se especifica como la condición para determinar el centro de gravedad y llevar a cabo el ensayo real de vuelco. La suspensión se bloqueará en la posición de funcionamiento normal definida por el fabricante.

1.3. La posición del centro de gravedad se define mediante tres parámetros:

1.3.1. distancia longitudinal (l_1), desde la línea central del eje frontal;

1.3.2. distancia transversal (t), desde el plano central longitudinal vertical del vehículo;

1.3.3. altura vertical (h_0), por encima del nivel del suelo plano horizontal cuando los neumáticos están inflados con arreglo a lo especificado para el vehículo.

1.4. Aquí se describe un método para determinar l_1, t y h_0 utilizando células de carga. El fabricante podrá proponer al servicio técnico métodos alternativos que utilicen equipos de levantamiento o plataformas de basculamiento, por ejemplo, y el servicio técnico decidirá si el método es aceptable en función de su grado de precisión.

1.5. La posición del centro de gravedad del vehículo sin carga (masa en orden de marcha M_k) se determinará mediante mediciones.

1.6. La posición del centro de gravedad del vehículo con masa total efectiva (M_t) podrá determinarse:

1.6.1. midiendo el vehículo en condiciones de masa total efectiva, o

1.6.2. utilizando la posición medida del centro de gravedad en condición de masa en orden de marcha y considerando el efecto de la masa total de ocupantes.

2. MEDICIONES

2.1. La posición del centro de gravedad del vehículo se determinará en condición de masa en orden de marcha o en condición de masa total efectiva del vehículo, con arreglo a lo establecido en los puntos 1.5 y 1.6. Para determinar la posición del centro de gravedad en condición de masa total efectiva del vehículo, la masa individual del ocupante (multiplicada por la constante k = 0,5) se colocará y sujetará con rigidez 200 mm por encima y 100 mm por delante del punto R del asiento (definido en el anexo 5 del Reglamento nº 21).

2.2. Las coordenadas longitudinal (l_1) y transversal (t) del centro de gravedad se determinarán sobre un suelo horizontal común (véase la figura A3.1), en el que cada rueda o rueda gemela del vehículo estará en una célula de carga individual. Las ruedas directrices se colocarán en posición de marcha en línea recta hacia delante.

2.3. Las indicaciones de las células de carga individuales se anotarán simultáneamente y se utilizarán para calcular la masa total del vehículo y la posición del centro de gravedad.

2.4. La posición longitudinal del centro de gravedad en relación con el centro del punto de contacto de las ruedas frontales (véase la figura A3.1) viene dada por:

$$l_1 = \frac{(P_3 + P_4) \cdot L_1 + (P_5 + P_6) \cdot L_2}{(P_{total})}$$

donde:

P_1 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda izquierda del primer eje

P_2 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda derecha del primer eje

P_3 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas izquierdas del segundo eje

P_4 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas derechas del segundo eje

P_5 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas izquierdas del tercer eje

P_6 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda o ruedas derechas del tercer eje

$P_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) = M_k$, la masa en orden de marcha, o

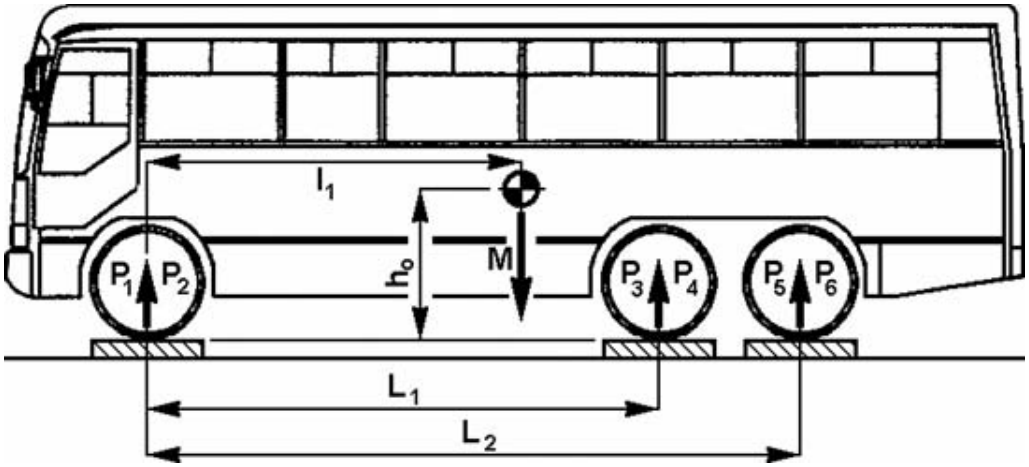
$= M_t$, la masa total efectiva del vehículo, según corresponda

L_1 = la distancia desde el centro de la rueda del primer eje hasta el centro de la rueda del segundo eje

L_2 = la distancia desde el centro de la rueda del primer eje hasta el centro de la rueda del tercer eje, de haberlo.

Figura A3.1

Posición longitudinal del centro de gravedad



2.5. La posición transversal (t) del centro de gravedad del vehículo en relación con su plano central longitudinal vertical (véase la figura A3.2) viene dada por:

$$t = \left((P_1 - P_2)\frac{T_1}{2} + (P_3 - P_4)\frac{T_2}{2} + (P_5 - P_6)\frac{T_3}{2} \right) \cdot \frac{1}{P_{total}}$$

donde:

T_1 = la distancia entre los centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del primer eje

T_2 = la distancia entre los centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del segundo eje

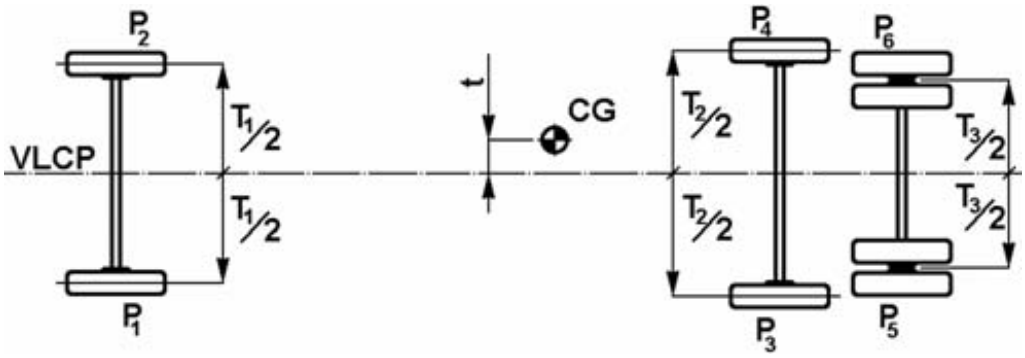
T_3 = la distancia entre los centros del dibujo de la rueda o ruedas a cada extremo del tercer eje.

Esta ecuación parte del supuesto de que es posible trazar una línea recta a través de los puntos centrales T_1, T_2 y T_3; de lo contrario, será necesario aplicar una fórmula especial.

Si el valor de (t) es negativo, el centro de gravedad del vehículo está situado a la derecha de la línea central del vehículo.

Figura A3.2

Posición transversal del centro de gravedad



2.6. La altura del centro de gravedad (h_0) se determinará basculando el vehículo en sentido longitudinal y utilizando células de carga individuales en las ruedas de dos ejes:

2.6.1. se colocarán dos células de carga sobre un plano horizontal común para recibir las ruedas frontales; el plano horizontal estará, con respecto a la superficie circundante, a una altura suficiente para permitir que el vehículo pueda bascular hacia delante, hasta alcanzar el ángulo requerido (véase el punto 2.6.2, a continuación) sin que el morro toque dicha superficie;

2.6.2. se colocará un segundo par de células de carga en un plano horizontal común, encima de las estructuras de soporte, listo para recibir las ruedas del segundo eje del vehículo; las estructuras de soporte serán lo suficientemente altas como para crear un ángulo de basculamiento significativo α (> 20°) para el vehículo; cuanto mayor sea el ángulo, más preciso será el cálculo (véase la figura A3.3); el vehículo se colocará de nuevo sobre las cuatro células de carga, con las ruedas delanteras bloqueadas para evitar que se deslice hacia delante; las ruedas directrices se colocarán en posición de marcha en línea recta hacia delante;

2.6.3. las indicaciones de las células de carga individuales se anotarán simultáneamente y se utilizarán para verificar la masa total del vehículo y la posición del centro de gravedad;

2.6.4. la inclinación del ensayo de basculamiento se determinará mediante la ecuación (véase la figura A3.3):

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{H}{L_1}\right)$$

donde:

H = la diferencia de altura entre los dibujos de las ruedas del primer y el segundo eje

L_1 = la distancia desde el centro de las ruedas del primer y el segundo eje;

2.6.5. la masa en orden de marcha del vehículo se verificará de la manera siguiente:

$$F_{total} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \equiv P_{total} \equiv M_k$$

donde:

F_1 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda izquierda del primer eje

F_2 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda derecha del primer eje

F_3 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda izquierda del segundo eje

F_4 = la carga de reacción sobre la célula de carga bajo la rueda derecha del segundo eje;

si esta ecuación no se cumple, deberán repetirse las mediciones y/o se pedirá al fabricante que modifique el valor de la masa en orden de marcha en la descripción técnica del vehículo;

2.6.6. la altura (h_0) del centro de gravedad del vehículo viene dada por:

$$h_0 = r + \left(\frac{1}{tg\alpha}\right)\left(l_1 - L_1\frac{F_3 + F_4}{P_{total}}\right)$$

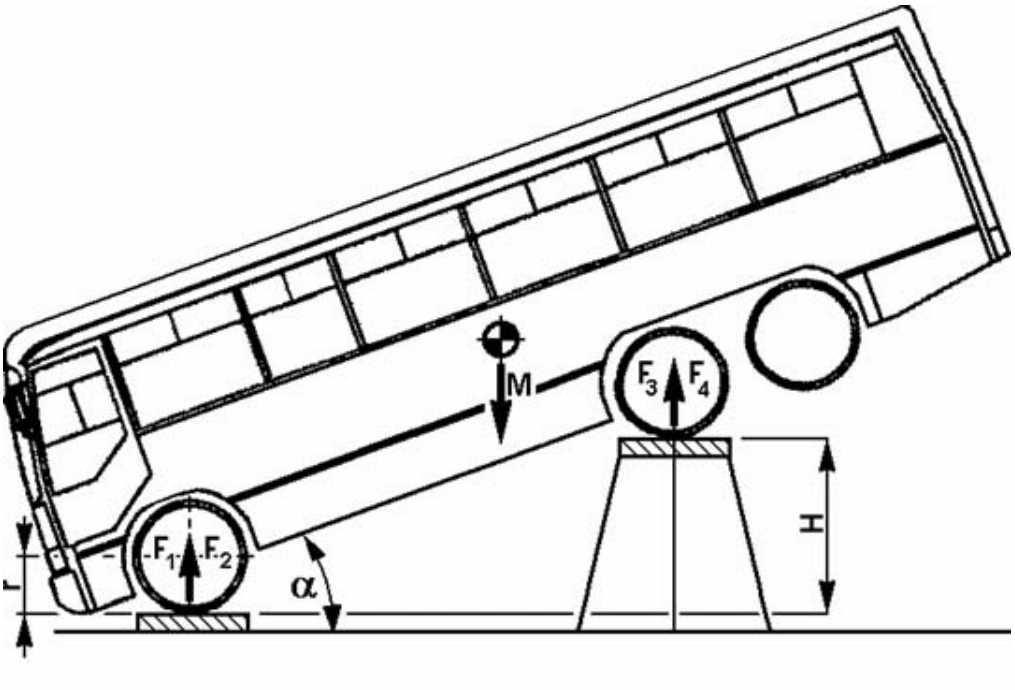
donde:

r = la altura del centro de la rueda (en el primer eje) por encima de la superficie superior de la célula de carga;

2.6.7. si el vehículo articulado se somete a ensayo en secciones separadas, la posición del centro de gravedad se establecerá por separado para cada sección.

Figura A3.3

Determinación de la altura del centro de gravedad



ANEXO 4

PERSPECTIVAS DE LA DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA

1. PRINCIPIOS GENERALES

1.1. El fabricante definirá de forma inequívoca la superestructura de la carrocería (véase la figura A4.1, por ejemplo) y establecerá:

1.1.1. qué segmentos contribuyen a la resistencia y a la capacidad de absorción de la superestructura;

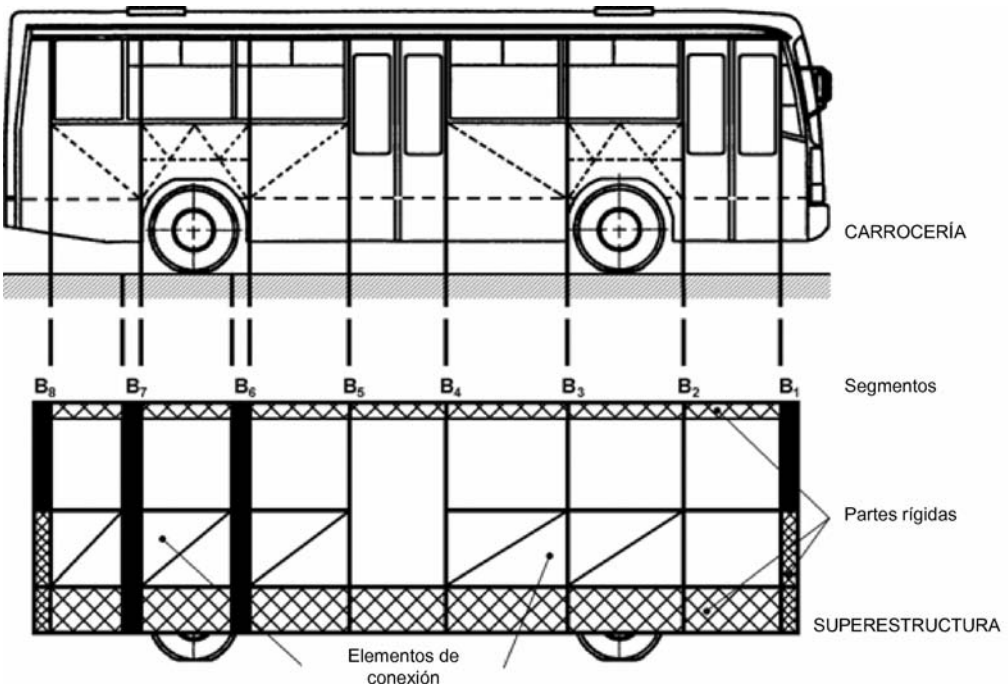
1.1.2. qué elementos de conexión entre los segmentos contribuyen a la rigidez a la torsión de la superestructura;

1.1.3. la distribución de la masa entre los segmentos designados;

1.1.4. qué elementos de la superestructura se consideran partes rígidas.

Figura A4.1

Definición de la superestructura a partir de la carrocería



1.2. El fabricante facilitará la siguiente información sobre los elementos de la superestructura:

1.2.1. dibujos, con todas las medidas geométricas significativas necesarias para fabricar los elementos y para evaluar cualquier cambio o alteración de estos;

1.2.2. el material de los elementos, en referencia a las normas nacionales o internacionales;

1.2.3. la técnica de unión entre los elementos estructurales (remachado, atornillado, encolado, soldado, tipo de soldadura, etc.).

1.3. Cada superestructura deberá tener, al menos, dos segmentos: uno delante y otro detrás del centro de gravedad.

1.4. No es necesario facilitar información acerca de los elementos de la carrocería que no formen parte de la superestructura.

2. SEGMENTOS

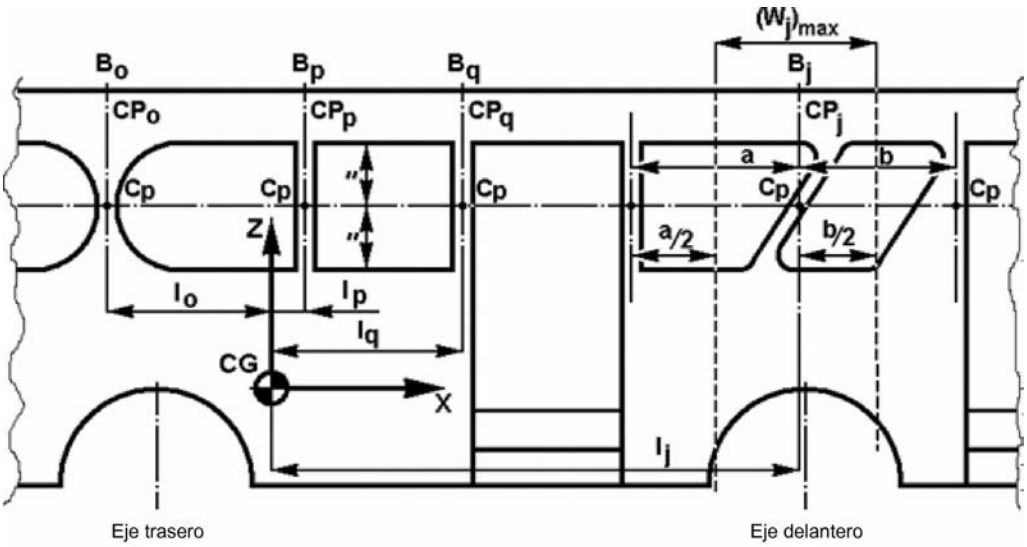
2.1. El segmento se define como la sección estructural de la superestructura que forma una curva cerrada entre dos planos perpendiculares al plano central longitudinal vertical del vehículo. Un segmento contiene un montante de ventana (o puerta) en cada lado del vehículo, elementos de la pared lateral, una sección de la estructura del techo y una sección de la estructura del piso y del falso piso. Todo segmento tiene un plano central transversal, perpendicular al plano central longitudinal vertical del vehículo, que atraviesa los puntos centrales (C_p) de los montantes de las ventanas (véase la figura A4.2).

2.2. El punto central (C_p) es el situado a media altura de la ventana y a medio camino del ancho del montante. Si los C_p de los montantes situados a la izquierda y a la derecha de un segmento no se encuentran en el mismo plano transversal, el C_p del segmento se situará a medio camino entre los planos transversales de los dos C_p.

2.3. La longitud de un segmento se mide en la dirección del eje longitudinal del vehículo y viene determinada por la distancia entre dos planos perpendiculares al plano central longitudinal vertical del vehículo. Dos límites determinan la longitud de un segmento: la disposición de la ventana (puerta) y la forma y construcción de los montantes de la ventana (puerta).

Figura A4.2

Determinación de la longitud de los segmentos



2.3.1. La longitud máxima de un segmento viene definida por la longitud de los marcos de dos ventanas (puertas) contiguas según la fórmula:

$$(W_j)_{max} = \frac{1}{2}(a + b)$$

donde:

a = la longitud del marco de la ventana (puerta) situado detrás del montante j-ésimo, y

b = la longitud del marco de la ventana (puerta) situado delante del montante j-ésimo.

Si los montantes situados a ambos lados del segmento no se encuentran en un plano transversal o los marcos de las ventanas situadas en ambos lados del vehículo tienen longitudes diferentes (véase la figura A4.3), la longitud global, Wj, del segmento vendrá definida por:

$$(W_j)_{max} = \frac{1}{2}(a_{min} + b_{min} - 2L)$$

donde:

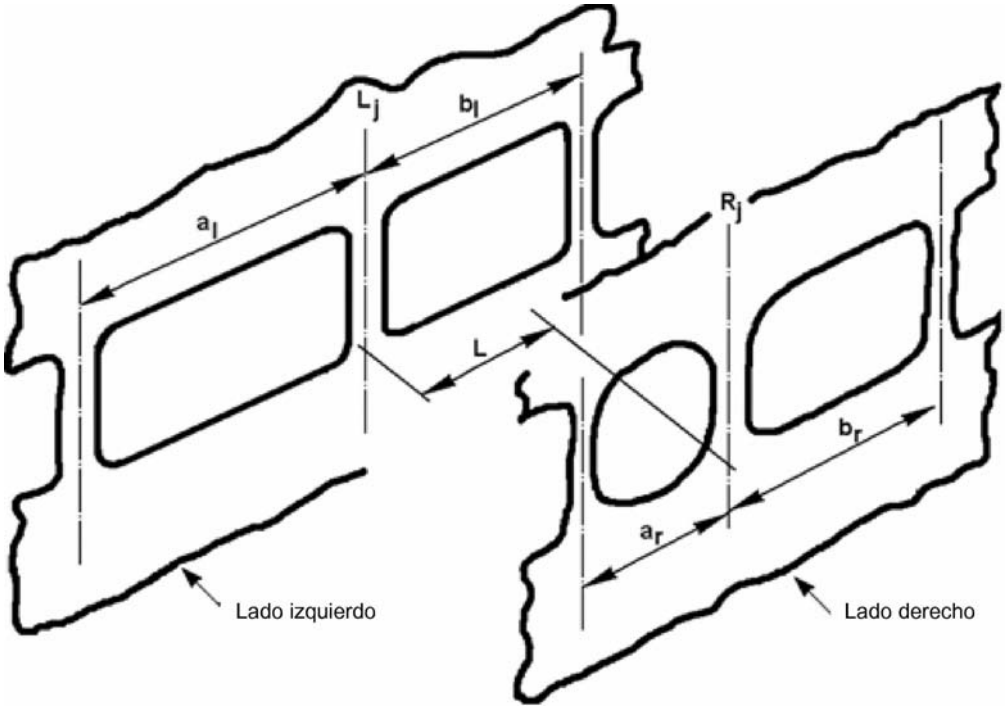
$a_{mín}$ = el valor más pequeño de $a_{lado\ derecho}$ o $a_{lado\ izquierdo}$

$b_{mín}$ = el valor más pequeño de $b_{lado\ derecho}$ o $b_{lado\ izquierdo}$

L = la compensación longitudinal entre las líneas centrales de los montantes situados en los lados izquierdo y derecho del vehículo.

Figura A4.3

Determinación de la longitud del segmento cuando los montantes situados a cada lado no están en un plano transversal



2.3.2. La longitud mínima de un segmento incluirá la totalidad del montante de la ventana (incluida su inclinación, los radios de las esquinas, etc.). Si la inclinación y los radios de las esquinas superan la mitad de la longitud de la ventana adyacente, el montante siguiente se incluirá en el segmento.

2.4. La distancia entre dos segmentos será la distancia entre sus C_p.

2.5. La distancia de un segmento desde el centro de gravedad del vehículo será la distancia perpendicular desde su C_p hasta el centro de gravedad del vehículo.

3. ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN ENTRE LOS SEGMENTOS

3.1. Las estructuras de conexión entre los segmentos estarán definidas claramente en la superestructura. Estos elementos estructurales pertenecen a dos categorías diferentes:

3.1.1. las estructuras de conexión que forman parte de la superestructura y que el fabricante identificará en su presentación del diseño; incluyen:

3.1.1.1. la estructura de la pared lateral, la estructura del techo y la estructura del piso que conecten varios segmentos;

3.1.1.2. los elementos estructurales que refuercen uno o varios segmentos; por ejemplo, los cajetines situados debajo de los asientos, los pasos de rueda, las estructuras de los asientos que conecten la pared lateral con el piso y las estructuras de la cocina, el ropero y el aseo;

3.1.2. los elementos adicionales que no contribuyen al refuerzo estructural del vehículo, pero que pueden invadir el espacio de supervivencia, por ejemplo: los conductos de ventilación, los compartimentos de equipaje de mano o los conductos de calefacción.

4. DISTRIBUCIÓN DE LA MASA

4.1. El fabricante determinará claramente el porcentaje de la masa del vehículo atribuido a cada uno de los segmentos de la superestructura. La distribución de la masa reflejará la capacidad de cada segmento para absorber energía y soportar carga. A la hora de determinar la distribución de la masa, se cumplirán los requisitos siguientes:

4.1.1. la suma de las masas atribuidas a cada segmento se pondrá en relación con la masa M del vehículo completo:

$$\sum_{j=1}^{n} (m_j) \geq M$$

donde:

m_j = la masa atribuida al segmento j-ésimo

n = el número de segmentos de la superestructura

M = M_k, la masa en orden de marcha, o

M_t, la masa total efectiva del vehículo, según corresponda;

4.1.2. el centro de gravedad de las masas distribuidas estará en la misma posición que el centro de gravedad del vehículo:

$$\sum_{j=1}^{n} (m_j l_j) = 0$$

donde:

l_j = la distancia del segmento j-ésimo desde el centro de gravedad del vehículo (véase el punto 2.3); el valor de l_j es positivo si el segmento está delante del centro de gravedad y negativo si está detrás.

4.2. El fabricante determinará la masa m_j de cada segmento de la superestructura de la manera siguiente:

4.2.1. las masas de los componentes del segmento j-ésimo se pondrán en relación con su masa m_j mediante la fórmula siguiente:

$$\sum_{k=1}^{s} m_{jk} \geq m_j$$

donde:

m_{jk} = la masa de cada componente del segmento

s = el número de masas individuales del segmento;

4.2.2. el centro de gravedad de las masas de los componentes de un segmento tendrá la misma posición transversal en el interior del segmento que el centro de gravedad del segmento (véase la figura A4.4):

$$\sum_{k=1}^{s} m_{jk} y_k \equiv \sum_{k=1}^{s} m_{jk} z_k \equiv 0$$

donde:

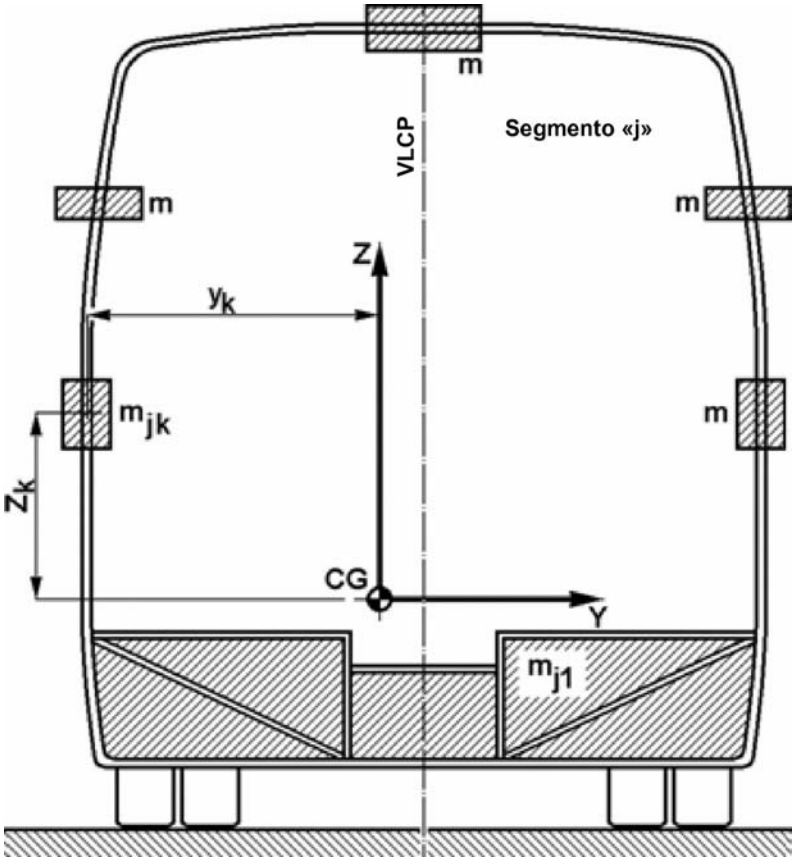
y_k = la distancia de la masa del componente k-ésimo del segmento desde el eje Z (véase la figura A4.4) el valor de y_k será positivo en un lado del eje y negativo en el otro;

z_k = la distancia de la masa del componente k-ésimo del segmento desde el eje Y el valor de z_k será positivo en un lado del eje y negativo en el otro.

4.3. En caso de que las retenciones del ocupante formen parte de la especificación del vehículo, la masa de ocupantes atribuida a un segmento se fijará a la parte de la superestructura diseñada para absorber las cargas de los asientos y de los ocupantes.

Figura A4.4

Distribución de la masa en la sección transversal de un segmento



ANEXO 5

ENSAYO DE VUELCO COMO MÉTODO BÁSICO DE HOMOLOGACIÓN

1. BANCO DE ENSAYO

1.1. La plataforma de basculamiento será lo suficientemente rígida y la rotación estará lo suficientemente controlada como para garantizar el levantamiento simultáneo de los ejes del vehículo con una diferencia inferior a 1º en los ángulos de basculamiento de la plataforma, medidos debajo de los ejes.

1.2. La diferencia de altura entre el plano inferior horizontal de la cuneta (véase la figura A5.1) y el plano de la plataforma de basculamiento sobre la que está colocado el autobús será de 800 ± 20 mm.

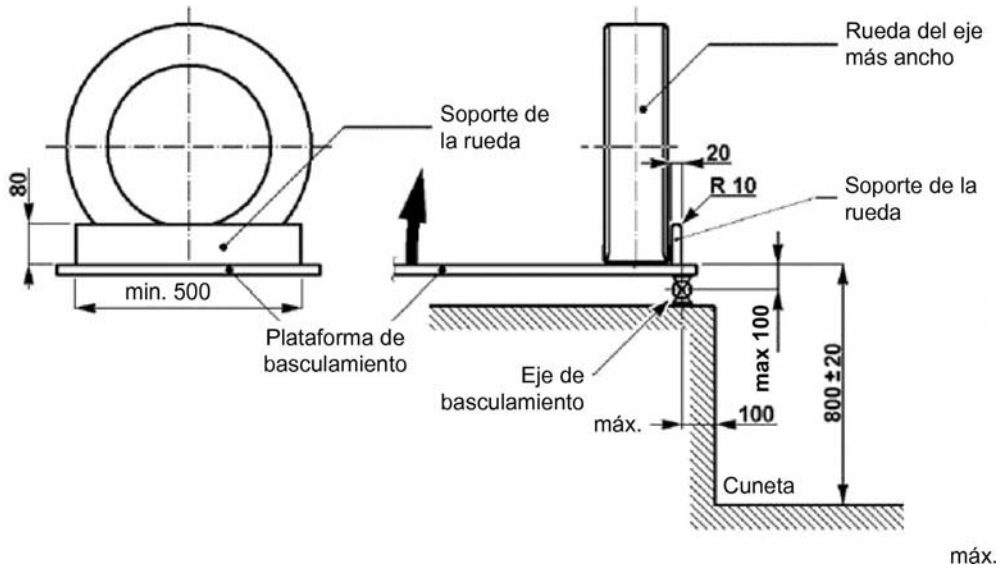
1.3. La plataforma de basculamiento se colocará de la manera siguiente con respecto a la cuneta (véase la figura A5.1):

1.3.1. su eje de rotación será de un máximo de 100 mm desde la pared vertical de la cuneta;

1.3.2. su eje de rotación será de un máximo de 100 mm por debajo del plano de la plataforma de basculamiento horizontal.

Figura A5.1

Geometría del banco de ensayo



1.4. Los soportes de las ruedas se aplicarán a las ruedas cercanas al eje de rotación para evitar que el vehículo se deslice hacia los lados al bascular. Las características principales de los soportes de las ruedas (véase la figura A5.1) serán las siguientes:

1.4.1. dimensiones del soporte de la rueda:

altura:	no superará los dos tercios de la distancia entre la superficie sobre la que está situado el vehículo antes de bascular y la parte de la llanta de la rueda que se encuentre más cerca de la superficie
anchura:	20 mm
radio del borde:	10 mm
longitud:	500 mm como mínimo;

1.4.2. los soportes de las ruedas situados en el eje más ancho se colocarán en la plataforma de basculamiento de manera que el lateral del neumático esté a 100 mm como máximo del eje de rotación;

1.4.3. los soportes de las ruedas situados en los demás ejes se ajustarán de manera que el plano central longitudinal vertical del vehículo quede paralelo al eje de rotación.

1.5. La plataforma de basculamiento estará hecha de manera que impida que el vehículo se desplace a lo largo de su eje longitudinal.

1.6. La zona de impacto de la cuneta tendrá una superficie de cemento horizontal, uniforme, lisa y seca.

2. PREPARACIÓN DEL VEHÍCULO DE ENSAYO

2.1. No es necesario que el vehículo que se vaya a someter a ensayo esté completamente terminado, «listo para funcionar». En general, se acepta cualquier alteración de la condición de vehículo completamente terminado si las características básicas y el comportamiento de la superestructura no se ven afectados. El vehículo de ensayo será el mismo que su versión completamente terminada con respecto a lo siguiente:

2.1.1. la posición del centro de gravedad, el valor total de la masa del vehículo (masa en orden de marcha, o masa total efectiva del vehículo cuando esté equipado con retenciones) y la distribución y el emplazamiento de las masas, con arreglo a lo declarado por el fabricante;

2.1.2. todos los elementos que, según el fabricante, contribuyan a la resistencia de la superestructura estarán instalados en su posición original (véase el anexo 4 del presente Reglamento);

2.1.3. los elementos que no contribuyan a la resistencia de la superestructura y sean demasiado valiosos como para correr el riesgo de que se dañen (por ejemplo, la cadena de transmisión, los instrumentos del salpicadero, el asiento del conductor, el equipamiento de la cocina y del aseo, etc.) podrán ser sustituidos por elementos adicionales equivalentes en masa y método de instalación; estos elementos adicionales no deberán tener efecto reforzador en la resistencia de la superestructura;

2.1.4. el carburante, el ácido de batería y los demás materiales combustibles, explosivos o corrosivos podrán sustituirse por otros materiales siempre que se cumplan las condiciones del punto 2.1.1;

2.1.5. en caso de que los dispositivos de retención del ocupante formen parte del tipo de vehículo, a cada asiento equipado con una retención del ocupante se fijará una masa siguiendo uno de los métodos siguientes, a elección del fabricante:

2.1.5.1. en el primer método, la masa:

2.1.5.1.1. será del 50 % de la masa individual del ocupante (M_{mi}), igual a 68 kg,

2.1.5.1.2. estará colocada de manera que su centro de gravedad se encuentre 100 mm por encima y 100 mm por delante del punto R del asiento, con arreglo a la definición del anexo 5 del Reglamento nº 21,

2.1.5.1.3. estará sujeta de manera rígida y segura, de forma que no se rompa durante el ensayo;

2.1.5.2. en el segundo método, la masa:

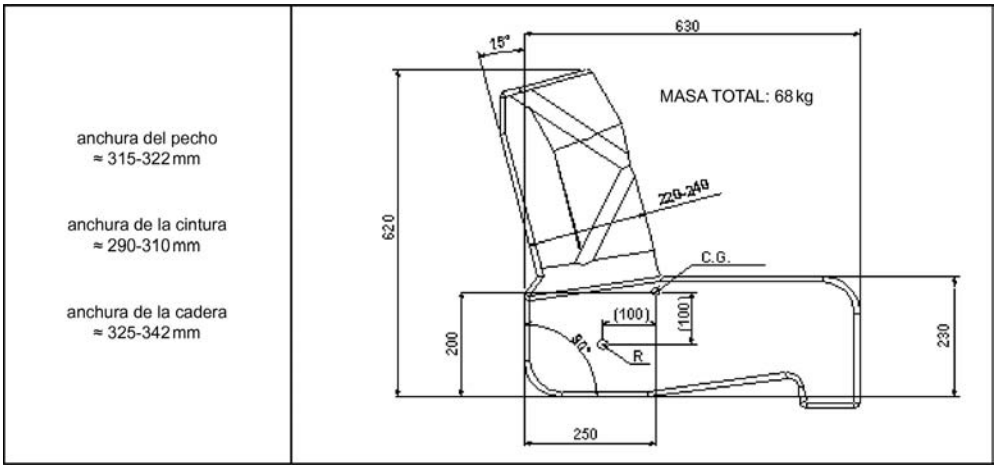
2.1.5.2.1. será un maniquí antropomórfico, de 68 kg de masa, y estará sujeto con un cinturón de seguridad de dos puntos; el maniquí deberá permitir el movimiento y la colocación de los cinturones de seguridad,

2.1.5.2.2. estará colocada de manera que su centro de gravedad y sus dimensiones se ajusten a lo establecido en la figura A5.2,

2.1.5.2.3. estará sujeta de manera rígida y segura, de forma que no se rompa durante el ensayo.

Figura A5.2

Dimensiones del maniquí antropomórfico



2.2. El vehículo de ensayo se preparará como sigue:

2.2.1. los neumáticos estarán inflados a la presión recomendada por el fabricante;

2.2.2. el sistema de suspensión del vehículo estará bloqueado, es decir, los ejes, los resortes y los elementos de suspensión del vehículo estarán fijos con respecto a la carrocería;

la altura del piso por encima de la plataforma de basculamiento horizontal se ajustará a las especificaciones del fabricante para el vehículo, dependiendo de si este se encuentra en condiciones de masa en orden de marcha o de masa total del vehículo;

2.2.3. todas las puertas y ventanas practicables del vehículo estarán cerradas, pero no bloqueadas.

2.3. Las secciones rígidas de un vehículo articulado podrán someterse a ensayo por separado o en combinación:

2.3.1. para someter a ensayo las secciones articuladas en combinación, estas deberán fijarse entre sí de manera que:

2.3.1.1. no se produzca ningún movimiento relativo entre ellas durante el proceso de vuelco,

2.3.1.2. no se produzca ningún cambio significativo en la distribución de las masas ni en las posiciones del centro de gravedad,

2.3.1.3. no se produzca ningún cambio significativo en la resistencia ni en la capacidad de deformación de la superestructura;

2.3.2. para someter a prueba las secciones articuladas por separado, las secciones con un solo eje se sujetarán a un soporte artificial que las mantenga fijas con respecto a la plataforma de basculamiento durante su movimiento desde la posición horizontal hasta el punto de vuelco; dicho soporte cumplirá los requisitos siguientes:

2.3.2.1. estará sujeto a la estructura de manera que ni refuerce ni aporte carga adicional a la superestructura,

2.3.2.2. estará hecho de manera que no sufra ninguna deformación que pueda cambiar la dirección de vuelco del vehículo,

2.3.2.3. su masa será equivalente a la masa de aquellos elementos que, siendo partes de la junta articulada, pertenezcan nominalmente a la sección que se somete a ensayo, pero no estén colocados en ella (por ejemplo, el plato giratorio y su piso, las barras de sujeción, las cortinas de cierre de caucho, etc.),

2.3.2.4. su centro de gravedad tendrá la misma altura que el centro de gravedad común de las partes enumeradas en el punto 2.3.2.3,

2.3.2.5. tendrá un eje de rotación paralelo al eje longitudinal de la sección con múltiples ejes del vehículo y atravesará los puntos de contacto de los neumáticos de dicha sección.

3. PROCEDIMIENTO Y PROCESO DE ENSAYO

3.1. El ensayo de vuelco es un proceso muy rápido y dinámico con etapas diferenciadas, lo que debería tenerse en cuenta a la hora de planificar el ensayo, sus instrumentos y sus mediciones.

3.2. El vehículo basculará sin balancearse y sin efectos dinámicos hasta que alcance el equilibrio inestable y comience el vuelco. La velocidad angular de la plataforma de basculamiento no superará los 5 grados por segundo (0,087 radianes por segundo).

3.3. Para la observación interior, se utilizará fotografía ultrarrápida, vídeo, gálibos deformables, sensores de contacto eléctrico u otros medios adecuados, que determinarán si se cumplen los requisitos del apartado 5.1 del presente Reglamento. Esta verificación se llevará a cabo en todas las zonas de los compartimentos de viajeros, del personal y del conductor en las que pueda parecer que el espacio de supervivencia se encuentra en peligro; las posiciones exactas las decidirá el servicio técnico. Se utilizarán al menos dos posiciones, en principio en la parte delantera y trasera del compartimento de viajeros.

3.4. Se recomienda la observación exterior y la grabación del proceso de vuelco y deformación, lo que significa lo siguiente:

3.4.1. utilización de dos cámaras ultrarrápidas: una delante y otra detrás, que deberán estar colocadas lo suficientemente lejos de las paredes delantera y trasera del vehículo, para ofrecer una imagen mensurable, evitando la distorsión de gran angular en la zona con sombra, como se muestra en la figura A5.3a;

3.4.2. la posición del centro de gravedad y del contorno de la superestructura (véase la figura A5.3b) estará marcada con tiras y bandas para garantizar la correcta medición en las imágenes.

Figura A5.3a

Campo de visión recomendado de la cámara exterior

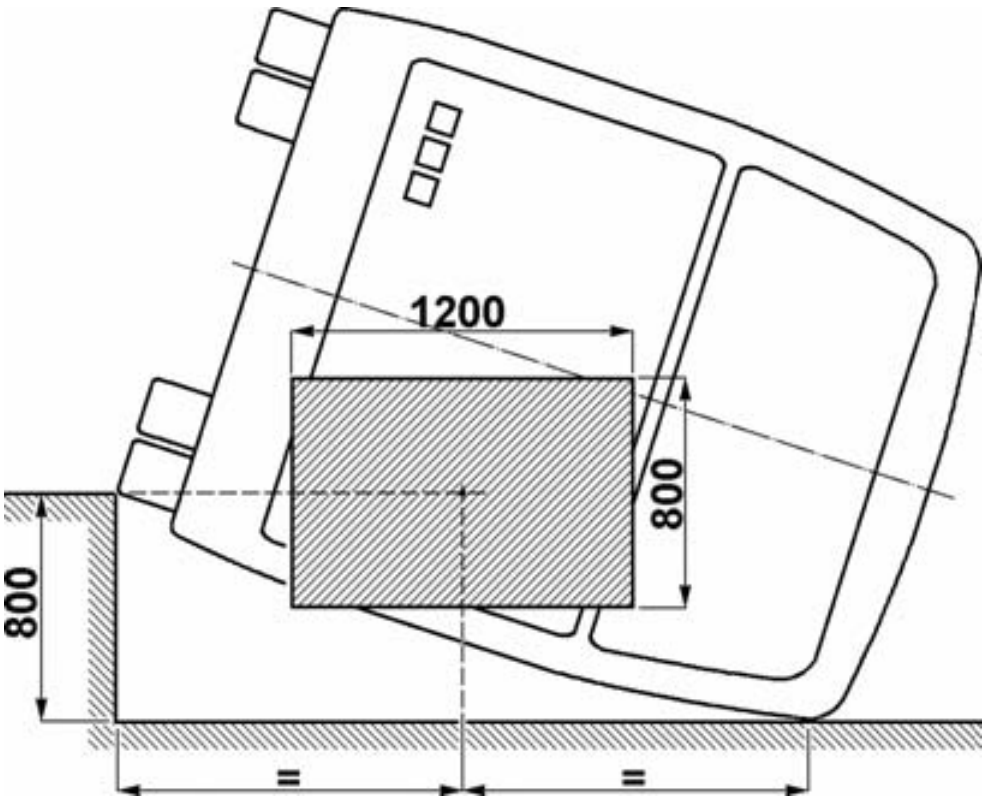
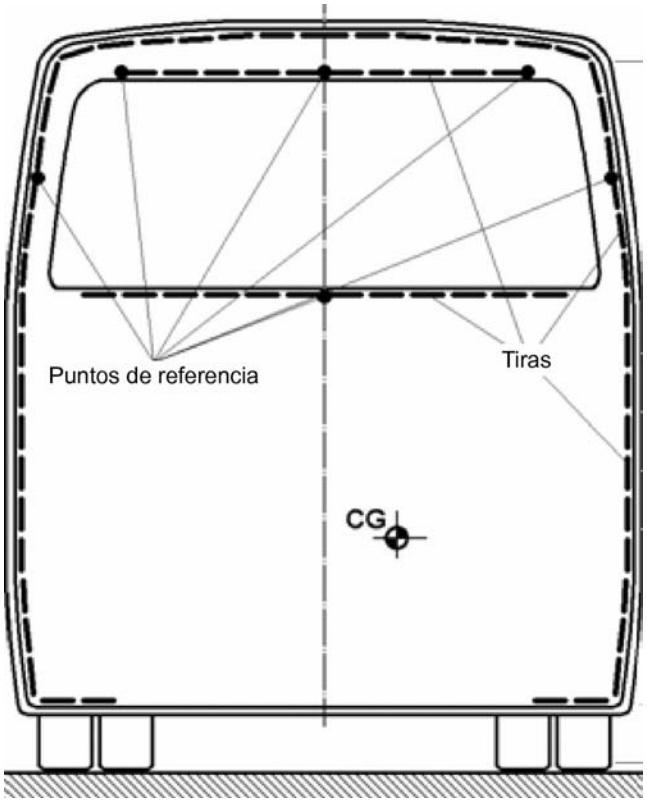


Figura A5.3b

Marcado recomendado de la posición del centro de gravedad y del contorno del vehículo



4. DOCUMENTACIÓN DEL ENSAYO DE VUELCO

4.1. El fabricante facilitará una descripción detallada del vehículo sometido a ensayo, en la cual:

4.1.1. se enumerarán todas las desviaciones entre el tipo de vehículo completamente terminado en orden de marcha y el vehículo sometido a ensayo;

4.1.2. se demostrará la sustitución equivalente (con respecto a la masa, la distribución de la masa y la instalación) en cada caso, cuando las partes estructurales y las unidades se sustituyan por otras unidades o masas;

4.1.3. se incluirá una declaración precisa de la posición del centro de gravedad en el vehículo sometido a ensayo, que podrá estar basada en las mediciones realizadas en el vehículo de ensayo, cuando este esté preparado para el ensayo, o en una combinación de medidas (tomadas en el tipo de vehículo completamente terminado) y un cálculo basado en las sustituciones de las masas.

4.2. El informe de ensayo incluirá todos los datos (imágenes, grabaciones, dibujos, valores medidos, etc.) que muestren:

4.2.1. que el ensayo se ha realizado de conformidad con el presente anexo;

4.2.2. que se cumplen (o no) los requisitos de los apartados 5.1.1 y 5.1.2 del presente Reglamento;

4.2.3. la evaluación individual de las observaciones internas;

4.2.4. todos los datos y la información necesarios para identificar el tipo de vehículo, el vehículo de ensayo, el propio ensayo y el personal responsable del ensayo y de su evaluación.

4.3. Se recomienda indicar en el informe de ensayo la posición más alta y más baja del centro de gravedad con respecto al nivel del suelo de la cuneta.

ANEXO 6

ENSAYO DE VUELCO UTILIZANDO SECCIONES DE LA CARROCERÍA COMO MÉTODO DE HOMOLOGACIÓN EQUIVALENTE

1. DATOS E INFORMACIÓN ADICIONALES

Si el fabricante opta por este método de ensayo, además de los datos, la información y los dibujos enumerados en el apartado 3 del presente Reglamento, se facilitará al servicio técnico la información siguiente:

1.1. los dibujos de las secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo;

1.2. la verificación de la validez de la distribución de masas que figura en el punto 4 del anexo 4, una vez completados con éxito los ensayos de vuelco de las secciones de la carrocería;

1.3. las masas medidas de las secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo y la verificación de que las posiciones de su centro de gravedad coinciden con las del vehículo en condiciones de masa en orden de marcha, si no está equipado con retenciones del ocupante, o en condiciones de masa total efectiva del vehículo, si está equipado con retenciones del ocupante (presentación de informes de medición).

2. BANCO DE ENSAYO

El banco de ensayo deberá cumplir los requisitos del punto 1 del anexo 5.

3. PREPARACIÓN DE LAS SECCIONES DE LA CARROCERÍA

3.1. El número de secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo quedará determinado por las reglas siguientes:

3.1.1. las distintas configuraciones de los segmentos que forman parte de la superestructura se someterán a ensayo, como mínimo, en una sección de la carrocería;

3.1.2. cada sección de la carrocería tendrá, como mínimo, dos segmentos;

3.1.3. en una sección artificial de la carrocería (véase el apartado 2.27 del presente Reglamento), la proporción de la masa de cualquier segmento con respecto a cualquier otro no excederá de 2;

3.1.4. el espacio de supervivencia del vehículo completo estará bien representado en las secciones de la carrocería, incluida cualquier combinación peculiar que surja de la configuración de la carrocería de los vehículos;

3.1.5. la estructura completa del techo deberá estar bien representada en las secciones de la carrocería cuando presente particularidades locales, como altura variable, instalación de aire acondicionado, depósitos de combustible, portaequipajes, etc.

3.2. Los segmentos de la sección de la carrocería coincidirán exactamente, desde el punto de vista estructural, con los representados en la superestructura por lo que se refiere a la forma, la geometría, el material y las juntas.

3.3. Las estructuras de conexión entre los segmentos representarán la descripción de la superestructura por parte del fabricante (véase el punto 3 del anexo 4) y se tendrán en cuenta las siguientes reglas:

3.3.1. en el caso de una sección original de la carrocería tomada directamente de la disposición real del vehículo, las estructuras de conexión básica y adicional (véase el punto 3.1 del anexo 4) coincidirán con las de la superestructura del vehículo;

3.3.2. en el caso de una sección artificial de la carrocería, las estructuras de conexión coincidirán con las de la superestructura del vehículo por lo que se refiere a resistencia, rigidez y comportamiento;

3.3.3. los elementos rígidos que no formen parte de la superestructura, pero que puedan invadir el espacio de supervivencia durante la deformación, se instalarán en las secciones de la carrocería;

3.3.4. la masa de las estructuras de conexión se incluirá en la distribución de la masa, por lo que se refiere a la atribución a un segmento determinado y la distribución en el interior de dicho segmento.

3.4. Las secciones de la carrocería estarán equipadas con soportes artificiales, de manera que las posiciones de su centro de gravedad y sus ejes de rotación sobre la plataforma de basculamiento coincidan con los del vehículo completo. Dichos soportes cumplirán los requisitos siguientes:

3.4.1. estarán sujetos a la sección de la carrocería de manera que no la refuercen ni le aporten carga adicional;

3.4.2. serán lo suficientemente fuertes y rígidos como para resistir cualquier deformación que pudiera modificar la dirección del movimiento de la sección de la carrocería durante los procesos de basculamiento y vuelco;

3.4.3. su masa estará incluida en la distribución de la masa y la posición del centro de gravedad de la sección de la carrocería.

3.5. La distribución de la masa en la sección de la carrocería se establecerá teniendo en cuenta lo siguiente:

3.5.1. a la hora de verificar la validez de las ecuaciones 5 y 6 del punto 4.2 del anexo 4, se tendrá en cuenta la sección completa de la carrocería (segmentos, estructuras de conexión, elementos estructurales adicionales y soportes);

3.5.2. todas las masas fijadas a los segmentos (véanse el punto 4.2.2 y la figura 4 del anexo 4) se colocarán y fijarán a la sección de la carrocería de manera que no la refuercen ni le aporten carga adicional ni limiten la deformación;

3.5.3. en caso de que las retenciones del ocupante formen parte del tipo de vehículo, se tendrán en cuenta las masas de ocupantes de la manera descrita en los anexos 4 y 5.

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El procedimiento de ensayo será el mismo que se describe en el punto 3 del anexo 5, para un vehículo completo.

5. EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS

5.1. Se homologará el tipo de vehículo cuando todas las secciones de la carrocería superen el ensayo de vuelco y se cumplan las ecuaciones 2 y 3 del punto 4 del anexo 4.

5.2. Si una de las secciones de la carrocería no supera el ensayo, no se homologará el tipo de vehículo.

5.3. Cuando una sección de la carrocería supere el ensayo de vuelco, se considerará que todos los segmentos que forman dicha sección de la carrocería han superado el ensayo de vuelco, y podrá citarse el resultado en futuras solicitudes de homologación, siempre y cuando la proporción de sus masas sea la misma en la superestructura en cuestión.

5.4. Cuando una sección de la carrocería no supere el ensayo de vuelco, se considerará que ningún segmento de dicha sección de la carrocería ha superado el ensayo de vuelco, incluso cuando el espacio de supervivencia solo se haya visto invadido en uno de los segmentos.

6. DOCUMENTACIÓN DE LOS ENSAYOS DE VUELCO DE SECCIONES DE LA CARROCERÍA

El informe de ensayo contendrá todos los datos necesarios para demostrar lo siguiente:

6.1. la construcción de las secciones de la carrocería sometidas a ensayo (dimensiones, materiales, masas, posición del centro de gravedad y métodos de construcción);

6.2. que los ensayos se han realizado de conformidad con el presente anexo;

6.3. si se cumplen o no los requisitos del apartado 5.1 del presente Reglamento;

6.4. la evaluación individual de las secciones de la carrocería y sus segmentos;

6.5. la identidad del tipo de vehículo, su superestructura, las secciones de la carrocería sometidas a ensayo, los ensayos en sí y el personal responsable de llevarlos a cabo, así como de su evaluación.

ANEXO 7

ENSAYO DE CARGA CUASIESTÁTICA DE SECCIONES DE LA CARROCERÍA COMO MÉTODO DE HOMOLOGACIÓN EQUIVALENTE

1. DATOS E INFORMACIÓN ADICIONALES

Este método de ensayo utiliza secciones de la carrocería como unidades de ensayo, cada una de ellas compuesta de, al menos, dos segmentos del vehículo sometido a evaluación, conectados entre sí mediante elementos estructurales representativos. Si el fabricante opta por este método de ensayo, además de los datos y los dibujos enumerados en el apartado 3.2 del presente Reglamento, se facilitará al servicio técnico la información adicional siguiente:

1.1. los dibujos de las secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo;

1.2. los valores de la energía que absorberán los diferentes segmentos de la superestructura, así como los valores de la energía correspondiente a las secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo;

1.3. la verificación del requisito de energía (véase el punto 4.2 del presente anexo), una vez completados con éxito los ensayos de carga cuasiestática de las secciones de la carrocería.

2. PREPARACIÓN DE LAS SECCIONES DE LA CARROCERÍA

2.1. El fabricante tendrá en cuenta los requisitos de los puntos 3.1, 3.2 y 3.3 del anexo 6, a la hora de diseñar y fabricar las secciones de la carrocería que van a someterse a ensayo.

2.2. Las secciones de la carrocería estarán equipadas con el perfil del espacio de supervivencia, en las posiciones en las que se considere que es probable que los montantes u otros elementos estructurales lo invadan como resultado de la deformación prevista.

3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

3.1. Cada sección de la carrocería que vaya a someterse a ensayo se fijará de manera firme y segura al banco de ensayo mediante una estructura rígida de base, de manera que:

3.1.1. no se produzcan deformaciones plásticas locales alrededor de los puntos de fijación;

3.1.2. la ubicación y el método de fijación no impidan la formación y el funcionamiento de las zonas y bisagras plásticas previstas.

3.2. Para la aplicación de la carga a la sección de la carrocería, se tendrán en cuenta las reglas siguientes:

3.2.1. la carga se distribuirá de manera uniforme en el travesaño superior mediante una viga rígida que sea más larga que el travesaño para simular el suelo en un ensayo de vuelco, y que siga la geometría del travesaño;

3.2.2. la dirección de la carga aplicada (véase la figura A7.1) dependerá del plano central longitudinal vertical del vehículo y su inclinación (α) se determinará de la manera siguiente:

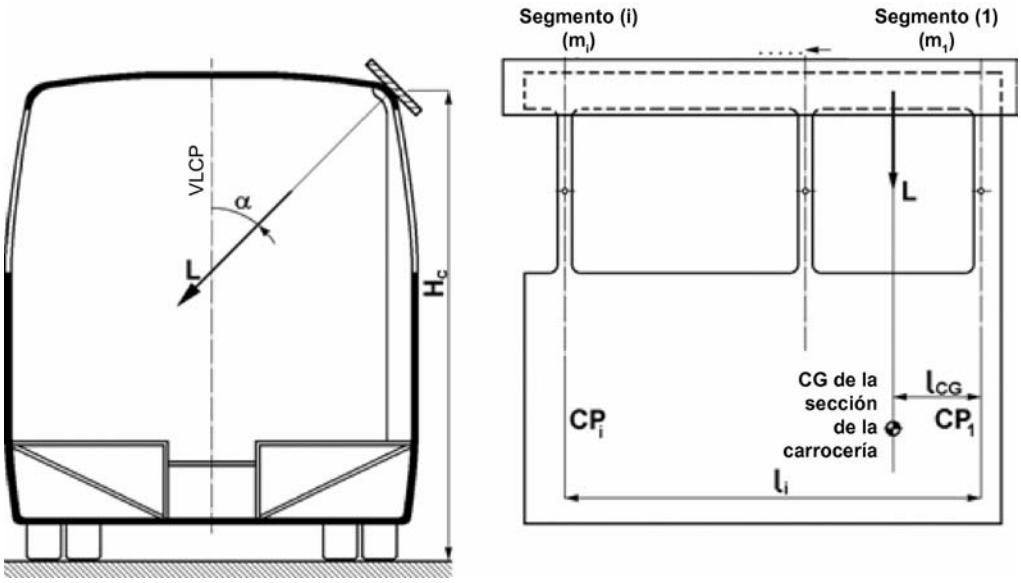
$$\alpha = 90^{0} - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

donde:

H_c = la altura del travesaño superior (en mm) del vehículo, medida desde el plano horizontal sobre el que se encuentra el vehículo;

Figura A7.1

Aplicación de la carga a la sección de la carrocería



3.2.3. la carga se aplicará a la viga en el centro de gravedad de la sección de la carrocería, derivado de las masas de sus segmentos y los elementos estructurales que los conectan; utilizando los símbolos de la figura A7.1, la posición de la sección de la carrocería puede determinarse mediante la fórmula siguiente:

$$l_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^{s} m_i l_i}{\sum_{i=1}^{s} m_i}$$

donde:

s = el número de los segmentos en la sección de la carrocería

m_i = la masa del segmento i-ésimo

l_i = la distancia del centro de gravedad del segmento i-ésimo desde un punto de pivotación seleccionado [el plano central del segmento (1) de la figura A7.1]

l_{CG} = la distancia del centro de gravedad de la sección de la carrocería desde el mismo punto de pivotación seleccionado;

3.2.4. la carga se incrementará gradualmente, tomando las medidas de la deformación asociada, a intervalos discretos, hasta la deformación máxima (d_u), cuando uno de los elementos de la sección de la carrocería invada el espacio de supervivencia.

3.3. Al trazar la curva de desviación de la carga:

3.3.1. la frecuencia de la medición será tal que dé lugar a una curva continua (véase la figura A7.2);

3.3.2. los valores de carga y deformación se medirán simultáneamente;

3.3.3. la deformación del travesaño superior cargado se medirá en el plano y en la dirección de la carga aplicada;

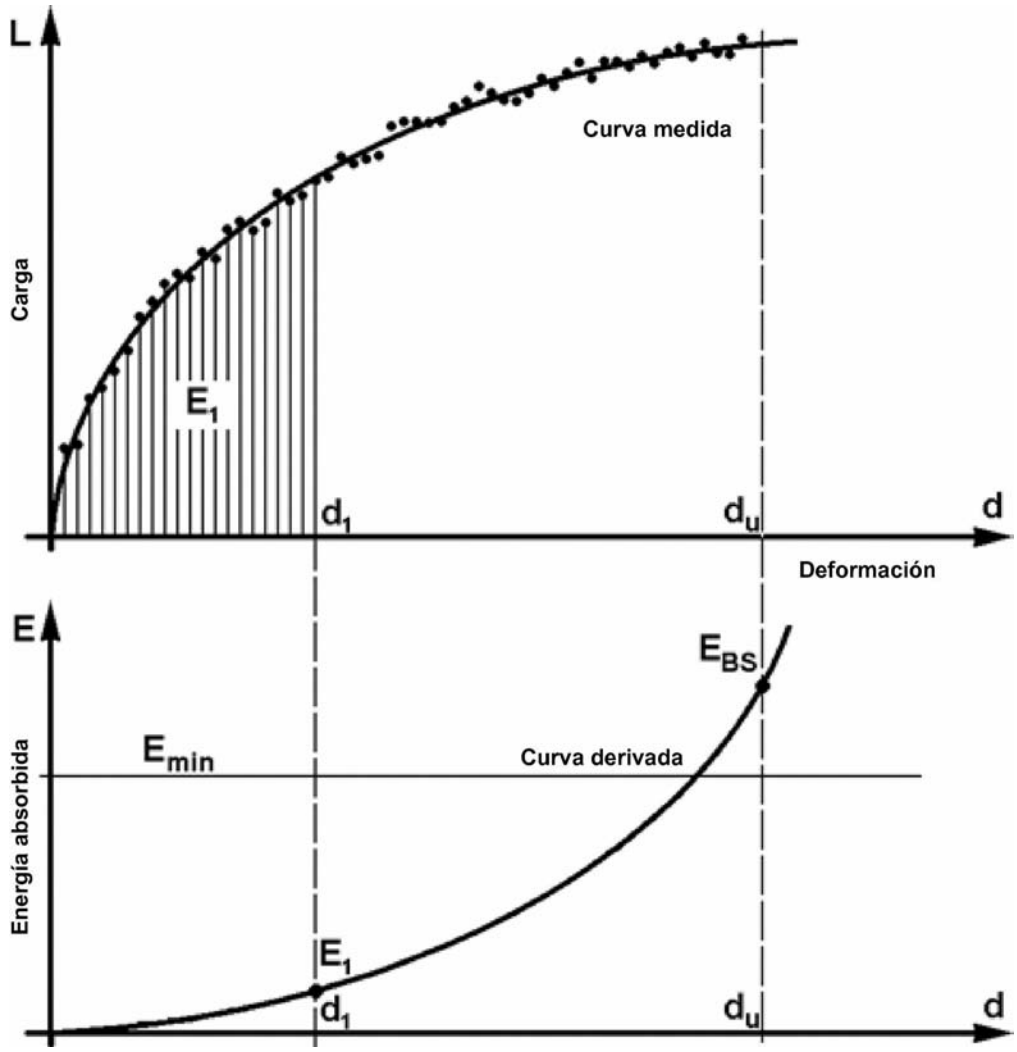
3.3.4. tanto la carga como la deformación se medirán con una precisión del ± 1 %.

4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

4.1. A partir del trazado de la curva carga-deformación, la energía real absorbida por la sección de la carrocería (E_{BS}) se expresará como el área por debajo de la curva (véase la figura A7.2).

Figura A7.2

Energía absorbida por la sección de la carrocería, derivada de la curva carga-deformación medida



4.2. La energía mínima que es necesario que absorba la sección de la carrocería ($E_{mín}$) se determinará de la manera siguiente:

4.2.1. la energía total (E_T) que ha de absorber la superestructura es:

$$E_T = 0.75 M\ g\ \Delta h$$

donde:

M = M_k, la masa en orden de marcha del vehículo, si no está equipado con retenciones del ocupante, o M_t, la masa total efectiva del vehículo, si está equipado con retenciones del ocupante

g = la constante gravitacional

Δh = el movimiento vertical (en metros) del centro de gravedad del vehículo durante un ensayo de vuelco, tal y como se determina en el apéndice 1 del presente anexo;

4.2.2. la energía total (E_T) se distribuirá entre los segmentos de la superestructura en las proporciones de sus masas:

$$E_i = E_T \frac{m_i}{M}$$

donde:

E_i = la energía absorbida por el segmento i

m_I = la masa del segmento i, tal y como se determina en el punto 4.1 del anexo 4;

4.2.3. la energía mínima que es necesario que absorba la sección de la carrocería ($E_{mín}$) es la suma de la energía de los segmentos que comprende la sección de la carrocería:

$$E_{min} = \sum_{i=1}^{s} E_i$$

4.3. La sección de la carrocería supera el ensayo de carga cuando:

$$E_{BS} \geq E_{min}$$

En este caso, se considera que todos los segmentos que forman dicha sección de la carrocería han superado el ensayo de carga cuasiestática y podrán citarse los resultados en futuras solicitudes de homologación, siempre y cuando no se espere que los segmentos componentes soporten una masa superior en la superestructura en cuestión.

4.4. La sección de la carrocería no supera el ensayo de carga cuando:

$$E_{BS} < E_{min}$$

En este caso, se considera que ninguno de los segmentos que forman dicha sección de la carrocería ha superado el ensayo, incluso cuando el espacio de supervivencia solo resulte invadido en uno de los segmentos.

4.5. Se homologará el tipo de vehículo cuando todas las secciones de la carrocería sometidas a ensayo superen el ensayo de carga.

5. DOCUMENTACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CARGA CUASIESTÁTICA DE SECCIONES DE LA CARROCERÍA

El informe de ensayo tendrá la forma y el contenido establecidos en el punto 6 del anexo 6.

Apéndice 1

DETERMINACIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD DURANTE EL VUELCO

El movimiento vertical (Δh) del centro de gravedad en relación con el ensayo de vuelco podrá determinarse mediante el método gráfico que figura a continuación:

1. Utilizando dibujos a escala de la sección transversal del vehículo, se determina la altura inicial (h_1) del centro de gravedad (posición 1) por encima del plano inferior de la cuneta correspondiente al vehículo situado en su punto de equilibrio inestable sobre la plataforma de basculamiento (véase la figura A7.A1.1).

2. Partiendo del supuesto de que la sección transversal del vehículo gira alrededor del borde de los soportes de la rueda (punto A de la figura A7.A1.1), se dibuja la sección transversal del vehículo con el travesaño superior solo tocando el plano inferior de la cuneta (véase la figura A7.A1.2); en esta posición, se determina la altura (h_2) del centro de gravedad (posición 2) relativa al plano inferior de la cuneta.

Figura A7.A1.1

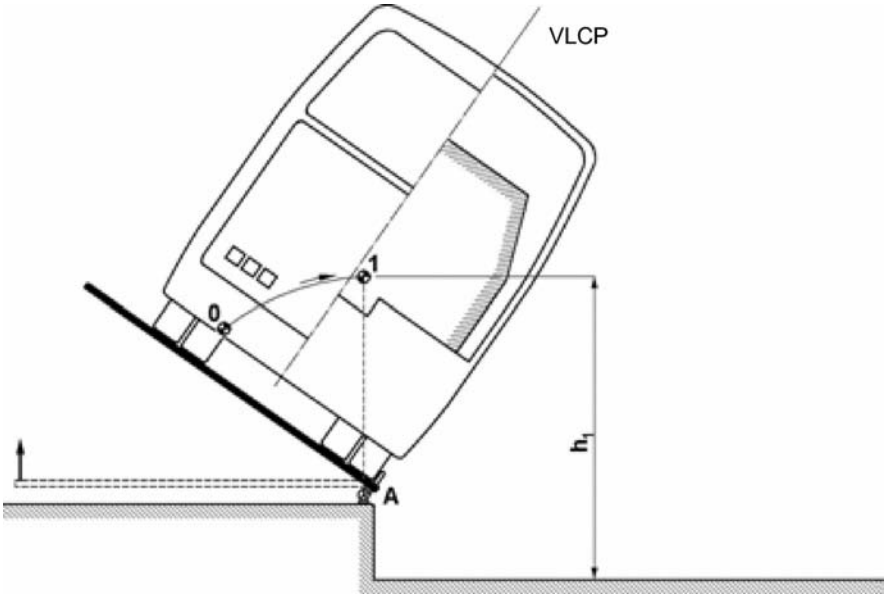
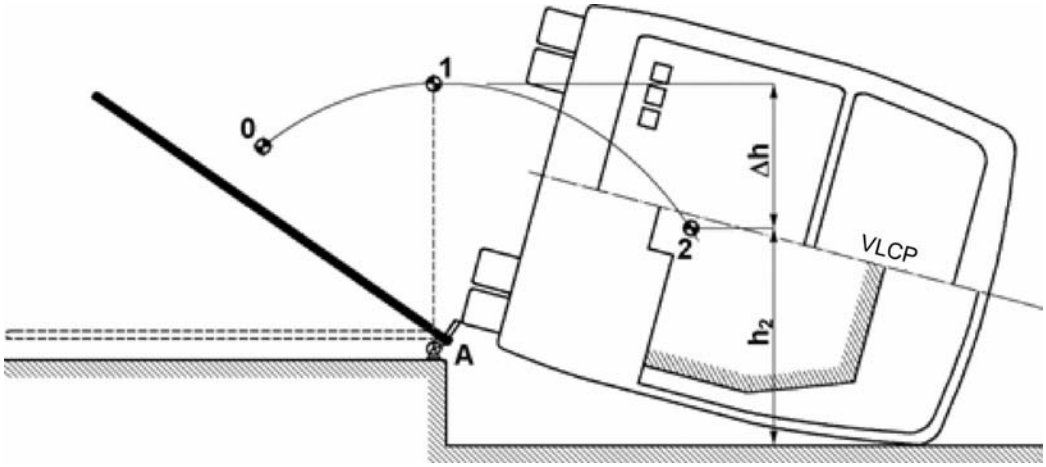


Figura A7.A1.2

Determinación del movimiento vertical del centro de gravedad del vehículo



3. El movimiento vertical del centro de gravedad (Δh) es:

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

4. Si se somete a ensayo más de una sección de la carrocería y cada sección tiene una forma deformada final diferente, se determinará el movimiento vertical del centro de gravedad (Δh_i) para cada una de las secciones y se tomará el valor medio combinado (Δh) como:

$$\Delta h = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \Delta h_i$$

donde:

Δh_i = el movimiento vertical del centro de gravedad de la sección de la carrocería i-ésima

k = el número de secciones de la carrocería sometidas a ensayo.

ANEXO 8

CÁLCULO CUASIESTÁTICO BASADO EN EL ENSAYO DE COMPONENTES COMO MÉTODO DE HOMOLOGACIÓN EQUIVALENTE

1. DATOS E INFORMACIÓN ADICIONALES

Si el fabricante opta por este método de ensayo, además de los datos y los dibujos enumerados en el apartado 3.2 del presente Reglamento, se facilitará al servicio técnico la información siguiente:

1.1. la ubicación de las zonas plásticas (PZ) y las bisagras plásticas (PH) en la superestructura:

1.1.1. en el dibujo de la superestructura, cada una de las PZ y PH se identificará individualmente en su emplazamiento definido geográficamente (véase la figura A8.1),

1.1.2. los elementos estructurales entre las PZ y las PH pueden tratarse como partes rígidas o elásticas en el cálculo, y su longitud vendrá determinada por sus dimensiones reales en el vehículo;

1.2. los parámetros técnicos de las PZ y las PH:

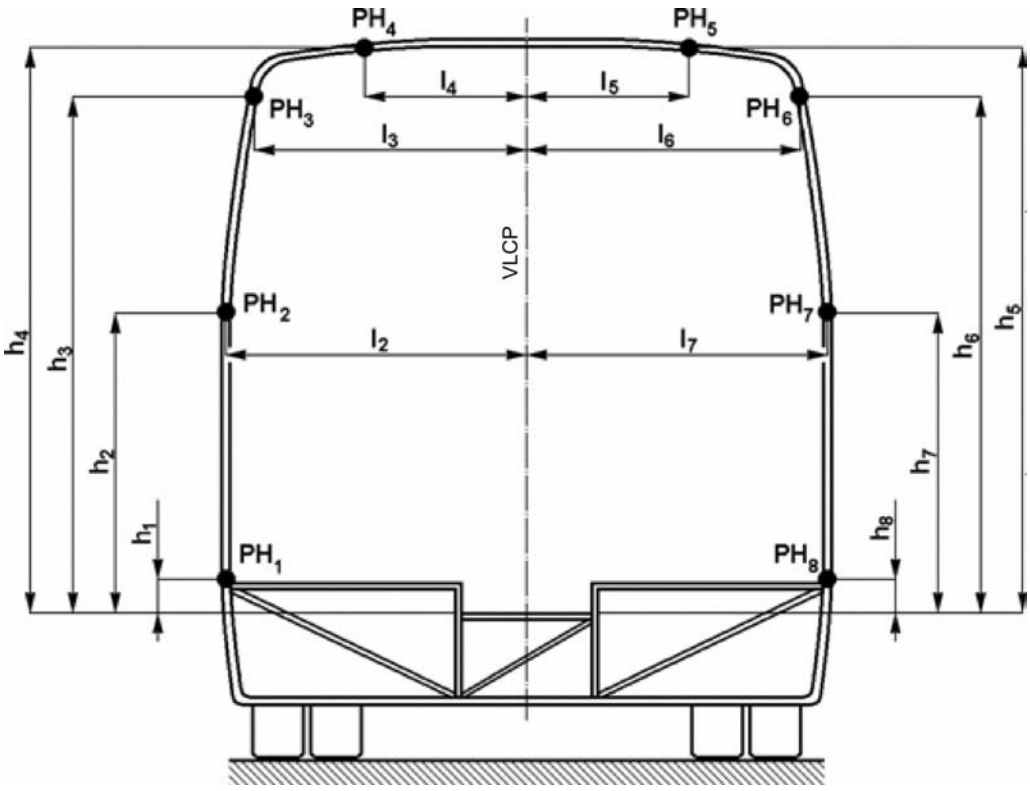
1.2.1. la geometría transversal de los elementos estructurales en los que están situadas las PZ y las PH,

1.2.2. el tipo y la dirección de la carga aplicada a cada PZ y PH,

1.2.3. la curva carga/deformación de cada PZ y PH, tal y como se describe en el apéndice 1 del presente anexo; para el cálculo, el fabricante podrá utilizar tanto las características estáticas como las dinámicas de las PZ y las PH, pero no deberá mezclar ambas en un mismo cálculo;

Figura A8.1

Parámetros geométricos de las bisagras plásticas en un segmento



1.3. una declaración de la energía total (E_T) que ha de absorber la superestructura, utilizando la fórmula establecida en el punto 3.1 del presente anexo;

1.4. una breve descripción técnica del algoritmo y el programa informático utilizados para el cálculo.

2. REQUISITOS PARA EL CÁLCULO CUASIESTÁTICO

2.1. Para el cálculo, se modelará matemáticamente la superestructura completa como una estructura deformable y capaz de soportar carga, teniendo en cuenta lo siguiente:

2.1.1. la superestructura se modelará como una única unidad cargada que contenga PZ y PH deformables, conectados mediante elementos estructurales adecuados;

2.1.2. la superestructura tendrá las dimensiones reales de la carrocería; el contorno interno de los montantes de las paredes laterales y la estructura del techo se utilizarán a la hora de verificar el espacio de supervivencia;

2.1.3. las PH utilizarán las dimensiones reales de los montantes y los elementos estructurales en los que estén situadas (véase el apéndice 1 del presente anexo).

2.2. Las cargas aplicadas en el cálculo cumplirán los requisitos siguientes:

2.2.1. la carga activa se aplicará en el plano transversal que contenga el centro de gravedad de la superestructura (vehículo), perpendicular al plano central longitudinal vertical del vehículo; la carga activa se aplicará en el travesaño superior de la superestructura, mediante un plano de aplicación de carga totalmente rígido, que se extienda en ambas direcciones más allá del travesaño superior y de cualquier estructura adyacente;

2.2.2. al inicio de la simulación, el plano de aplicación de la carga tocará el travesaño superior en su parte más distante del plano central longitudinal vertical; los puntos de contacto entre el plano de aplicación de la carga y la superestructura se definirán para garantizar una transferencia exacta de la carga;

2.2.3. la carga activa tendrá una inclinación α relacionada con el plano central longitudinal vertical del vehículo (véase la figura A8.2):

$$\alpha = 90° - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

donde:

H_c = la altura del travesaño superior (en mm) del vehículo, medida desde el plano horizontal sobre el que se encuentra.

La dirección de acción de la carga activa no se modificará durante el cálculo;

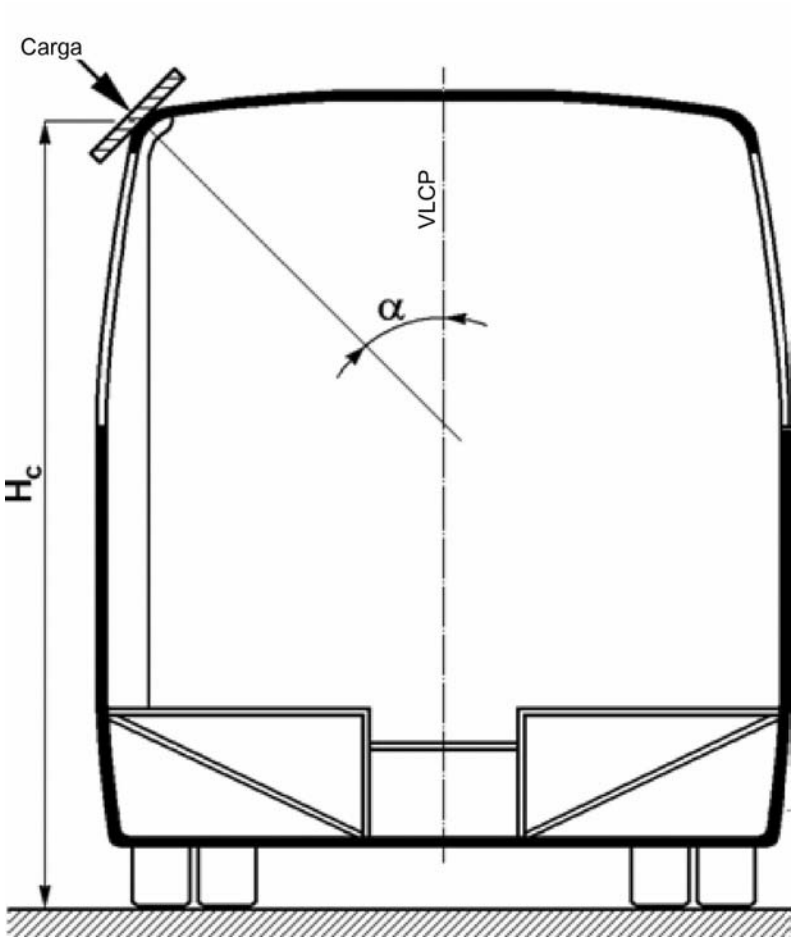
2.2.4. la carga activa se incrementará poco a poco, y la deformación estructural completa se calculará en cada incremento; el número de incrementos de la carga excederá de 100 y cada incremento será prácticamente igual;

2.2.5. durante el proceso de deformación, podrá permitirse que el plano de aplicación de la carga, además del movimiento de traslación paralelo, gire alrededor del eje de intersección del plano de aplicación de la carga con el plano transversal que contiene el centro de gravedad, para seguir la deformación asimétrica de la superestructura;

2.2.6. las fuerzas pasivas (de soporte) se aplicarán a la estructura rígida del falso piso sin influir en la deformación estructural.

Figura A8.2

Aplicación de carga a la superestructura



2.3. El algoritmo del cálculo y el programa informático cumplirán los siguientes requisitos:

2.3.1. el programa tendrá en cuenta la no linealidad en las características de las PH y las deformaciones estructurales a gran escala;

2.3.2. el programa tendrá en cuenta la gama de funcionamiento de las PH y PZ e interrumpirá el cálculo si la deformación de las PH excede de la gama de funcionamiento validada (véase el apéndice 1 del presente anexo);

2.3.3. el programa deberá poder calcular la energía total absorbida por la superestructura en cada incremento de carga;

2.3.4. en cada incremento de carga, el programa deberá poder demostrar la forma deformada de los segmentos que componen la superestructura, así como la posición de cada parte rígida que pueda invadir el espacio de supervivencia; el programa identificará el incremento de carga en el que el espacio de supervivencia sea invadido por primera vez por cualquiera de las partes estructurales rígidas;

2.3.5. el programa deberá poder detectar e identificar el incremento de carga en el que se inicie el colapso general de la superestructura, es decir, cuando la superestructura deje de ser estable y la deformación continúe sin que se incremente la carga.

3. EVALUACIÓN DEL CÁLCULO

3.1. La energía total (E_T) que ha de absorber la superestructura se determinará de la manera siguiente:

$$E_T = 0{,}75M \cdot g \cdot \Delta h$$

donde:

M = M_k, la masa en orden de marcha del vehículo, si no está equipado con retenciones, o
M_t, la masa total efectiva del vehículo, si está equipado con retenciones del ocupante

G = la constante gravitacional

Δh = el movimiento vertical (en metros) del centro de gravedad del vehículo durante un ensayo de vuelco, con arreglo a lo establecido en el apéndice 1 del anexo 7.

3.2. La energía absorbida (E_a) de la superestructura se calcula en el incremento de carga en el que el espacio de supervivencia sea invadido por primera vez por cualquiera de las partes estructurales rígidas.

3.3. Se homologará el tipo de vehículo si $E_a \geq E_T$.

4. DOCUMENTACIÓN DEL CÁLCULO CUASIESTÁTICO

El informe de cálculo contendrá la siguiente información:

4.1. una descripción mecánica detallada de la superestructura, que contenga la ubicación de las PZ y PH y defina las partes rígidas y elásticas;

4.2. los datos obtenidos en los ensayos y los gráficos resultantes;

4.3. una declaración de si se cumple o no el requisito del apartado 5.1 del presente Reglamento;

4.4. la identificación del tipo de vehículo y el personal responsable de los ensayos, los cálculos y la evaluación.

Apéndice 1

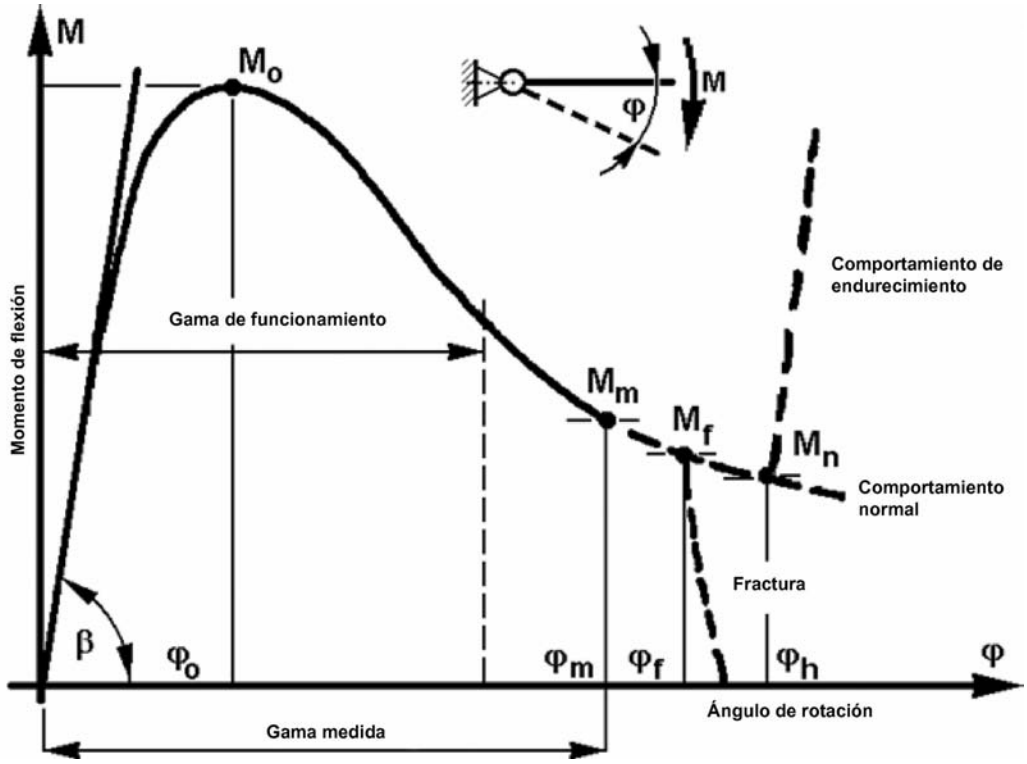
CARACTERÍSTICAS DE LAS BISAGRAS PLÁSTICAS

1. CURVAS CARACTERÍSTICAS

La forma general de una curva característica de zona plástica (PZ) es una relación no lineal entre la carga y la deformación medida en las partes estructurales del vehículo en ensayos de laboratorio. Las curvas características de las bisagras plásticas constituyen la relación entre el momento de flexión (M) y el ángulo de rotación (φ). La forma general de una curva característica de PH se muestra en la figura A8.A1.1.

Figura A8.A1.1

Curva característica de una bisagra plástica



2. ASPECTOS DE LAS GAMAS DE DEFORMACIÓN

2.1. Se entiende por «gama medida» de la curva característica de una PH, la gama de deformación en la que se han realizado las mediciones. La gama medida puede contener la fractura, la gama de endurecimiento rápido o ambas. En el cálculo, solo se utilizarán valores de las características de la PH que figuren en la gama medida.

2.2. Se entiende por «gama de funcionamiento» de la curva característica de una PH, la gama cubierta por el cálculo.

La gama de funcionamiento no excederá de la gama medida y podrá contener la fractura, pero no la gama de endurecimiento rápido.

2.3. Las características de la PH que se utilicen en el cálculo deberán contener la curva M-φ en la gama medida.

3. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

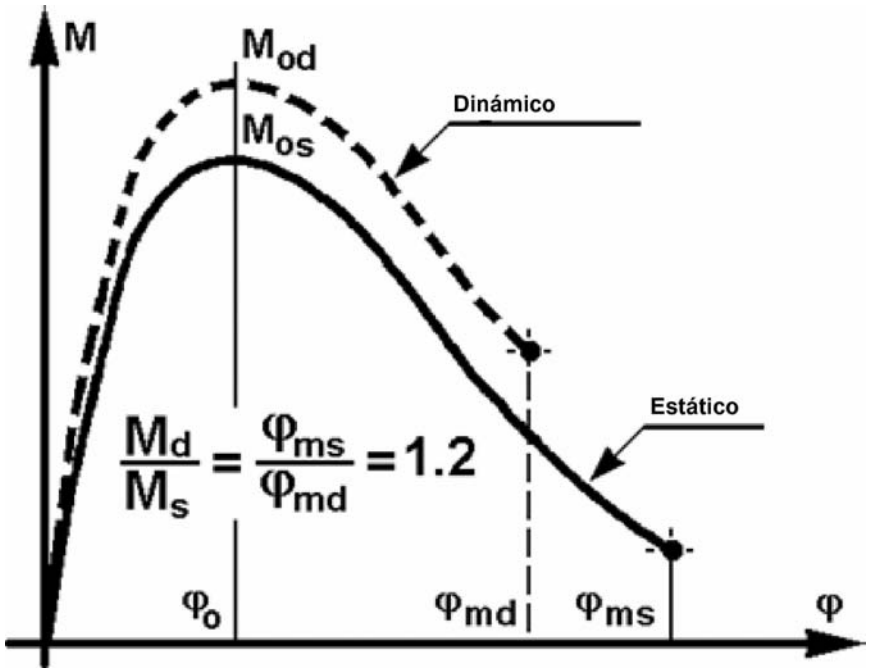
Las características de las PH y las PZ son de dos tipos: cuasiestáticas y dinámicas. Las características dinámicas de una PH pueden determinarse de dos maneras:

3.1. mediante el ensayo de impacto dinámico del componente;

3.2. utilizando un factor dinámico K_d para transformar las características cuasiestáticas de la PH; esta transformación significa que los valores del momento de flexión cuasiestático pueden incrementarse en K_d y, para los elementos estructurales de acero, puede utilizarse $K_d = 1,2$ sin ensayo de laboratorio.

Figura A8.A1.2

Derivación de las características dinámicas de la bisagra plástica a partir de la curva estática



ANEXO 9

SIMULACIÓN POR ORDENADOR DEL ENSAYO DE VUELCO DE UN VEHÍCULO COMPLETO COMO MÉTODO DE HOMOLOGACIÓN EQUIVALENTE

1. DATOS E INFORMACIÓN ADICIONALES

Para demostrar que la superestructura cumple los requisitos de los apartados 5.1.1 y 5.1.2 del presente Reglamento, puede utilizarse un método de simulación informática homologado por el servicio técnico.

Si el fabricante opta por este método de ensayo, además de los datos y los dibujos enumerados en el apartado 3.2 del presente Reglamento, se facilitará al servicio técnico la información siguiente:

1.1. una descripción de la simulación aplicada y el método de cálculo que se ha utilizado, así como la identificación clara y precisa del *software* de análisis, que incluya, como mínimo, el nombre del fabricante, la marca comercial, la versión utilizada y los datos de contacto del desarrollador;

1.2. los modelos de material y los datos de alimentación utilizados;

1.3. los valores de las masas, el centro de gravedad y los momentos de inercia definidos que se han utilizado en el modelo matemático.

2. EL MODELO MATEMÁTICO

Se utilizará un modelo que permita describir el comportamiento físico real del proceso de vuelco de conformidad con el anexo 5. Dicho modelo, y los supuestos prescritos, estarán configurados de manera que el cálculo ofrezca resultados conservadores. Se establecerá el modelo a partir de las siguientes consideraciones:

2.1. el servicio técnico podrá exigir que se realicen ensayos de la estructura del vehículo real para demostrar la validez del modelo matemático y verificar los supuestos establecidos en el modelo;

2.2. la masa total y la posición del centro de gravedad utilizados en el modelo matemático deberán ser idénticas a las del vehículo que se quiere homologar;

2.3. la distribución de la masa en el modelo matemático corresponderá al vehículo que se quiere homologar; los momentos de inercia utilizados en el modelo matemático se calcularán sobre la base de dicha distribución de la masa.

3. REQUISITOS DEL ALGORITMO Y EL PROGRAMA DE SIMULACIÓN, ASÍ COMO DEL EQUIPO INFORMÁTICO

3.1. Se especificarán la posición del vehículo en equilibrio inestable en el punto de vuelco y la posición al primer contacto con el suelo. El programa de simulación podrá empezar en la posición de equilibrio inestable y, a más tardar, en el punto de primer contacto con el suelo.

3.2. Las condiciones iniciales en el punto de primer contacto con el suelo se establecerán utilizando el cambio de energía potencial desde la posición de equilibrio inestable.

3.3. El programa de simulación funcionará, como mínimo, hasta que se alcance la máxima deformación.

3.4. El programa de simulación generará una solución estable en la que el resultado sea independiente del incremento temporal.

3.5. Se utilizará un programa de simulación que permita calcular los componentes energéticos para el equilibrio de la energía en cada incremento temporal.

3.6. Los componentes energéticos no físicos introducidos mediante el proceso de modelación matemática (por ejemplo, «reloj de arena» y amortiguamiento interno) no excederán en ningún momento del 5 % de la energía total.

3.7. El coeficiente de fricción utilizado en el contacto con el suelo se validará con resultados de ensayos físicos, o el cálculo demostrará que el coeficiente de fricción elegido genera resultados conservadores.

3.8. En el modelo matemático se tendrán en cuenta todos los posibles contactos físicos entre las partes del vehículo.

4. EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN

4.1. Cuando se cumplan los requisitos establecidos para el programa de simulación, la simulación de los cambios en la geometría de la estructura interior y la comparación con la forma geométrica del espacio de supervivencia podrán evaluarse con arreglo a los apartados 5.1 y 5.2 del presente Reglamento.

4.2. Si no se invade el espacio de supervivencia durante la simulación del vuelco, se concederá la homologación.

4.3. Si se invade el espacio de supervivencia durante la simulación del vuelco, se denegará la homologación.

5. DOCUMENTACIÓN

5.1. El informe sobre la simulación contendrá la información siguiente:

5.1.1. la totalidad de los datos y la información enumerados en el punto 1 del presente anexo;

5.1.2. una ilustración del modelo matemático de la superestructura;

5.1.3. una declaración de los valores de ángulo, velocidad y velocidad angular en la posición de equilibrio inestable del vehículo y en la posición de primer contacto con el suelo;

5.1.4. un cuadro del valor de la energía total y los valores de todos sus componentes (energía cinética, energía interna y energía de «reloj de arena»), a incrementos temporales de 1 ms que cubran, al menos, el período que va desde el primer contacto con el suelo hasta que se alcance la deformación máxima;

5.1.5. el coeficiente supuesto de fricción del suelo;

5.1.6. los gráficos o datos que muestren, de manera adecuada, que se cumplen los requisitos de los apartados 5.1.1 y 5.1.2 del presente Reglamento; este requisito podrá cumplirse facilitando un gráfico, en función del tiempo, de la distancia entre el contorno interior de la estructura deformada y los márgenes del espacio de supervivencia;

5.1.7. una declaración de si se cumplen o no los requisitos de los apartados 5.1.1 y 5.1.2 del presente Reglamento;

5.1.8. la totalidad de los datos y la información necesarios para identificar claramente el tipo de vehículo, su superestructura, el modelo matemático de la superestructura y el propio cálculo.

5.2. Se recomienda que el informe también contenga gráficos de la estructura deformada en el momento en el que se alcance la máxima deformación, que ofrezcan una visión general de la superestructura y de las zonas de amplia deformación plástica.

5.3. A petición del servicio técnico, se facilitará e incluirá en el informe más información.