



Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de situación de la CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en: <https://unece.org/transport/road-transport/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>

Reglamento n.º 94 de las Naciones Unidas. Prescripciones uniformes sobre la homologación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal [2026/1075]

Incorpora todo el texto válido hasta:

Suplemento 1 de la serie 05 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 12 de junio de 2025

La finalidad de este documento es puramente documental. Los textos auténticos y jurídicamente vinculantes son los siguientes:

ECE/TRANS/WP.29/2018/132
ECE/TRANS/WP.29/2020/54
ECE/TRANS/WP.29/2020/107
ECE/TRANS/WP.29/2021/115
ECE/TRANS/WP.29/2023/47
ECE/TRANS/WP.29/2023/107
ECE/TRANS/WP.29/2024/132

ÍNDICE

Reglamento

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones
6. Instrucciones para los usuarios de vehículos equipados con airbags
7. Modificación y extensión de la homologación del tipo de vehículo
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombre y dirección de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

Anexos

1. Comunicación
 2. Ejemplos de marcas de homologación
 3. Procedimiento de ensayo
 4. Criterio de comportamiento de la cabeza (HPC) y criterios de rendimiento de aceleración de la cabeza de 3 ms
 5. Disposición e instalación de los maniqués y ajuste de los sistemas de retención
 6. Procedimiento de determinación del punto «H» y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los vehículos de motor
- Apéndice 1: Descripción del maniquí tridimensional para el punto «H» (maniquí 3D-H)
- Apéndice 2: Sistema de referencia tridimensional
- Apéndice 3: Parámetros de referencia de las plazas de asiento

7. Procedimiento de ensayo con carro
Apéndice: Curva de equivalencia. Banda de tolerancia para la curva $\Delta V = f(t)$
8. Técnica de medición en los ensayos de medidas: instrumentación
9. Definición de la barrera deformable
10. Procedimiento de certificación de la parte inferior de la pierna y del pie del maniquí
11. Procedimientos de ensayo para los vehículos equipados con tren motor eléctrico
12. Condiciones y procedimientos de ensayo para evaluar la integridad del sistema de alimentación de combustible de hidrógeno tras la colisión

1. Ámbito de aplicación

El presente Reglamento se aplica a los vehículos de la categoría M₁ ⁽¹⁾ cuya masa total admisible no supera los 3 500 kg y a los vehículos de la categoría N₁ cuya masa total admisible no supera los 2 500 kg; podrán homologarse otros vehículos a petición del fabricante.

2. Definiciones

A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

2.1. «sistema de protección», el equipamiento y los dispositivos interiores destinados a sujetar a los ocupantes y a ayudar a que se cumplan los requisitos del apartado 5;

2.2. «tipo de sistema de protección», la categoría de dispositivos de protección que no difieran entre sí en aspectos esenciales como:

la tecnología,

la geometría y

los materiales constituyentes;

2.3. «anchura del vehículo», la distancia entre dos planos paralelos al plano longitudinal mediano (del vehículo) que limiten con el vehículo a ambos lados de dicho plano, excluidos los espejos retrovisores, las luces laterales de posición, los indicadores de presión de los neumáticos, las luces indicadoras de dirección, las luces de posición, los guardabarros flexibles y la parte abombada de los laterales de los neumáticos situada justo por encima del punto de contacto con el suelo;

2.4. «coincidencia», el porcentaje de la anchura del vehículo alineado directamente con la cara de la barrera;

2.5. «cara deformable de la barrera», la sección deformable fijada a la superficie anterior de un bloque rígido;

2.6. «tipo de vehículo», una categoría de vehículos de motor que, en lo que respecta a los aspectos enumerados a continuación, no presente diferencias esenciales que puedan influir negativamente en los resultados del ensayo de colisión descrito en el presente Reglamento:

a) la longitud y la anchura del vehículo;

b) la estructura, las dimensiones, las líneas y los materiales de la parte del vehículo situada por delante del plano transversal al punto «R» del asiento del conductor;

c) las líneas y las dimensiones interiores del habitáculo y el tipo de sistema de protección;

d) el emplazamiento (delantero, trasero o central) y la orientación (transversal o longitudinal) del motor;

e) la masa en vacío;

f) los dispositivos o accesorios opcionales proporcionados por el fabricante;

g) la ubicación del SAEER ⁽²⁾;

h) la configuración básica y las principales características del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido.

⁽¹⁾ Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

⁽²⁾ Véase el subapartado 2.14.

- 2.7. habitáculo,
- 2.7.1. «habitáculo en relación con la protección de los ocupantes», el espacio destinado a acomodar a los ocupantes y delimitado por el techo, el piso, los laterales, las puertas, el acristalamiento exterior, la mampara delantera y el plano de la mampara del compartimento trasero o el plano del soporte del respaldo del asiento trasero;
- 2.7.2. «habitáculo en relación con la evaluación de la seguridad eléctrica o la seguridad del hidrógeno», el espacio destinado a acomodar a los ocupantes y delimitado por el techo, el suelo, los laterales, las puertas, el acristalamiento exterior, la mampara delantera y la mampara o puerta trasera, y por las barreras de protección eléctrica y las envolventes destinadas a evitar que los ocupantes entren en contacto directo con partes activas de alta tensión;
- 2.8. «punto «R»», el punto de referencia de cada asiento establecido por el fabricante en función de la estructura del vehículo, según se indica en el anexo 6;
- 2.9. «punto «H»», el punto de referencia de cada asiento establecido por el servicio técnico encargado de la realización de los ensayos de homologación, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo 6;
- 2.10. «tara», la masa del vehículo en orden de marcha, sin ocupantes ni carga pero lleno de combustible, refrigerante y lubricante, y con herramientas y rueda de repuesto (si estas forman parte del equipo de serie suministrado por el fabricante del vehículo);
- 2.11. «airbag», el dispositivo instalado como complemento de los cinturones de seguridad y de los sistemas de retención en los vehículos de motor, es decir, aquellos sistemas que, en caso de colisión grave del vehículo, despliegan automáticamente una estructura flexible que, mediante la compresión del gas que contiene, limita la gravedad de los contactos de una o varias partes del cuerpo de un ocupante del vehículo con el interior del habitáculo;
- 2.12. «airbag para pasajeros», el módulo de airbag destinado a proteger a uno o más ocupantes de asientos distintos al del conductor en caso de colisión frontal;
- 2.13. «de alta tensión», la clasificación de un componente o circuito eléctrico cuya tensión de trabajo es $> 60 \text{ V}$ y $\leq 1\,500 \text{ V}$ de corriente continua (DC) o $> 30 \text{ V}$ y $\leq 1\,000 \text{ V}$ de corriente alterna (AC), en tensión eficaz (rms);
- 2.14. «sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (SAEER)», el sistema de almacenamiento de energía recargable que proporciona energía eléctrica para la propulsión eléctrica;
- no se considerará SAEER una batería cuyo uso principal consista en suministrar energía para poner en marcha el motor, las luces u otros sistemas auxiliares del vehículo;
- el SAEER podrá incluir los sistemas necesarios para el soporte físico, la gestión térmica, los controles electrónicos y la carcasa;
- 2.15. «barrera de protección eléctrica», la pieza que protege de todo contacto directo con las piezas activas de alta tensión;
- 2.16. «tren motor eléctrico», el circuito eléctrico que incluye el motor o motores de tracción y que puede incluir también el SAEER, el sistema de conversión de la energía eléctrica, los convertidores electrónicos, el arnés de cableado y los conectores correspondientes, así como el sistema de acoplamiento para la carga del SAEER;
- 2.17. «piezas activas», la pieza o piezas conductoras destinadas a recibir corriente eléctrica en condiciones normales de funcionamiento;
- 2.18. «pieza conductora expuesta», la pieza conductora que puede tocarse en las condiciones del grado de protección IPXXB y que normalmente no recibe corriente eléctrica, pero que puede recibirla si se produce un fallo de aislamiento; se incluyen las piezas bajo una cubierta que pueda retirarse sin necesidad de herramientas;

- 2.19. «contacto directo», el contacto de personas con piezas activas de alta tensión;
- 2.20. «contacto indirecto», el contacto de personas con piezas conductoras expuestas;
- 2.21. «grado de protección IPXXB», la protección frente al contacto con piezas activas de alta tensión ofrecida o bien por una barrera de protección eléctrica, o bien por una envolvente, y que se somete a ensayo con el dedo de ensayo articulado (grado IPXXB) según se describe en el punto 4 del anexo 11;
- 2.22. «tensión de trabajo», el valor máximo de la tensión eficaz (rms) de un circuito eléctrico, especificado por el fabricante, que puede darse entre cualesquiera piezas conductoras en condiciones de circuito abierto o en condiciones normales de funcionamiento; si el circuito eléctrico está dividido por aislamiento galvánico, la tensión de trabajo se determina respectivamente para cada uno de los circuitos divididos;
- 2.23. «sistema de acoplamiento para la carga del sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (SAEER)», el circuito eléctrico empleado para cargar el SAEER desde una fuente externa de abastecimiento de energía eléctrica, incluido el elemento de entrada del vehículo;
- 2.24. «chasis eléctrico», un conjunto de piezas conductoras eléctricamente conectadas entre sí, cuya potencia eléctrica se toma como referencia;
- 2.25. «circuito eléctrico», un conjunto de piezas activas conectadas, diseñado para recibir corriente eléctrica en condiciones normales de funcionamiento;
- 2.26. «sistema de conversión de la energía eléctrica», un sistema (por ejemplo, una pila de combustible) que genera y proporciona energía eléctrica para la propulsión eléctrica;
- 2.27. «convertidor electrónico», un dispositivo que controla o convierte la energía eléctrica para la propulsión eléctrica;
- 2.28. «envolvente», la pieza que encierra las unidades internas y protege contra todo contacto directo;
- 2.29. «bus de alta tensión», el circuito eléctrico, incluido el sistema de acoplamiento para la carga del SAEER, que funciona con alta tensión;
- cuando los circuitos eléctricos estén conectados galvánicamente entre sí y cumplan la condición específica de tensión, solo los componentes o piezas del circuito eléctrico que funcionen con alta tensión se clasificarán como bus de alta tensión;
- 2.30. «aislante sólido», el revestimiento aislante de los arneses del cableado, destinado a cubrir las piezas activas de alta tensión y a evitar el contacto directo con ellas;
- 2.31. «desconector automático», un dispositivo que, al accionarse, separa galvánicamente las fuentes de energía eléctrica del resto del circuito de alta tensión del tren motor eléctrico;
- 2.32. «batería de tracción de tipo abierto», un tipo de batería que es preciso llenar de líquido y que genera hidrógeno gaseoso, el cual es liberado en la atmósfera;
- 2.33. «sistema de cierre de puertas de activación automática», un sistema que echa automáticamente el seguro de las puertas a una velocidad predeterminada o en cualquier otra condición definida por el fabricante;
- 2.34. «sistema de desplazamiento», un dispositivo que permite desplazar y/o girar el asiento o una de sus partes, sin posición intermedia fija, para facilitar el acceso de los ocupantes al espacio situado detrás de dicho asiento;
- 2.35. «bastidor de escalera», un chasis compuesto por dos raíles longitudinales conectados transversalmente por travesaños y en el que la cabina, hecha de paneles, está conectada a esos raíles;

- 2.36. «electrolito acuoso», un electrolito basado en agua como disolvente para los compuestos (por ejemplo, ácidos o bases), que proporciona iones conductores tras su disociación;
- 2.37. «fuga de electrolito», el escape de electrolito del SAEER en forma de líquido;
- 2.38. «electrolito no acuoso», un electrolito no basado en agua como disolvente;
- 2.39. «condiciones normales de funcionamiento», los modos y condiciones de funcionamiento que pueden encontrarse razonablemente durante el funcionamiento normal del vehículo, es decir, la conducción a las velocidades permitidas señalizadas, el estacionamiento o el ralenti en el tráfico, así como la carga mediante cargadores que sean compatibles con los puertos de carga específicos instalados en el vehículo; no se incluyen las condiciones en las que el vehículo está dañado, ya sea por un accidente, desechos de la carretera o vandalismo, quemado o sumergido en agua, o en un estado en el que necesita o recibe revisión o mantenimiento;
- 2.40. «condición específica de tensión», la condición de que la tensión máxima de un circuito eléctrico conectado galvánicamente entre una pieza activa de DC y cualquier otra pieza activa (DC o AC) sea ≤ 30 V AC (rms) y ≤ 60 V DC;
- Nota 1: cuando una pieza activa de DC de tal circuito eléctrico está conectada al chasis eléctrico y se aplica la condición específica de tensión, la tensión máxima entre cualquier pieza activa y el chasis eléctrico es ≤ 30 V AC (rms) y ≤ 60 V DC.
- Nota 2: para las tensiones pulsatorias de c.c. (tensiones alternas sin cambio de polaridad), se aplicará el umbral de c.c.
- 2.41. «estado de carga», la carga eléctrica disponible en un SAEER, expresada como porcentaje de su capacidad asignada;
- 2.42. «incendio», la emisión de llamas desde el vehículo; las chispas y los arcos eléctricos no se considerarán llamas;
- 2.43. «explosión», la liberación repentina de energía suficiente para producir ondas de presión o proyectiles que puedan causar daños estructurales o físicos alrededor del vehículo;
- 2.44. «sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (SAHC)», un sistema diseñado para almacenar combustible de hidrógeno comprimido destinado a un vehículo de hidrógeno y compuesto por un recipiente, sus accesorios (en su caso), y todos los dispositivos de cierre principales para aislar al hidrógeno almacenado del resto del sistema de combustible y del entorno;
- 2.45. «recipiente» (para el almacenamiento de hidrógeno), el componente del vehículo que soporta la presión y almacena el volumen primario de combustible de hidrógeno en una sola cámara o en varias cámaras permanentemente interconectadas;
- 2.46. «accesorios del recipiente», las piezas unidas al recipiente que no soportan presión, proporcionan apoyo adicional o protección al recipiente y solo pueden retirarse temporalmente para su mantenimiento o inspección utilizando herramientas;
- 2.47. «vehículo de hidrógeno», todo vehículo de motor que utiliza hidrógeno gaseoso comprimido como combustible para su propulsión, incluidos los vehículos de pila de combustible y los vehículos de motor de combustión interna; el combustible de hidrógeno para los vehículos se detalla en las normas ISO 14687:2019 y SAE J2719_202003;
- 2.48. «válvula de cierre (para vehículos de hidrógeno)», una válvula situada entre el recipiente y el sistema de combustible del vehículo que debe situarse por defecto en la posición «cerrada» cuando no está conectada a una fuente de energía.
3. Solicitud de homologación
- 3.1. Serán el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado quienes presenten la solicitud de homologación de un tipo de vehículo en lo relativo a la protección de los ocupantes de los asientos delanteros en caso de colisión frontal (ensayo de barrera deformable con solape parcial).

- 3.2. La solicitud irá acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, y de los datos siguientes:
 - 3.2.1. una descripción detallada del tipo de vehículo en cuanto a su estructura, dimensiones, líneas y materiales constituyentes;
 - 3.2.2. fotografías, o diagramas y dibujos, que muestren el tipo de vehículo en elevación frontal, lateral y posterior, así como detalles del diseño de la parte frontal de la estructura;
 - 3.2.3. datos concretos sobre la tara del vehículo;
 - 3.2.4. las líneas y dimensiones interiores del habitáculo;
 - 3.2.5. una descripción del equipamiento interior y de los sistemas de protección instalados en el vehículo;
 - 3.2.6. una descripción general del tipo de fuente de energía eléctrica, de su ubicación y del tren motor eléctrico (por ejemplo, híbrido o eléctrico).
- 3.3. El solicitante de la homologación tendrá derecho a presentar cualesquiera datos y resultados de los ensayos realizados que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos con un grado suficiente de fiabilidad.
- 3.4. Se presentará al servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación un vehículo que sea representativo del tipo cuya homologación se solicita.
 - 3.4.1. Podrá aceptarse para el ensayo un vehículo que no incluya todos los componentes propios del tipo, a condición de que pueda demostrarse que la ausencia de los componentes omitidos no tiene ninguna incidencia negativa sobre los resultados del ensayo en lo que concierne a los requisitos del presente Reglamento.
 - 3.4.2. El solicitante de la homologación será el responsable de demostrar que la aplicación del subapartado 3.4.1 es compatible con el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento.
4. Homologación
 - 4.1. Si el tipo de vehículo presentado para su homologación con arreglo al presente Reglamento satisface los requisitos de este, deberá concederse su homologación.
 - 4.1.1. El servicio técnico nombrado conforme al apartado 12 comprobará si se reúnen las condiciones requeridas.
 - 4.1.2. En caso de duda, al verificar la conformidad del vehículo con los requisitos del presente Reglamento se tendrá en cuenta todo dato o resultado de ensayos que suministre el fabricante y que pueda tomarse en consideración para validar el ensayo de homologación realizado por el servicio técnico.
 - 4.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado de conformidad con el anexo 4 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).
 - 4.3. Las Partes en el Acuerdo que apliquen el presente Reglamento comunicarán la concesión o denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo a este Reglamento por medio de un formulario que se ajuste al modelo que figura en su anexo 1.

- 4.4. En todo vehículo que se ajuste a un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará, de manera visible y en un lugar fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación, una marca de homologación internacional consistente en:
- 4.4.1. la letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número distintivo del país que ha concedido la homologación ⁽³⁾;
- 4.4.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo que se establece en el subapartado 4.4.1.
- 4.5. Si el vehículo se ajusta a un tipo de vehículo homologado de acuerdo con otro u otros reglamentos adjuntos al Acuerdo en el país que haya concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo que se establece en el subapartado 4.4.1. En ese caso, el Reglamento, los números de homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos según los cuales se haya concedido la homologación en el país que la haya concedido de conformidad con el presente Reglamento se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo prescrito en el subapartado 4.4.1.
- 4.6. La marca de homologación deberá ser claramente legible e indeleble.
- 4.7. La marca de homologación se situará en la placa de datos del vehículo colocada por el fabricante, o cerca de ella.
- 4.8. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de disposición de las marcas de homologación.
5. Especificaciones
- 5.1. Especificaciones generales aplicables a todos los ensayos
- 5.1.1. El punto «H» de cada asiento se establecerá de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo 6.
- 5.1.2. Si el sistema de protección de las plazas de asiento delanteras incluye cinturones, los componentes de estos deberán cumplir los requisitos del Reglamento n.º 16.
- 5.1.3. Las plazas de asiento donde se instale un maniquí y cuyo sistema de protección incluya cinturones deberán estar provistas de puntos de anclaje conforme al Reglamento n.º 14.
- 5.2. Especificaciones
- Se considerará que el vehículo ha superado el ensayo efectuado de acuerdo con el método descrito en el anexo 3 si se cumplen simultáneamente todas las condiciones establecidas en los subapartados 5.2.1 a 5.2.7.
- Además, los vehículos equipados con tren motor eléctrico deberán cumplir los requisitos del subapartado 5.2.8. A tal efecto podrá realizarse un ensayo de impacto aparte, a petición del fabricante y tras la validación por el servicio técnico, a condición de que los componentes eléctricos no influyan en el rendimiento de protección de los ocupantes del tipo de vehículo, según se define en los subapartados 5.2.1 a 5.2.5 del presente Reglamento. Si se cumple esta condición, los requisitos del subapartado 5.2.8 se comprobarán conforme a los métodos expuestos en el anexo 3 del presente Reglamento, excluidos los puntos 2, 5 y 6 de dicho anexo. En cada asiento delantero lateral deberá instalarse un maniquí conforme con las especificaciones del Hybrid III (véase la nota a pie de página 1 del anexo 3), con un tobillo de 45° y ajustado según las especificaciones correspondientes.

⁽³⁾ Los números distintivos de las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

- 5.2.1. Los criterios de comportamiento registrados, de conformidad con el anexo 8, en los maniqués situados en los asientos delanteros laterales deberán ajustarse a los valores que se exponen a continuación:
- 5.2.1.1. El criterio de comportamiento de la cabeza (HPC, *head performance criterion*) no será superior a 1,000, y la aceleración resultante de la cabeza no superará los 80 g durante más de 3 ms. Esta última corresponderá a un cálculo acumulativo que excluirá el movimiento de retroceso de la cabeza.
- 5.2.1.2. Los criterios de lesión del cuello (NIC, *neck injury criteria*) no superarán los valores que se muestran en las figuras 1 y 2 (*).

Figura 1

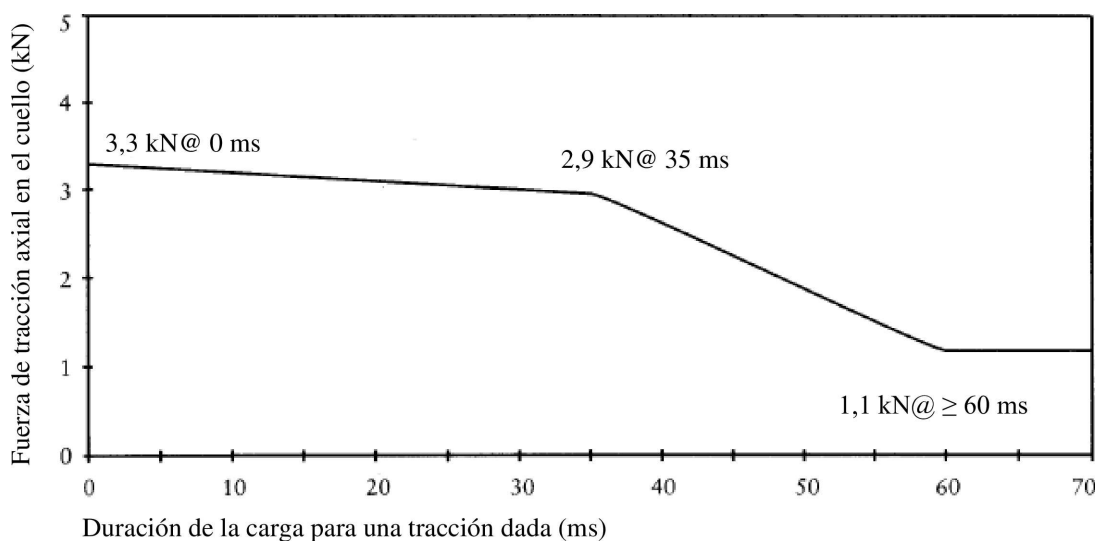
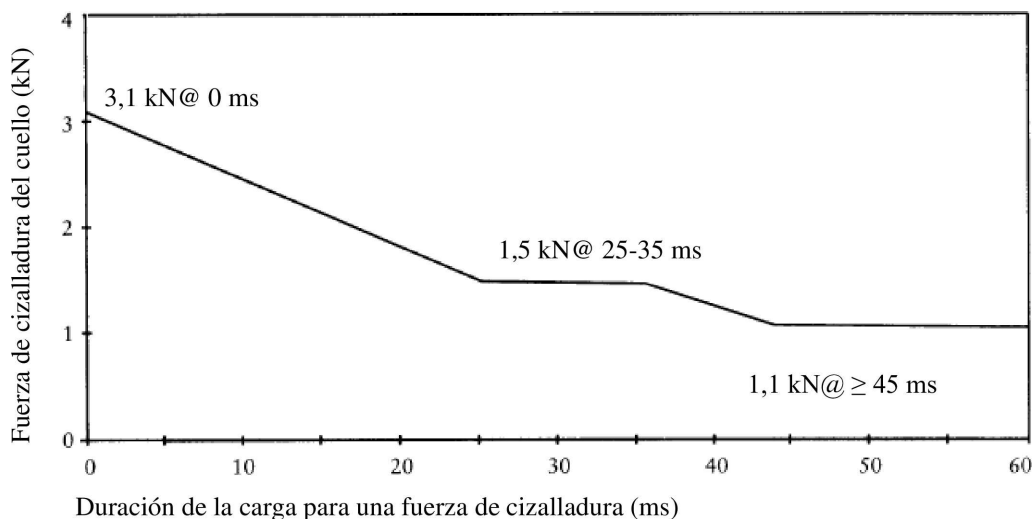
Criterio de tracción del cuello

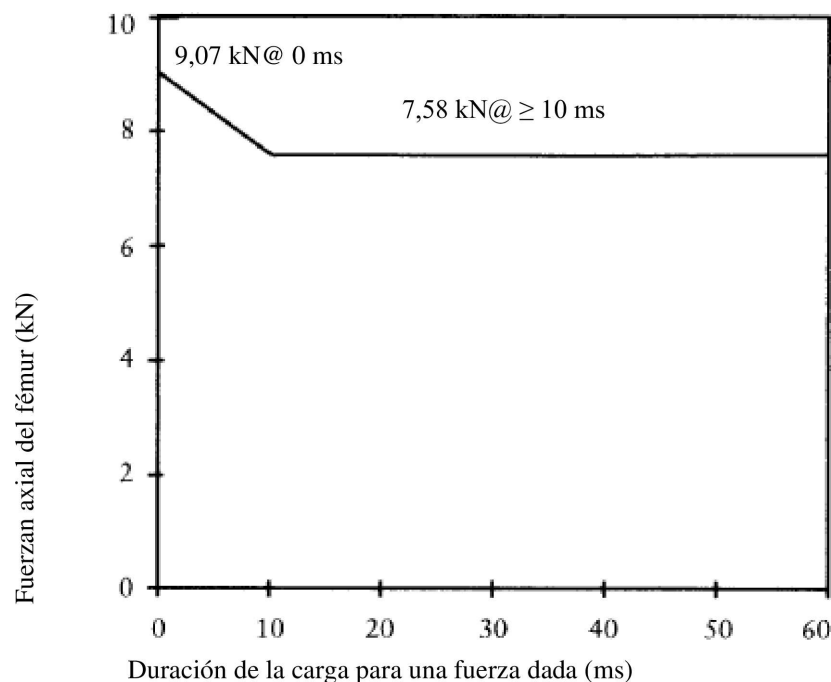
Figura 2

Criterio de fuerza de cizalladura del cuello

(*) Hasta el 1 de octubre de 1998, los valores obtenidos respecto al cuello no serán un criterio determinante para conceder la homologación. Los resultados obtenidos se harán constar en el acta de ensayo y serán registrados por la autoridad de homologación de tipo. Después de dicha fecha, los valores indicados en el presente subapartado serán criterios determinantes para la homologación, salvo que se adopten, o hasta que se adopten, otros valores.

- 5.2.1.3. El movimiento de flexión del cuello en torno al eje «y» no superará los 57 Nm en extensión⁴.
- 5.2.1.4. El criterio de compresión del tórax (ThCC, *thorax compression criterion*) no excederá de 42 mm.
- 5.2.1.5. El criterio de viscosidad (V*C) para el tórax no será superior a 1,0 m/s.
- 5.2.1.6. El criterio de fuerza del fémur (FFC, *femur force criterion*) no será superior al criterio de comportamiento fuerza-tiempo que muestra la figura 3.

Figura 3

Criterio de fuerza del fémur

- 5.2.1.7. El criterio de fuerza de compresión de la tibia (TCFC, *tibia compression force criterion*) no será superior a 8 kN.
- 5.2.1.8. El índice de la tibia (TI, *tibia index*), medido en las partes superior e inferior de cada tibia, no será superior a 1,3 en ninguno de esos puntos.
- 5.2.1.9. El movimiento de las articulaciones deslizantes de la rodilla no será superior a 15 mm.
- 5.2.2. Tras el ensayo, el desplazamiento residual del volante, medido en el centro de su cubo, no será superior a 80 mm hacia arriba en vertical ni a 100 mm hacia atrás en horizontal.
- 5.2.3. Durante el ensayo no deberá abrirse ninguna puerta.
 - 5.2.3.1. En el caso de sistemas de cierre de puertas de activación automática que estén instalados de manera opcional o que puedan ser desactivados por el conductor, este requisito deberá verificarse por medio de uno de los dos procedimientos de ensayo siguientes, a elección del fabricante:
 - 5.2.3.1.1. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 3, punto 1.4.3.5.2.1, el fabricante deberá asimismo demostrar a satisfacción del servicio técnico (por ejemplo, con datos internos propios) que, en ausencia del sistema o con él desactivado, no se abrirá ninguna puerta en caso de colisión.

- 5.2.3.1.2. El ensayo se realiza de conformidad con el anexo 3, punto 1.4.3.5.2.2.
- 5.2.4. Tras la colisión, deberá quitarse el seguro de las puertas.
- 5.2.4.1. En el caso de vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática, deberá echarse el seguro de las puertas antes del momento del impacto y quitarse tras este.
- 5.2.4.2. En el caso de sistemas de cierre de puertas de activación automática que estén instalados de manera opcional o que puedan ser desactivados por el conductor, este requisito deberá verificarse por medio de uno de los dos procedimientos de ensayo siguientes, a elección del fabricante:
- 5.2.4.2.1. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 3, punto 1.4.3.5.2.1, el fabricante deberá asimismo demostrar a satisfacción del servicio técnico (por ejemplo, con datos internos propios) que, en ausencia del sistema o con él desactivado, no se echará el seguro de las puertas laterales durante el impacto.
- 5.2.4.2.2. El ensayo se realiza de conformidad con el anexo 3, punto 1.4.3.5.2.2.
- 5.2.5. Después de la colisión deberá ser posible, sin utilizar herramientas, a excepción de las necesarias para aguantar el peso del maniquí:
- 5.2.5.1. abrir al menos una puerta por fila de asientos; de no haber tal puerta, deberá ser posible permitir la evacuación de todos los ocupantes activando, en caso necesario, el sistema de desplazamiento de los asientos; esto no es aplicable a los convertibles cuyo techo puede abrirse fácilmente para permitir la evacuación de los ocupantes;
- este aspecto deberá evaluarse con respecto a todas las configuraciones o a la configuración más desfavorable en relación con el número de puertas de cada lado del vehículo y, si procede, de los vehículos con volante a la izquierda y a la derecha;
- 5.2.5.2. liberar los maniqués del sistema de retención, el cual deberá poder abrirse, en caso de estar cerrado, aplicando una fuerza máxima de 60 N sobre el centro del dispositivo de apertura;
- 5.2.5.3. extraer los maniqués del vehículo sin ajustar los asientos.
- 5.2.6. En el caso de un vehículo propulsado por combustible líquido, la colisión solo provocará pequeñas fugas de líquido del circuito de alimentación de combustible.
- 5.2.6.1. Si se produjera una fuga continua de líquido del circuito de alimentación de combustible después de la colisión, el caudal de fuga no deberá superar los 30 g/min; si el líquido del circuito de alimentación de combustible se mezcla con líquidos de otros circuitos y no pueden separarse ni distinguirse fácilmente unos de otros, se tendrán en cuenta todos ellos al evaluar la fuga continua.
- 5.2.7. En el caso de un vehículo de hidrógeno comprimido, deberá demostrarse que se cumplen los puntos 5.2.7.1 a 5.2.7.3.
- 5.2.7.1. El índice de fuga de hidrógeno (V_{H_2}) determinado con arreglo al punto 4 del anexo 12, con respecto al hidrógeno, o al punto 5 del anexo 12, con respecto al helio, no deberá exceder de una media de 118 NL por minuto durante el intervalo de tiempo, Δt minutos, tras la colisión.
- 5.2.7.2. La concentración de gas (hidrógeno o helio, según proceda) en volumen, en valores de aire, determinada para el habitáculo y el compartimento para equipajes de conformidad con el punto 6 del anexo 12, no deberá exceder del 4,0 % en el caso del hidrógeno ni del 3,0 % en el caso del helio, en ningún momento del período de medición de sesenta minutos tras la colisión. Se cumple este requisito si se confirma que la válvula de cierre de cada sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido se ha cerrado en los cinco segundos posteriores al primer contacto del vehículo con la barrera y que no se ha producido ninguna fuga en los sistemas de almacenamiento de hidrógeno comprimido.

5.2.7.3. Los recipientes (de almacenamiento de hidrógeno) deberán permanecer sujetos al vehículo como mínimo por un punto de sujeción.

5.2.8. Tras el ensayo realizado siguiendo el procedimiento definido en el anexo 3 del presente Reglamento, el tren motor eléctrico de funcionamiento con alta tensión y los sistemas de alta tensión, conectados galvánicamente con el bus de alta tensión del tren motor eléctrico, deberán cumplir los requisitos que se exponen a continuación.

5.2.8.1. Protección contra choques eléctricos

Tras el impacto, los buses de alta tensión deberán cumplir por lo menos uno de los cuatro criterios especificados en los subapartados 5.2.8.1.1 a 5.2.8.1.4.2.

Si el vehículo dispone de una función de desconexión automática o de uno o más dispositivos que dividen conductivamente el circuito del tren motor eléctrico durante la conducción, una vez que se haya activado la función de desconexión, el circuito desconectado, o cada uno de los circuitos divididos, por separado, deberán cumplir por lo menos uno de los criterios que se exponen a continuación.

No obstante, el criterio del subapartado 5.2.8.1.4 no se tendrá en cuenta si más de un potencial de una parte del bus de alta tensión no está protegido en las condiciones del grado de protección IPXXB.

En caso de que el ensayo de colisión se realice con una o varias partes del sistema de alta tensión sin energizar, con excepción de cualquier sistema de acoplamiento para la carga del SAEER, que durante la conducción no está energizado, la protección contra choques eléctricos se demostrará conforme al subapartado 5.2.8.1.3 o al subapartado 5.2.8.1.4 con respecto a las partes pertinentes.

5.2.8.1.1. Ausencia de alta tensión

Las tensiones U_b , U_1 y U_2 de los buses de alta tensión deberán ser iguales o inferiores a 30 VAC o 60 VDC en los 60 s siguientes al impacto, medidas de conformidad con el punto 2 del anexo 11.

5.2.8.1.2. Energía eléctrica baja

La energía total (TE) en los buses de alta tensión deberá ser inferior a 0,2 J cuando se mida conforme al procedimiento de ensayo especificado en el punto 3 del anexo 11 con la fórmula a). Alternativamente, la energía total (TE) podrá calcularse por medio de la tensión medida U_b del bus de alta tensión y de la capacidad de los condensadores X (C_x) indicada por el fabricante, conforme a la fórmula b) del punto 3 del anexo 11.

La energía almacenada en los condensadores Y (TE_{y1} y TE_{y2}) también deberá ser inferior a 0,2 J. Se calculará midiendo las tensiones U_1 y U_2 de los buses de alta tensión y el chasis eléctrico y la capacidad de los condensadores Y indicada por el fabricante, conforme a la fórmula c) del punto 3 del anexo 11.

5.2.8.1.3. Protección física

Deberá emplearse el grado de protección IPXXB para proteger del contacto directo con piezas activas de alta tensión.

La evaluación deberá llevarse a cabo conforme al punto 4 del anexo 11.

Además, como protección contra choques eléctricos que pudieran producirse por un contacto indirecto, la resistencia entre todas las piezas conductoras expuestas de las barreras de protección eléctrica o las envolventes y el chasis eléctrico deberá ser inferior a 0,1 Ω , y la resistencia entre dos piezas conductoras expuestas simultáneamente accesibles de las barreras de protección eléctrica o las envolventes que estén a menos de 2,5 m una de la otra deberá ser inferior a 0,2 Ω cuando exista un flujo de corriente de al menos 0,2 A. Esta resistencia puede calcularse utilizando las resistencias medidas por separado de las partes pertinentes del camino eléctrico.

Estos requisitos se darán por satisfechos si la conexión galvánica se ha efectuado mediante soldadura. En caso de duda o de que la conexión se establezca por medios distintos de la soldadura, las mediciones se realizarán mediante uno de los procedimientos de ensayo descritos en el punto 4.1 del anexo 11.

5.2.8.1.4. Resistencia de aislamiento

Deberán cumplirse los criterios expuestos en los subapartados 5.2.8.1.4.1 y 5.2.8.1.4.2.

La medición se llevará a cabo conforme al punto 5 del anexo 11.

5.2.8.1.4.1. Tren motor eléctrico con buses de CC o CA separados

Si los buses de alta tensión de AC y de DC están aislados galvánicamente entre sí, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico (R_i , según se define en el punto 5 del anexo 11) deberá tener un valor mínimo de 100 Ω/V de la tensión de trabajo, en el caso de los buses de DC, y de 500 Ω/V de la tensión de trabajo, en el caso de los buses de AC.

5.2.8.1.4.2. Tren motor eléctrico con buses de DC o AC combinados

Si los buses de alta tensión de AC y de DC están conectados conductivamente, deberán cumplir uno de los requisitos siguientes:

- a) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico deberá tener un valor mínimo de 500 Ω/V de la tensión de trabajo.
- b) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico deberá tener un valor mínimo de 100 Ω/V de la tensión de trabajo y el bus de AC se ajustará al criterio de protección física del subapartado 5.2.8.1.3.
- c) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico deberá tener un valor mínimo de 100 Ω/V de la tensión de trabajo y el bus de AC se ajustará al criterio de ausencia de alta tensión del subapartado 5.2.8.1.1.

5.2.8.2. Fuga de electrolito

5.2.8.2.1. En el caso de SAEER de electrolito acuoso.

Durante un período comprendido entre el impacto y sesenta minutos después del impacto, no deberá producirse ninguna fuga de electrolito del SAEER en el habitáculo ni producirse una fuga de más del 7 % en volumen, con una fuga máxima de 5,0 l, hacia el exterior del habitáculo. La cantidad de la fuga de electrolito puede medirse mediante las técnicas habituales de determinación de volúmenes de líquido después de su recogida. En el caso de los recipientes que contengan disolvente de Stoddard, líquido de refrigeración coloreado y electrolito, deberá dejarse que los fluidos se separen por gravedad específica, y medirlos a continuación.

5.2.8.2.2. En el caso de SAEER de electrolito no acuoso.

Durante un período comprendido entre el impacto y sesenta minutos después del impacto, no deberá producirse ninguna fuga de electrolito líquido del SAEER en el habitáculo o el maletero, ni fugas de electrolito líquido al exterior del vehículo. Este requisito se verificará mediante inspección visual sin desmontar ninguna pieza del vehículo.

5.2.8.3. Retención del SAEER

El SAEER permanecerá sujeto al vehículo mediante al menos un anclaje, soporte o cualquier estructura que transfiera cargas del SAEER a la estructura del vehículo, y el SAEER situado fuera del habitáculo no deberá entrar en el habitáculo.

5.2.8.4. Peligro de incendio del SAEER

Durante un período comprendido entre el impacto y sesenta minutos después del impacto, no deberá haber señales de incendio ni de explosión del SAEER.

5.3. Disposiciones específicas

5.3.1. Se considerará que los vehículos de la categoría M_1 de masa total admisible superior a 2 500 kg basados en tipos de vehículos de la categoría N_1 de masa total admisible superior a 2 500 kg cumplen los requisitos del punto 5 si se cumplen plenamente los requisitos del Reglamento n.º 137 de las Naciones Unidas y al menos una de las condiciones siguientes:

- el ángulo agudo alfa (α), medido entre un plano horizontal que pasa por el centro del eje delantero y un plano transversal angular que pasa por el centro del eje delantero y el punto R del asiento del conductor (véase la figura 4), es superior a 22° ;
- o la relación entre la distancia desde el punto R del conductor al centro del eje trasero (L101-L114) y desde el centro del eje delantero al punto R del conductor (L114) es superior a 1,30 (véase la figura 4).

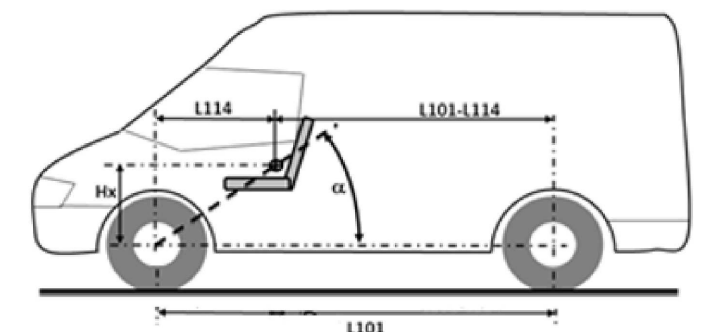
Esto será verificado por el servicio técnico y estará supeditado a la decisión de la autoridad de homologación de tipo, así como a lo dispuesto en el punto 8.2 del anexo 1 sobre la comunicación de la homologación.

5.3.2. Se considerará que los vehículos de la categoría N_1 de masa total admisible superior a 2 250 kg, pero no superior a 2 500 kg, cumplen los requisitos del punto 5 si su base estructural es un bastidor de escalera y si se cumplen plenamente los requisitos del Reglamento n.º 137 de las Naciones Unidas y al menos una de las condiciones siguientes:

- el ángulo agudo alfa (α), medido entre un plano horizontal que pasa por el centro del eje delantero y un plano transversal angular que pasa por el centro del eje delantero y el punto R del asiento del conductor (véase la figura 4), es superior a 22° ;
- o la relación entre la distancia desde el punto R del conductor al centro del eje trasero (L101-L114) y desde el centro del eje delantero al punto R del conductor (L114) es superior a 1,30 (véase la figura 4).

Esto será verificado por el servicio técnico y estará supeditado a la decisión de la autoridad de homologación de tipo, así como a lo dispuesto en el punto 8.2 del anexo 1 sobre la comunicación de la homologación.

Figura 4



6. Instrucciones para los usuarios de vehículos equipados con airbags

6.1. A partir del 1 de septiembre de 2020, en el caso de tipos de vehículos nuevos provistos de módulos de airbag destinados a proteger al conductor y a otros ocupantes, deberá demostrarse que se cumplen los subapartados 8.1.8 a 8.1.9 del Reglamento n.º 16 de las Naciones Unidas, modificado por la serie 08 de enmiendas. Antes de esa fecha serán de aplicación los requisitos pertinentes de las series anteriores de enmiendas.

7. Modificación y extensión de la homologación del tipo de vehículo
- 7.1. Deberá notificarse toda modificación del tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas a la autoridad de homologación de tipo que homologó ese tipo de vehículo. A continuación, la autoridad de homologación de tipo podrá:
- decidir, en consulta con el fabricante, la concesión de una nueva homologación de tipo; o
 - aplicar el procedimiento descrito en el punto 7.1.1 (Revisión) y, en su caso, el procedimiento descrito en el punto 7.1.2 (Ampliación).
- 7.1.1. Revisión
- Cuando hayan cambiado los datos registrados en las fichas de características y la autoridad de homologación de tipo considere improbable que las modificaciones realizadas tengan consecuencias negativas apreciables, y si el vehículo sigue cumpliendo los requisitos, la modificación se denominará «revisión».
- En este caso, la autoridad de homologación de tipo deberá expedir las páginas revisadas de las fichas de características, según proceda, señalando claramente en cada página revisada el tipo de modificación y la fecha de la nueva expedición. Se considerará cumplido este requisito con una versión consolidada y actualizada de las fichas de características que lleve adjunta una descripción detallada de la modificación.
- 7.1.2. Extensión
- La modificación se denominará «extensión» si, además del cambio de los datos registrados en el expediente del fabricante:
- deben realizarse nuevas inspecciones o nuevos ensayos; o
 - ha cambiado cualquier información del documento de comunicación (a excepción de sus documentos adjuntos); o
 - se pide la homologación conforme a una serie posterior de enmiendas después de su entrada en vigor.
- 7.1.2.1. Toda modificación del vehículo que afecte a la forma general de su estructura o suponga un aumento de su masa superior al 8 % y que, en opinión de la autoridad competente, vaya a tener una influencia marcada en los resultados de los ensayos, exigirá la repetición del ensayo descrito en el anexo 3.
- 7.1.2.2. Si solo se modifica el equipamiento interior, si la masa no varía más del 8 % y si el número de asientos delanteros inicialmente incluidos en el vehículo permanece invariable, se realizará uno de los siguientes ensayos, o ambos:
- 7.1.2.2.1. un ensayo simplificado, según se establece en el anexo 7; y/o
- 7.1.2.2.2. un ensayo parcial determinado por el servicio técnico en relación con las modificaciones efectuadas.
- 7.2. La confirmación, extensión o denegación de la homologación se comunicará a las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante el procedimiento indicado en el subapartado 4.3. Además, se modificará en consecuencia el índice de las fichas de características y de las actas de ensayo, adjuntas al documento de comunicación del anexo 1, para mostrar la fecha de la revisión o la extensión más recientes.
8. Conformidad de la producción
- Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en la ficha 1 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3), con los requisitos siguientes:
- 8.1. Todo vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento deberá fabricarse de modo que sea conforme con el tipo homologado y cumpla los requisitos expuestos en los apartados 5 y 6.

- 8.2. La autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de la conformidad aplicados en cada instalación de producción. La frecuencia normal de estas verificaciones será cada dos años.
9. Sanciones por no conformidad de la producción
- 9.1. La homologación concedida a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumple el requisito establecido en el subapartado 7.1.
- 9.2. Si una Parte contratante del Acuerdo que aplica el presente Reglamento retira una homologación que haya concedido anteriormente, lo notificará inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación al final de la cual figurará en grandes caracteres la indicación firmada y fechada «HOMOLOGACIÓN RETIRADA».
10. Cese definitivo de la producción
- Si el titular de una homologación cesa por completo de fabricar el tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará inmediatamente de ello a la autoridad de homologación de tipo que le concedió la homologación. Tras recibir la correspondiente comunicación, dicha autoridad deberá informar de ello a las demás Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación al final de la cual figurará en grandes caracteres la indicación firmada y fechada «CESE DE LA PRODUCCIÓN».
11. Nombre y dirección de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
- Las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas el nombre y la dirección de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación, de los fabricantes autorizados a efectuar los ensayos y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación y a las cuales deban remitirse los formularios de certificación de la concesión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.
12. Disposiciones transitorias
- 12.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 05 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo con arreglo a él en su versión modificada por la serie 05 de enmiendas.
- 12.2. A partir del 1 de septiembre de 2027, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo de vehículos expedidas por primera vez después del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a las series anteriores de enmiendas.
- 12.3. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento deberán seguir aceptando homologaciones de tipo de vehículos expedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a las series anteriores de enmiendas, siempre que las disposiciones transitorias de las respectivas series anteriores de enmiendas prevean esta posibilidad.
- 12.4. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán conceder homologaciones de tipo con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento.
- 12.5. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones existentes con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento.
- 12.6. No obstante las disposiciones transitorias señaladas anteriormente, las Partes contratantes que comiencen a aplicar el presente Reglamento después de la fecha de entrada en vigor de la serie de enmiendas más reciente no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo concedidas de conformidad con cualquiera de las series anteriores de enmiendas del presente Reglamento.

ANEXO 1

Comunicación

(formato máximo: A4 [210 x 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 relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal, con arreglo al Reglamento n.º 94.

N.º de homologación: N.º de extensión:

- 1. Denominación comercial o marca del vehículo de motor
2. Tipo de vehículo
3. Nombre y dirección del fabricante
4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante
5. Descripción sucinta del tipo de vehículo en lo que concierne a su estructura, dimensiones, líneas y materiales constituyentes
5.1. Descripción de los sistemas de protección instalados en el vehículo
5.2. Descripción de los dispositivos o accesorios interiores que podrían influir en los ensayos
5.3. Ubicación de la fuente de energía eléctrica
6. Emplazamiento del motor: delantero/trasero/central (2)
7. Tracción: delantera/trasera (2)

(1) Número distintivo del país que ha concedido/ampliado/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento).
(2) Táchese lo que no proceda.

8. Masa del vehículo
- 8.1. Masa del vehículo presentado a ensayo:
 - Eje delantero:
 - Eje trasero:
 - Total:
- 8.2. Si se aplican los subapartados 5.3.1 o 5.3.2:
 - Masa total admisible
 - Prueba de conformidad con el Reglamento n.º 137 de las Naciones Unidas (es decir, número de homologación de tipo o acta de ensayo):
9. Vehículo presentado para su homologación el día
10. Servicio técnico responsable de realizar los ensayos de homologación
11. Fecha del acta de ensayo expedida por dicho servicio
12. Número del acta expedida por el servicio
13. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada (?)
14. Ubicación de la marca de homologación en el vehículo
15. Localidad
16. Fecha
17. Firma
18. Se adjuntan a esta comunicación los siguientes documentos, que llevan el número de homologación antes indicado:

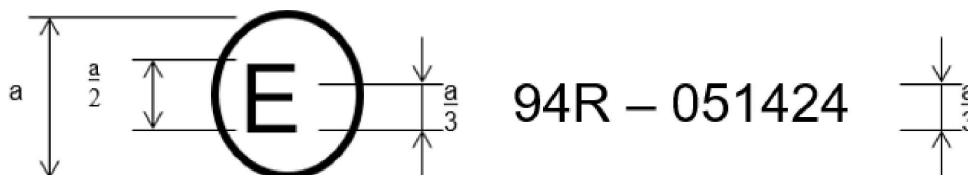
(fotografías, o diagramas y dibujos, que permitan identificar básicamente el/los tipo(s) de vehículo, y sus posibles variantes, cubierto(s) por la homologación)

ANEXO 2

Ejemplos de marcas de homologación

MODELO A

(Véase el subapartado 4.4 del presente Reglamento)

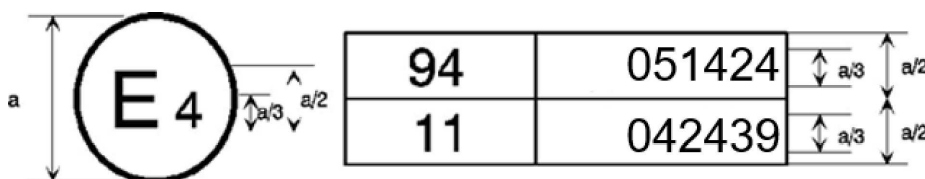


a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado en los Países Bajos (E 4) por lo que respecta a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal, con arreglo al Reglamento n.º 94 de las Naciones Unidas y con el número de homologación 051424. El número de homologación indica que esta se concedió de acuerdo con los requisitos del Reglamento n.º 94 de las Naciones Unidas en su versión modificada por la serie 04 de enmiendas.

MODELO B

(Véase el subapartado 4.5 del presente Reglamento)



a = 8 mm mín.

Las dos primeras cifras de los números de homologación indican que, en las fechas en que se concedieron las homologaciones respectivas, los Reglamentos n.ºs 94 y 11 de las Naciones Unidas incluían, respectivamente, las series 05 y 04 de enmiendas.

ANEXO 3

Procedimiento de ensayo

1. Instalación y preparación del vehículo

1.1. Terreno de ensayo

El área de ensayo será lo suficientemente amplia para dar cabida al carril de aceleración, la barrera y las instalaciones técnicas necesarias para el ensayo. La última parte del carril, por lo menos los últimos 5 m antes de la barrera, será horizontal, plana y lisa.

1.2. Barrera

La cara frontal de la barrera consistirá en una estructura deformable, según se define en el anexo 9 del presente Reglamento. La cara frontal de la estructura deformable será perpendicular, con una desviación de $\pm 1^\circ$, a la trayectoria del vehículo de ensayo. La barrera estará asegurada a una masa no inferior a 7×10^4 kg, cuya cara frontal será vertical con una desviación de $\pm 1^\circ$. Dicha masa estará anclada al terreno o colocada sobre él, si es necesario, con dispositivos de retención adicionales para limitar su movimiento.

1.3. Orientación de la barrera

La barrera estará orientada de manera que el primer contacto del vehículo con ella se produzca por el lado de la columna de dirección. Cuando el ensayo pueda realizarse, o bien con un vehículo con el volante a la derecha, o bien con un vehículo con el volante a la izquierda, se llevará a cabo con el volante en la posición menos favorable, según lo determine el servicio técnico responsable de los ensayos.

1.3.1. Alineación del vehículo con respecto a la barrera

El vehículo deberá solapar la cara de la barrera en un $40 \% \pm 20$ mm.

1.4. Estado del vehículo

1.4.1. Requisito general

El vehículo de ensayo será representativo de la producción en serie, incluirá todo el equipamiento normal y estará en orden normal de marcha. Podrán sustituirse algunos componentes con masas equivalentes, siempre que sea evidente que tal sustitución no influirá significativamente en los resultados medidos conforme al punto 6.

Si el fabricante y el servicio técnico se ponen de acuerdo, estará permitido modificar el sistema de combustible de manera que pueda utilizarse una cantidad de combustible adecuada para hacer funcionar el motor o el sistema de conversión de la energía eléctrica.

1.4.2. Masa del vehículo

1.4.2.1. De cara al ensayo, la masa del vehículo presentado corresponderá a su tara.

1.4.2.2. El depósito de combustible estará lleno de agua con una masa igual al 90 % de la masa de una carga total de combustible según las especificaciones del fabricante, con una tolerancia de ± 1 %.

Este requisito no se aplica a los depósitos de hidrógeno.

1.4.2.3. Todos los demás sistemas (frenos, refrigeración, etc.) podrán estar vacíos, pero deberá compensarse cuidadosamente la masa de los respectivos líquidos.

1.4.2.4. Si la masa de los aparatos de medición a bordo del vehículo supera los 25 kg permitidos, podrá compensarse mediante reducciones que no tengan un efecto apreciable en los resultados medidos conforme al punto 6.

1.4.2.5. La masa de los aparatos de medición no modificará la carga de referencia de los ejes en más del 5 %, y ninguna variación será superior a 20 kg.

1.4.2.6. En el acta de ensayo se indicará la masa del vehículo conforme al punto 1.4.2.1.

1.4.3. Ajustes del habitáculo

1.4.3.1. Posición del volante

El volante, si es regulable, se situará en la posición normal que indique el fabricante o, en ausencia de una recomendación concreta del fabricante, en una posición equidistante con respecto a sus topes de regulación. Al final del recorrido propulsado se dejará suelto el volante con los radios en la posición que corresponda, según el fabricante, a la marcha del vehículo en línea recta.

1.4.3.2. Acristalamiento

El acristalamiento móvil del vehículo deberá estar cerrado. Con vistas a las mediciones de los ensayos, y de mutuo acuerdo con el fabricante, podrá estar bajado, a condición de que su mando de accionamiento se encuentre en la posición que corresponde al acristalamiento cerrado.

1.4.3.3. Palanca de cambios

La palanca de cambios estará en punto muerto. Si el vehículo es propulsado por su propio motor, la marcha utilizada será la que indique el fabricante.

1.4.3.4. Pedales

Los pedales estarán en su posición neutra normal. Si son regulables, estarán en la posición intermedia, salvo que el fabricante precise otra posición.

1.4.3.5. Puertas

Las puertas estarán cerradas, pero sin el seguro.

1.4.3.5.1. En el caso de vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática, dicho sistema deberá activarse al comienzo de la propulsión del vehículo para echar automáticamente el seguro de las puertas antes del momento del impacto. A elección del fabricante, las puertas se cerrarán manualmente con seguro antes de comenzar a propulsar el vehículo.

1.4.3.5.2. En el caso de vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática que esté instalado de manera opcional o que pueda ser desactivado por el conductor, se seguirá uno de los dos procedimientos siguientes, a elección del fabricante:

1.4.3.5.2.1. El sistema se activará al comienzo de la propulsión del vehículo para echar automáticamente el seguro de las puertas antes del momento del impacto. A elección del fabricante, las puertas se cerrarán manualmente con seguro antes de comenzar a propulsar el vehículo.

1.4.3.5.2.2. Las puertas laterales del lado impactado no tendrán el seguro echado, y el sistema se anulará con respecto a estas puertas; en cuanto a las puertas laterales del lado no impactado, podrá activarse el sistema para echarles automáticamente el seguro antes del momento del impacto. A elección del fabricante, estas puertas se cerrarán manualmente con seguro antes de comenzar a propulsar el vehículo.

1.4.3.6. Techo practicable

En caso de que haya un techo practicable o que se puede quitar, deberá estar puesto y cerrado. Con vistas a las mediciones de los ensayos, y de mutuo acuerdo con el fabricante, podrá estar abierto.

1.4.3.7. Parasol

Los parasoles estarán subidos.

1.4.3.8. Retrovisor

El retrovisor interior estará en la posición normal de uso.

1.4.3.9. Apoyabrazos

Si son móviles, los apoyabrazos delanteros y traseros estarán bajados, salvo que lo impida la posición de los maniqués en los vehículos.

1.4.3.10. Reposacabezas

Los reposacabezas regulables en altura estarán en la posición adecuada que indique el fabricante. En ausencia de una recomendación concreta del fabricante, los reposacabezas estarán en su posición más alta.

1.4.3.11. Asientos

1.4.3.11.1. Posición de los asientos delanteros

Los asientos regulables longitudinalmente estarán colocados de modo que su punto «H», determinado conforme al procedimiento establecido en el anexo 6, se encuentre en la posición intermedia de recorrido o en la posición de bloqueo más cercana a esta, y a la altura definida por el fabricante (si la regulación en altura es independiente). Si se trata de un asiento corrido, se tomará como referencia el punto «H» de la plaza del conductor.

1.4.3.11.2. Posición de los respaldos de los asientos delanteros

Si son regulables, los respaldos se ajustarán de manera que la inclinación del torso del maniquí se acerque lo más posible a la recomendada por el fabricante para un uso normal o, en ausencia de una recomendación concreta del fabricante, a los 25° hacia atrás con respecto a la vertical.

1.4.3.11.3. Asientos traseros

Si son regulables, los asientos traseros o los asientos traseros corridos estarán colocados en su posición más retrasada.

1.4.4. Ajuste del tren motor eléctrico

1.4.4.1. Procedimientos de ajuste del estado de carga

1.4.4.1.1. El ajuste del estado de carga se efectuará a una temperatura ambiente de 20 ± 10 °C.

- 1.4.4.1.2. El estado de carga se ajustará con arreglo a uno de los procedimientos siguientes, según proceda. Cuando sean posibles diferentes procedimientos de carga, el SAEER se cargará siguiendo el procedimiento con el que se obtenga el estado de carga más elevado:
- En el caso de un vehículo con un SAEER diseñado para ser cargado desde el exterior, el SAEER se cargará al estado de carga más elevado de conformidad con el procedimiento especificado por el fabricante para el funcionamiento normal hasta que el proceso de carga termine normalmente.
 - En el caso de un vehículo con un SAEER diseñado para ser cargado únicamente por una fuente de energía ubicada en el vehículo, el SAEER se cargará al estado de carga más elevado que pueda conseguirse con el vehículo funcionando normalmente. El fabricante indicará el modo de funcionamiento del vehículo que permita alcanzar este estado de carga.
- 1.4.4.1.3. Cuando el vehículo se someta a ensayo, el estado de carga no deberá ser inferior al 95 % del estado de carga conforme a los puntos 1.4.4.1.1 y 1.4.4.1.2, en el caso de un SAEER diseñado para ser cargado desde el exterior, ni inferior al 90 % del estado de carga conforme a los puntos 1.4.4.1.1 y 1.4.4.1.2, en el caso de un SAEER diseñado para ser cargado únicamente por una fuente de energía ubicada en el vehículo. El estado de carga se confirmará con un método proporcionado por el fabricante.
- 1.4.4.2. El tren motor eléctrico se energizará con o sin el funcionamiento de las fuentes de energía eléctrica originales (por ejemplo, el generador del motor, el SAEER o el sistema de conversión de la energía eléctrica); sin embargo:
- 1.4.4.2.1. Si así lo acuerdan el servicio técnico y el fabricante, se permitirá realizar el ensayo con todo el tren motor eléctrico, o con piezas de este, sin energizar, siempre que ello no influya negativamente en los resultados del ensayo. La protección contra choques eléctricos de las piezas del tren motor eléctrico no energizadas se probará con la protección física o la resistencia de aislamiento, y con cualquier otra prueba pertinente.
- 1.4.4.2.2. Si está instalado un desconector automático, a petición del fabricante podrá efectuarse el ensayo activando dicho desconector. En este caso, deberá demostrarse que el desconector automático habría funcionado durante el ensayo de impacto. Esto incluye la señal de activación automática y la separación galvánica teniendo en cuenta las condiciones observadas durante el ensayo.
2. Maniqués
- 2.1. Asientos delanteros
- 2.1.1. En cada asiento delantero lateral se instalará, de acuerdo con las condiciones establecidas en el anexo 5, un maniquí que corresponda a las especificaciones del maniquí masculino del percentil 50 Hybrid III ⁽¹⁾, provisto de un tobillo de 45° y conforme con las especificaciones de ajuste correspondientes. El tobillo del maniquí deberá certificarse de acuerdo con los procedimientos del anexo 10.
- 2.1.2. El coche será sometido a ensayo con los sistemas de retención proporcionados por el fabricante.
3. Propulsión y trayectoria del vehículo
- 3.1. El vehículo será propulsado por su propio motor o por cualquier otro dispositivo de propulsión.
- 3.2. En el momento del impacto, el vehículo ya no estará bajo la acción de ningún dispositivo adicional de guía o propulsión.

⁽¹⁾ Las especificaciones técnicas y los dibujos detallados del Hybrid III, que corresponde a las dimensiones principales de un hombre del percentil 50 de los Estados Unidos de América, así como las especificaciones de ajuste del maniquí para la realización de este ensayo, están depositados en la Secretaría General de las Naciones Unidas y pueden consultarse, previa petición, en la secretaría de la Comisión Económica para Europa, Palais des Nations, Ginebra, Suiza.

- 3.3. La trayectoria del vehículo deberá cumplir los requisitos de los puntos 1.2 y 1.3.1.
4. Velocidad de ensayo
La velocidad del vehículo en el momento del impacto será de 56 -0/ + 1 km/h. Sin embargo, si el ensayo se efectúa a mayor velocidad de impacto y el vehículo cumple los requisitos, el ensayo se considerará satisfactorio.
5. Mediciones que deben efectuarse en los maniqués de los asientos delanteros
 - 5.1. Todas las mediciones necesarias para verificar los criterios de comportamiento se llevarán a cabo con sistemas de medición que cumplan las especificaciones del anexo 8.
 - 5.2. Los distintos parámetros se registrarán a través de canales de datos independientes de las siguientes clases de frecuencias del canal de datos (CFC):
 - 5.2.1. Mediciones en la cabeza del maniquí
La aceleración (a) referida al centro de gravedad se calculará a partir de las componentes triaxiales de la aceleración medidas con una CFC de 1 000.
 - 5.2.2. Mediciones en el cuello del maniquí
 - 5.2.2.1. La fuerza de tracción axial y la fuerza de cizalladura anterior y posterior en la zona de unión del cuello y la cabeza se medirán con una CFC de 1 000.
 - 5.2.2.2. El momento de flexión en torno a un eje lateral en la zona de unión del cuello y la cabeza se medirá con una CFC de 600.
 - 5.2.3. Mediciones en el tórax del maniquí
El hundimiento del pecho entre el esternón y la columna vertebral se medirá con una CFC de 180.
 - 5.2.4. Mediciones en el fémur y la tibia del maniquí
 - 5.2.4.1. La fuerza de compresión axial y los momentos de flexión se medirán con una CFC de 600.
 - 5.2.4.2. El desplazamiento de la tibia con respecto al fémur se medirá en la articulación deslizante de la rodilla con una CFC de 180.
6. Mediciones que deben efectuarse en el vehículo
 - 6.1. Para permitir efectuar el ensayo simplificado descrito en el anexo 7, la curva de desaceleración de la estructura se determinará según los valores dados por los acelerómetros longitudinales situados en la base del pilar «B» del lado golpeado del vehículo, con una CFC de 180 y con la ayuda de canales de datos que correspondan a los requisitos del anexo 8.
 - 6.2. La curva de velocidad que se utilizará en el procedimiento de ensayo descrito en el anexo 7 se obtendrá del acelerómetro longitudinal situado en el pilar «B» del lado golpeado.

ANEXO 4

Criterio de comportamiento de la cabeza (HPC) y criterios de rendimiento de aceleración de la cabeza de 3 ms

1. Criterio de comportamiento de la cabeza (HPC₃₆)
 - 1.1. Se considera que se satisface el criterio de comportamiento de la cabeza (HPC₃₆) cuando, durante el ensayo, no se produce ningún contacto entre la cabeza y cualquier componente del vehículo.
 - 1.2. Si durante el ensayo la cabeza entra en contacto con algún componente del vehículo, se procederá al cálculo del valor del HPC sobre la base de la aceleración (a) medida conforme al punto 5.2.1 del anexo 3, por medio de la fórmula siguiente:

$$\text{HPC} = (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5}$$

donde:

- 1.2.1. «a» es la aceleración resultante medida conforme al punto 5.2.1 del anexo 3 en unidades de gravedad, g (1 g = 9,81 m/s²);
- 1.2.2. si el comienzo del contacto de la cabeza puede determinarse de manera satisfactoria, t₁ y t₂ constituyen los dos instantes, expresados en segundos, que definen el intervalo de tiempo entre el comienzo del contacto de la cabeza y el fin del registro en el que el valor del HPC es máximo;
- 1.2.3. si el comienzo del contacto de la cabeza no puede determinarse, t₁ y t₂ constituyen los dos instantes, expresados en segundos, que definen el intervalo de tiempo entre el comienzo y el fin del registro en el que el valor del HPC es máximo.
- 1.2.4. Para calcular el valor máximo no se tendrán en cuenta los valores del HPC para los que el intervalo de tiempo (t₁-t₂) sea mayor de 36 ms.
- 1.3. El valor de la aceleración resultante de la cabeza durante el impacto hacia delante que se supere de forma acumulativa durante 3 ms se calculará a partir de la aceleración resultante de la cabeza medida conforme al punto 5.2.1 del anexo 3.
2. Criterios de lesión del cuello
 - 2.1. Estos criterios vendrán determinados por la fuerza de compresión axial, la fuerza de tracción axial y las fuerzas de cizalladura anterior y posterior en la zona de unión de la cabeza y el cuello, expresadas en kN y medidas conforme al punto 5.2.2 del anexo 3, así como por la duración de dichas fuerzas expresada en ms.
 - 2.2. El criterio de momento de flexión del cuello vendrá determinado por el momento de flexión, expresado en Nm, en torno a un eje lateral en la zona de unión del cuello y la cabeza, y se medirá conforme al punto 5.2.2 del anexo 3.
 - 2.3. El momento de flexión del cuello, expresado en Nm, deberá quedar registrado.
3. Criterio de compresión del tórax (THCC) y criterio de viscosidad (V * C)
 - 3.1. El criterio de compresión del tórax vendrá determinado por el valor absoluto de la deformación del tórax, expresado en mm y medido conforme al punto 5.2.3 del anexo 3.

- 3.2. El criterio de viscosidad ($V * C$) se calcula como el producto instantáneo de la compresión y el índice de desviación del esternón, medido conforme al punto 6 del presente anexo y al punto 5.2.3 del anexo 3.
4. Criterio de fuerza del fémur (FFC)
- 4.1. Este criterio vendrá determinado por la carga de compresión, expresada en kN, que se ejerce axialmente sobre cada fémur del maniquí, medida conforme al punto 5.2.4 del anexo 3, así como por la duración de esa carga de compresión expresada en ms.
5. Criterio de fuerza de compresión de la tibia (TCFC) e índice de la tibia (TI)
- 5.1. El criterio de fuerza de compresión de la tibia vendrá determinado por la fuerza de compresión (F_z), expresada en kN, que se ejerce axialmente sobre cada tibia del maniquí, medida conforme al punto 5.2.4 del anexo 3.
- 5.2. El índice de la tibia se calculará tomando como base los momentos de flexión (M_x y M_y) medidos conforme al punto 5.1, mediante la siguiente fórmula:

$$TI = | M / (M_C)_R | + | F / (F_C)_Z |$$

donde:

- M_x = momento de flexión en torno al eje x
 M_y = momento de flexión en torno al eje y
 $(M_C)_R$ = momento crítico de flexión, para el que se tomará el valor de 225 Nm
 F_z = fuerza de compresión axial en la dirección z
 $(F_C)_Z$ = fuerza crítica de compresión en la dirección z, para la que se tomará el valor de 35,9 kN, y

$$M_R = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2}$$

El índice de la tibia se calculará con respecto a las partes superior e inferior de cada tibia; sin embargo, F_z podrá medirse en cualquiera de esos dos puntos. El valor obtenido se utilizará para calcular el TI de las partes superior e inferior. Los dos momentos M_x y M_y se medirán por separado en ambos puntos.

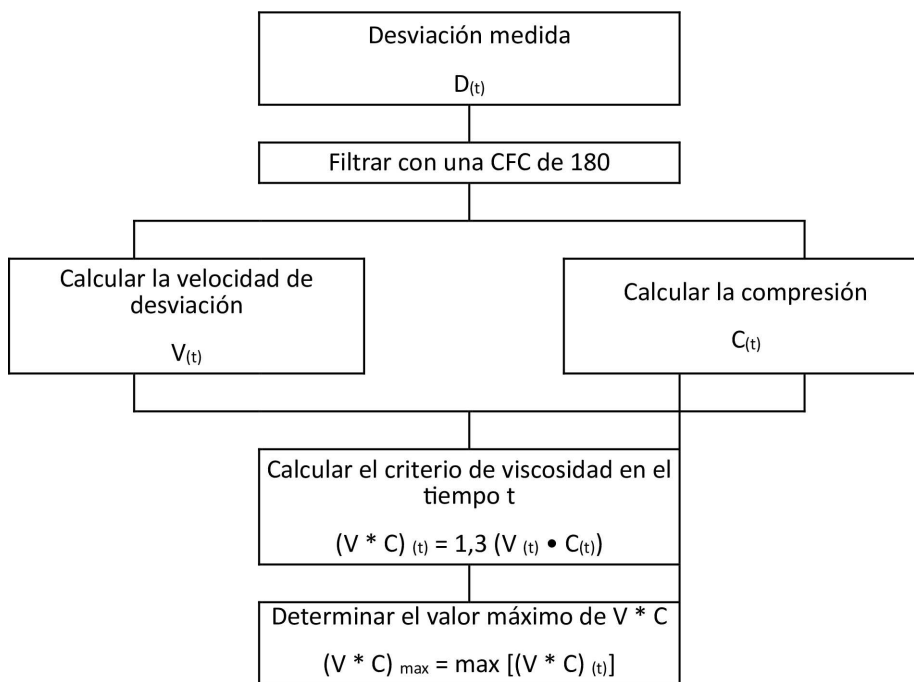
6. Procedimiento de cálculo del criterio de viscosidad ($V * C$) para el maniquí Hybrid III
- 6.1. El criterio de viscosidad se calculará como el producto instantáneo de la compresión y el índice de desviación del esternón. Ambos se derivan de la medición de la desviación del esternón.
- 6.2. La respuesta de desviación del esternón se filtrará una vez con una CFC de 180. La compresión en el tiempo t se calculará a partir de esta señal filtrada como:

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0,229}$$

La velocidad de desviación del esternón en el tiempo t se calculará a partir de la desviación filtrada como:

$$V_{(t)} = \frac{8 (D_{(t+1)} - D_{(t-1)}) - (D_{(t+2)} - D_{(t-2)})}{12\delta t}$$

donde $D_{(t)}$ es la desviación en el tiempo t en metros y δt es el intervalo de tiempo en segundos transcurrido entre las mediciones de la desviación. El valor máximo de δt será de $1,25 \times 10^{-4}$ segundos. A continuación se presenta en forma de diagrama el procedimiento de cálculo descrito:



ANEXO 5

Disposición e instalación de los maniqués y ajuste de los sistemas de retención

1. Disposición de los maniqués
 - 1.1. Asientos separados

El plano de simetría del maniqué coincidirá con el plano mediano vertical del asiento.
 - 1.2. Asiento delantero corrido
 - 1.2.1. Conductor

El plano de simetría del maniqué estará situado en el plano vertical que atraviesa el centro del volante y es paralelo al plano mediano longitudinal del vehículo. Si la plaza de asiento está delimitada por la forma del asiento corrido, se considerará como un asiento separado.
 - 1.2.2. Pasajero

El plano de simetría del maniqué será simétrico al del maniqué conductor con respecto al plano mediano longitudinal del vehículo. Si la plaza de asiento está delimitada por la forma del asiento corrido, se considerará como un asiento separado.
 - 1.3. Asiento corrido para pasajeros delanteros (excluido el conductor)

Los planos de simetría del maniqué deberán coincidir con los planos medianos de las plazas de asiento definidas por el fabricante.
2. Instalación de los maniqués
 - 2.1. Cabeza

La plataforma transversal de instrumentos de la cabeza estará en posición horizontal, con una aproximación de 2,5°. Para nivelar la cabeza del maniqué de ensayo en vehículos provistos de asientos rectos con respaldos no regulables, deberá procederse a las operaciones siguientes. En primer lugar se regulará la posición del punto «H» dentro de los límites indicados en el punto 2.4.3.1, con el fin de nivelar la plataforma transversal de instrumentos de la cabeza del maniqué de ensayo. Si dicha plataforma sigue quedando desnivelada, se regulará el ángulo pelviano del maniqué de ensayo dentro de los límites establecidos en el punto 2.4.3.2. Si continúa desnivelada, se regulará el soporte del cuello del maniqué lo mínimo necesario para que la plataforma transversal de instrumentos de la cabeza quede en posición horizontal con una aproximación de 2,5°.
 - 2.2. Brazos
 - 2.2.1. Los brazos (del hombro al codo) del conductor estarán en posición adyacente al torso, con los ejes medios tan próximos al plano vertical como sea posible.
 - 2.2.2. Los brazos (del hombro al codo) del pasajero estarán en contacto con el respaldo del asiento y los lados del torso.
 - 2.3. Manos
 - 2.3.1. Las palmas del maniqué conductor estarán en contacto con la parte externa del aro del volante en el eje medio horizontal de dicho aro. Los pulgares se situarán sobre el aro del volante, unidos ligeramente a él con cinta adhesiva de tal manera que, si se empuja hacia arriba la mano del maniqué de ensayo con una fuerza no inferior a 9 N ni superior a 22 N, la cinta adhesiva permita que la mano se desprenda del aro del volante.

2.3.2. Las palmas del maniquí pasajero estarán en contacto con la cara externa de los muslos. El dedo meñique estará en contacto con el cojín del asiento.

2.4. Torso

2.4.1. En los vehículos con asientos corridos, la parte superior del torso de los maniqués conductor y pasajero deberá descansar sobre el respaldo. El plano medio sagital del maniquí conductor deberá ser vertical y paralelo al eje medio longitudinal del vehículo y pasar por el centro del aro del volante. El plano medio sagital del maniquí pasajero deberá ser vertical y paralelo al eje medio longitudinal del vehículo y estar a la misma distancia de dicho eje que el plano medio sagital del maniquí conductor.

2.4.2. En los vehículos con asientos individuales, la parte superior del torso de los maniqués conductor y pasajero deberá descansar sobre el respaldo. El plano medio sagital de ambos maniqués será vertical y coincidirá con el eje medio longitudinal del asiento individual.

2.4.3. Parte inferior del torso

2.4.3.1. Punto «H»

El punto «H» de los maniqués conductor y pasajero deberá coincidir, con un margen de 13 mm en la dimensión vertical y de 13 mm en la dimensión horizontal, con un punto situado 6 mm por debajo de la ubicación del punto «H» determinada siguiendo el procedimiento descrito en el anexo 6, con la diferencia de que la longitud de los segmentos de pierna (de la rodilla al pie) y muslo del maniquí para la determinación del punto «H» se regulará a 414 y 401 mm en lugar de a 417 y 432 mm, respectivamente.

2.4.3.2. Ángulo pelviano

Se determina con la galga del ángulo pelviano (conforme al dibujo de la GM n.º 78051-532, incorporado en la parte 572 como referencia), que se inserta en el orificio de calibración del punto «H» del maniquí; el ángulo medido sobre la superficie plana de 76,2 mm (3 pulgadas) de la galga con respecto a la horizontal deberá ser de $22,5 \pm 2,5$ grados.

2.5. Piernas

Los muslos de los maniqués conductor y pasajero deberán descansar sobre el cojín del asiento en la medida que lo permita la colocación de los pies. La distancia inicial entre las superficies exteriores de la brida basculante de la rodilla será de 270 mm \pm 10 mm. En lo posible, la pierna izquierda del maniquí conductor y las dos piernas del maniquí pasajero deberán encontrarse en planos verticales longitudinales. En lo posible, la pierna derecha del maniquí conductor deberá encontrarse en un plano vertical. Podrá efectuarse una regulación final para colocar los pies en la posición prevista en el punto 2.6 en función de las diversas configuraciones del habitáculo.

2.6. Pies

2.6.1. El pie derecho del maniquí conductor estará apoyado en el acelerador, sin accionarlo, con el extremo posterior del talón situado en la superficie del piso, en el plano del pedal. Si el pie no puede situarse sobre el pedal del acelerador, deberá colocarse perpendicularmente a la tibia y lo más adelante posible en dirección al eje medio del pedal, con el extremo posterior del talón apoyado en la superficie del piso. El talón del pie izquierdo deberá estar lo más avanzado posible y reposar sobre el piso. El pie izquierdo deberá colocarse lo más plano posible sobre el reposapiés. El eje medio longitudinal del pie izquierdo deberá colocarse lo más paralelamente posible al eje medio longitudinal del vehículo. En los vehículos provistos de una pieza específica para apoyar el pie izquierdo, deberá ser posible, a petición del fabricante, colocar el pie izquierdo sobre dicha pieza. En tal caso, la posición del pie izquierdo vendrá definida por su pieza de apoyo.

2.6.2. Los talones de los dos pies del maniquí pasajero deberán estar lo más avanzados posible y reposar sobre el suelo. Ambos pies deberán colocarse lo más planos posible sobre el reposapiés. El eje medio longitudinal de los pies deberá colocarse lo más paralelamente posible al eje medio longitudinal del vehículo.

- 2.7. Los instrumentos de medición instalados no deberán influir de ninguna manera en el desplazamiento del maniquí durante la colisión.
- 2.8. La temperatura del maniquí y del sistema de instrumentos de medición deberá estabilizarse antes del ensayo y mantenerse, en la medida de lo posible, entre 19 y 22,2 °C.
- 2.9. Vestimenta de los maniqués
- 2.9.1. Los maniqués equipados con instrumentos de medición deberán llevar ropa ajustada de algodón elástico, de manga corta, y pantalones tres cuartos según se especifica en FMVSS 208, dibujos 78051-292 y 293, o equivalente.
- 2.9.2. En cada pie de los maniqués de ensayo deberá ponerse y abrocharse un zapato del número 11XW que cumpla las especificaciones relativas al tamaño y al grosor de la suela y el talón de la norma MIL S 13192, revisión P, del ejército de los Estados Unidos, y que tenga un peso de $0,57 \pm 0,1$ kg.

3. Regulación del sistema de retención

El chaleco del maniquí deberá colocarse en la posición adecuada, con el orificio del perno del soporte inferior del cuello y el orificio de trabajo del chaleco en la misma posición. Una vez sentado de acuerdo con los requisitos adecuados especificados indicadas en los puntos 2.1 a 2.6 y 3.1 a 3.6, poner al maniquí de ensayo el cinturón de seguridad abrochando la hebilla. Ajustar bien la parte abdominal del cinturón. Extraer horizontalmente cinta del enrollador por la parte torácica hasta una posición más allá del centro del maniquí, y dejar que se retraiga. Repetir esta operación cuatro veces. En el hombro, el cinturón debe estar en una posición en la que ni se salga del hombro ni entre en contacto con el cuello. El cinturón de seguridad deberá colocarse como sigue: en el caso del maniquí Hybrid III masculino del percentil 50, no deberá ocultar por completo el orificio de la parte externa del chaleco del maniquí; Aplicar una carga de tracción de 9 a 18 N sobre la parte abdominal del cinturón. Si el cinturón está equipado con un dispositivo que disminuye la tensión, aflojar la cinta por la parte torácica hasta el máximo recomendado por el fabricante en el manual de instrucciones del vehículo para una utilización normal. Si el cinturón no está equipado con este dispositivo, dejar que el excedente de la cinta en la parte del hombro se retraiga por efecto de la fuerza retráctil del enrollador.

Si el cinturón de seguridad y sus anclajes están situados de forma que el cinturón no queda como exigen las disposiciones anteriores, podrá ajustarse manualmente y sujetarse con cinta adhesiva.

—

ANEXO 6

Procedimiento de determinación del punto «H» y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los vehículos de motor ⁽¹⁾

Apéndice 1: Descripción del maniquí tridimensional para el punto «H» (maniquí 3D-H) ⁽¹⁾

Apéndice 2: Sistema de referencia tridimensional ⁽¹⁾

Apéndice 3: Parámetros de referencia de las plazas de asiento ⁽¹⁾

—

⁽¹⁾ Este procedimiento se describe en la adenda 6 de la Resolución Mutua n.º 1 (M.R.1) (documento ECE/TRANS/WP.29/1101/Amend.5); véase <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

ANEXO 7

Procedimiento de ensayo con carro

1. Instalación y procedimiento de ensayo
 - 1.1. Carro

El carro deberá estar construido de tal manera que después del ensayo no presente ninguna deformación permanente. Deberá orientarse de manera que, en la fase de colisión, la desviación no supere los 5° en el plano vertical ni los 2° en el plano horizontal.
 - 1.2. Estado de la estructura
 - 1.2.1. Generalidades

La estructura sometida a ensayo deberá ser representativa de los vehículos en serie de que se trate. Podrán sustituirse o retirarse algunos componentes, siempre que sea evidente que ello no afectará a los resultados del ensayo.
 - 1.2.2. Ajustes

Los ajustes deberán ser conformes con los que se describen en el punto 1.4.3 del anexo 3 del presente Reglamento, teniendo en cuenta las indicaciones del punto 1.2.1.
 - 1.3. Fijación de la estructura
 - 1.3.1. La estructura deberá fijarse firmemente al carro de manera que no se produzca ningún desplazamiento relativo durante el ensayo.
 - 1.3.2. El método utilizado para fijar la estructura al carro no debe producir el efecto de reforzar los anclajes de los asientos o los dispositivos de retención ni de producir una deformación anormal de la estructura.
 - 1.3.3. El dispositivo de fijación recomendado es aquel con el que la estructura reposa sobre soportes situados aproximadamente en los ejes de las ruedas o, si es posible, con el que la estructura está asegurada al carro por las fijaciones del sistema de suspensión.
 - 1.3.4. El ángulo entre el eje longitudinal del vehículo y la dirección de la marcha del carro deberá ser de $0^\circ \pm 2^\circ$.
 - 1.4. Maniqués

Los maniqués y su posicionamiento deberán ser conformes con las especificaciones establecidas en el anexo 3, punto 2.
 - 1.5. Aparato de medición
 - 1.5.1. Desaceleración de la estructura

Los transductores que midan la desaceleración de la estructura en el momento del impacto deberán ser paralelos al eje longitudinal del carro, de acuerdo con las especificaciones establecidas en el anexo 8 (CFC 180).
 - 1.5.2. Mediciones sobre los maniqués

Todas las mediciones necesarias para verificar los criterios enumerados figuran en el anexo 3, punto 5.

1.6. Curva de desaceleración de la estructura

La curva de desaceleración de la estructura durante la fase de colisión deberá ser tal que la curva de «variación de la velocidad respecto al tiempo» obtenida por integración no difiera en ningún punto en más de ± 1 m/s de la curva de referencia de la «variación de la velocidad respecto al tiempo» del vehículo en cuestión, tal y como se define en el apéndice del presente anexo. Se puede utilizar un desplazamiento respecto del eje de tiempos de la curva de referencia para obtener la velocidad de la estructura dentro del pasillo.

1.7. Curva de referencia $\Delta V = f(t)$ del vehículo considerado

Esta curva de referencia se obtiene por integración de la curva de desaceleración del vehículo considerado, medida durante el ensayo de colisión frontal contra una barrera, según se establece en el punto 6 del anexo 3 del presente Reglamento.

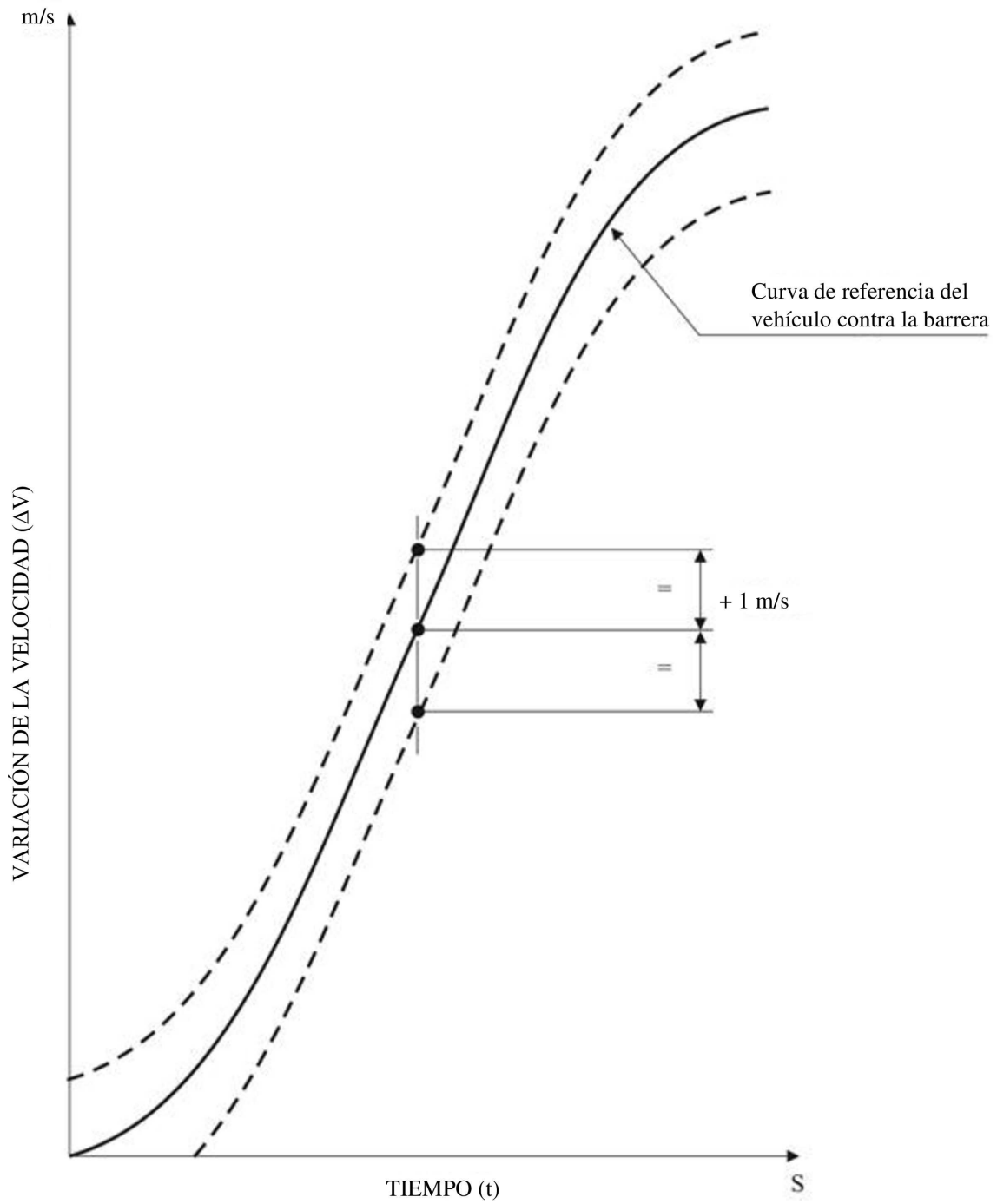
1.8. Método equivalente

El ensayo puede ser realizado por otro método distinto del de desaceleración de un carro, a condición de que cumpla el requisito relativo al intervalo de variación de la velocidad que se describe en el punto 1.6.

—

Anexo 7. Apéndice

Curva de equivalencia. Banda de tolerancia para la curva $\Delta V = f(t)$



ANEXO 8

Técnica de medición en los ensayos de medidas: instrumentación

1. Definiciones

1.1. Canal de datos

Un canal de datos comprende todos los instrumentos, desde el transductor (o los transductores cuyas señales de salida están combinadas de una manera especificada) hasta cualquier procedimiento de análisis, inclusive, que pueda modificar el contenido de los datos en frecuencia o amplitud.

1.2. Transductor

El primer dispositivo de un canal de datos utilizado para convertir una magnitud física objeto de medición en una segunda magnitud (por ejemplo tensión eléctrica) que pueda ser procesada por el resto del canal.

1.3. Clase de amplitud del canal: CAC

La denominación de un canal de datos que reúne determinadas características de amplitud especificadas en el presente anexo. El número CAC es numéricamente igual al límite superior del intervalo de medición.

1.4. Frecuencias características F_H , F_L y F_N

Estas frecuencias están definidas en la figura 1 del presente anexo.

1.5. Clase de frecuencia del canal: CFC

La clase de frecuencia del canal está representada por un número que indica que la respuesta en frecuencia del canal está situada entre los límites especificados en la figura 1 del presente anexo. Este número y el valor de la frecuencia F_H en Hz son numéricamente iguales.

1.6. Coeficiente de sensibilidad

La pendiente de la línea recta que representa la mejor aproximación a los valores de calibración, determinada por el método de mínimos cuadrados en la clase de amplitud del canal.

1.7. Factor de calibración de un canal de datos

El valor medio de los coeficientes de sensibilidad evaluados a frecuencias repartidas uniformemente en una escala logarítmica entre F_L and $F_H/2,5$.

1.8. Error de linealidad

La relación porcentual de la diferencia máxima entre el valor registrado durante la calibración y el valor correspondiente leído en la línea recta definida en el punto 1.6 en el límite superior de la clase de amplitud del canal.

1.9. Sensibilidad transversal

La relación de la señal de salida con respecto a la señal de entrada cuando el transductor se somete a una excitación perpendicular al eje de medición. Se expresa en porcentaje de la sensibilidad a lo largo del eje de medición.

1.10. Tiempo de retardo de fase

El tiempo de retardo de fase de un canal de datos es igual al retardo de fase (en radianes) de una señal sinusoidal, dividido por la frecuencia angular de esa señal (en radianes/segundo).

1.11. Entorno

El conjunto, en un momento dado, de todas las condiciones e influencias externas a las que está sujeto el canal de datos.

2. Resultados requeridos

2.1. Error de linealidad

El valor absoluto del error de linealidad de un canal de datos, a una frecuencia cualquiera comprendida en la CFC, deberá ser igual o inferior al 2,5 % del valor de la CAC en todo el intervalo de medición.

2.2. Amplitud en función de la frecuencia

La respuesta en frecuencia de un canal de datos deberá situarse dentro de las curvas indicadas en la figura 1 del presente anexo. La línea cero dB está determinada por el factor de calibración.

2.3. Tiempo de retardo de fase

El tiempo de retardo de fase entre las señales de entrada y de salida de un canal de datos deberá estar determinado y no variar en más de $1/10 F_H$ segundos entre $0,03 F_H$ y F_H .

2.4. Tiempo

2.4.1. Base de tiempos

Deberá registrarse una base de tiempos que dé, como mínimo, $1/100$ s con una exactitud del 1 %.

2.4.2. Tiempo de retardo relativo

El tiempo de retardo relativo entre las señales de dos o más canales de datos, cualquiera que sea su clase de frecuencia, no deberá exceder de 1 ms, excluido el retardo debido al desplazamiento de fase.

Dos o más canales de datos cuyas señales se combinen deberán tener la misma clase de frecuencia y no presentar un tiempo de retardo relativo superior a $1/10 F_H$ segundos.

Este requisito se aplica a señales analógicas, a pulsos de sincronización y a señales digitales.

2.5. Sensibilidad transversal del transductor

La sensibilidad transversal del transductor deberá ser inferior al 5 % en cualquier dirección.

2.6. Calibración

2.6.1. Generalidades

Todo canal de datos deberá calibrarse al menos una vez al año, utilizando equipos de referencia que correspondan a patrones conocidos. Los métodos utilizados para efectuar la comparación con los equipos de referencia no deberán introducir un error superior al 1 % de la CAC. La utilización de los equipos de referencia se limitará a la gama de frecuencias para la que han sido calibrados. Los subsistemas de un canal de datos podrán ser evaluados individualmente, y los resultados incluidos en la exactitud del canal completo. Esto podrá hacerse, por ejemplo, con una señal eléctrica de amplitud conocida que simule la señal de salida del transductor, lo que permitirá comprobar el factor de ganancia del canal de datos, excluido el transductor.

2.6.2. Exactitud de los equipos de referencia para la calibración

La exactitud de los equipos de referencia deberá ser certificada o confirmada por un servicio de metrología oficial.

2.6.2.1. Calibración estática

2.6.2.1.1. Aceleraciones

Los errores deberán ser inferiores al $\pm 1,5$ % de la clase de amplitud del canal.

2.6.2.1.2. Fuerzas

El error deberá ser inferior al ± 1 % de la clase de amplitud del canal.

2.6.2.1.3. Desplazamientos

El error deberá ser inferior al ± 1 % de la clase de amplitud del canal.

2.6.2.2. Calibración dinámica

2.6.2.2.1. Aceleraciones

El error en las aceleraciones de referencia, expresado en porcentaje de la clase de amplitud del canal, deberá ser inferior al $\pm 1,5$ % por debajo de 400 Hz, inferior al ± 2 % entre 400 Hz y 900 Hz e inferior al $\pm 2,5$ % por encima de 900 Hz.

2.6.2.3. Tiempo

El error relativo en el tiempo de referencia deberá ser inferior a 10^{-5} .

2.6.3. Coeficiente de sensibilidad y error de linealidad

El coeficiente de sensibilidad y el error de linealidad deberán ser determinados midiendo la señal de salida del canal de datos con respecto a una señal de entrada conocida, en relación con varios valores de esta señal. La calibración del canal de datos deberá cubrir todo el intervalo de la clase de amplitud.

En el caso de canales bidireccionales, deberán utilizarse tanto los valores positivos como los negativos.

Si el equipo de calibración no puede producir las características de entrada requeridas debido a los valores demasiado elevados de la magnitud que ha de medirse, las calibraciones deberán efectuarse dentro de los límites de los patrones de calibración, que deberán quedar registrados en el acta de ensayo.

Un canal de datos completo deberá calibrarse a una frecuencia o con un espectro de frecuencias que tengan un valor significativo comprendido entre F_L and $F_H/2,5$.

2.6.4. Calibración de la respuesta en frecuencia

Las curvas de respuesta de la fase y la amplitud con respecto a la frecuencia deberán determinarse midiendo las señales de salida del canal de datos como fase y amplitud con respecto a una señal de entrada conocida, en relación con diversos valores de esta señal que varíen entre F_L y diez veces la CFC o 3 000 Hz, tomando de estos el que sea menor.

2.7. Efectos del entorno

Deberá procederse a comprobaciones regulares para identificar cualquier influencia del entorno (por ejemplo, del flujo eléctrico o magnético, de la velocidad del cable, etc.). Esto podrá hacerse, por ejemplo, registrando la señal de salida de los canales de repuesto equipados con transductores ficticios. Si se obtienen señales de salida significativas, deberán efectuarse las correcciones necesarias; por ejemplo, reemplazando los cables.

2.8. Elección y designación del canal de datos

La CAC y la CFC determinan un canal de datos.

La CAC será de 110, 210 o 510.

3. Montaje de los transductores

El montaje de los transductores deberá ser rígido, con el fin de que las vibraciones alteren lo menos posible sus registros. Se considerará válido cualquier montaje cuya frecuencia de resonancia mínima sea al menos igual a cinco veces la frecuencia F_H del canal de datos considerado. Los transductores de aceleración, en particular, deben montarse de forma que el ángulo inicial del eje de medición real con respecto al eje correspondiente del sistema de ejes de referencia no sea superior a 5° , a menos que se realice una evaluación analítica o experimental del efecto del montaje sobre los datos recogidos. Cuando deban medirse en un punto aceleraciones multiaxiales, cada eje del transductor de aceleración debe pasar a menos de 10 mm de ese punto, y el centro de la masa sísmica de cada acelerómetro debe estar a menos de 30 mm de dicho punto.

4. Procesamiento de datos

4.1. Filtración

La filtración correspondiente a las frecuencias de la clase de canal de datos podrá realizarse durante la grabación o el procesamiento de los datos. No obstante, antes de la grabación debe realizarse una filtración analógica a un nivel superior a la CFC, con el fin de utilizar al menos el 50 % de la gama dinámica del aparato de grabación y de reducir el riesgo de altas frecuencias que lo saturan o causen errores de solapamiento (*aliasing*) en el proceso de digitalización.

4.2. Digitalización

4.2.1. Frecuencia de muestreo

Conviene que la frecuencia de muestreo sea, como mínimo, igual a $8 F_H$. En el caso de grabación analógica, cuando las velocidades de grabación y de lectura sean diferentes, la frecuencia de muestreo podrá dividirse entre la relación de estas velocidades.

4.2.2. Resolución de amplitud

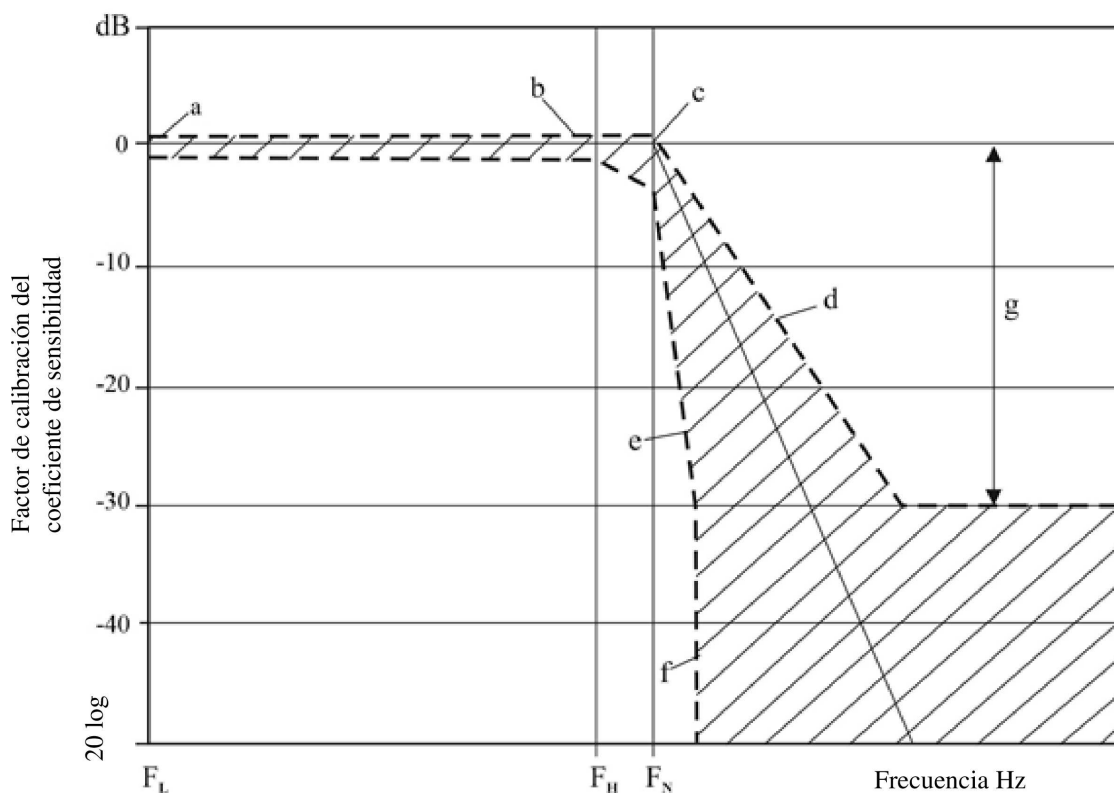
El tamaño de las palabras digitales será, como mínimo, de siete bits más un bit de paridad.

5. Presentación de los resultados

Los resultados se presentarán en papel A4 (ISO/R 216). Los resultados presentados en forma de diagrama tendrán ejes graduados con unidades de medición que correspondan a un múltiplo adecuado de la unidad elegida (por ejemplo 1, 2, 5, 10, 20 mm). Deberán utilizarse las unidades SI, excepto para la velocidad del vehículo, que podrá expresarse en km/h, y para las aceleraciones debidas al impacto, que podrán expresarse en g, siendo $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Figura 1

Curva de respuesta en frecuencia



CFC	F_L	F_H	F_N	N	Escala logarítmica		
	H_z	H_z	H_z				
1 000	$\leq 0,1$	1 000	1 650	a	\pm	0,5	dB
600	$\leq 0,1$	600	1 000	b	+	0,5; - 1	dB
180	$\leq 0,1$	180	300	c	+	0,5; - 4	dB
60	$\leq 0,1$	60	100	d	-	9	dB/octava
				e	-	24	dB/octava
				f		∞	
				g	-	30	

ANEXO 9

Definición de la barrera deformable

1. Especificaciones sobre los componentes y los materiales

Las dimensiones de la barrera se muestran en la figura 1 del presente anexo. Las dimensiones de cada uno de los componentes de la barrera se enumeran a continuación.

1.1. Bloque principal alveolar

Dimensiones:

Altura:	650 mm (en la dirección del eje longitudinal)
Anchura:	1 000 mm
Profundidad:	450 mm (en la dirección de los ejes de las celdillas)

Todas estas dimensiones han de tener una tolerancia de $\pm 2,5$ mm.

Material:	Aluminio 3003 (ISO 209, parte 1)
Grosor de la hoja:	0,076 mm ± 15 %
Tamaño de las celdillas:	19,1 mm ± 20 %
Densidad:	28,6 kg/m ³ ± 20 %
Resistencia al aplastamiento:	0,342 MPa + 0 % – 10 % ⁽¹⁾

1.2. Parachoques

Dimensiones:

Altura:	330 mm (en la dirección del eje longitudinal)
Anchura:	1 000 mm
Profundidad:	90 mm (en la dirección de los ejes de las celdillas)

Todas estas dimensiones han de tener una tolerancia de $\pm 2,5$ mm.

Material:	Aluminio 3003 (ISO 209, parte 1)
Grosor de la hoja:	0,076 mm ± 15 %
Tamaño de las celdillas:	6,4 mm ± 20 %
Densidad:	82,6 kg/m ³ ± 20 %
Resistencia al aplastamiento:	1,711 MPa + 0 % – 10 % ¹

1.3. Lámina posterior

Dimensiones

Altura:	800 mm $\pm 2,5$ mm
Anchura:	1 000 mm $\pm 2,5$ mm
Grosor:	2,0 mm $\pm 0,1$ mm

⁽¹⁾ De conformidad con el procedimiento de certificación descrito en el punto 2 del presente anexo.

1.4. Lámina de recubrimiento

Dimensiones

Longitud:	1 700 mm ± 2,5 mm
Anchura:	1 000 mm ± 2,5 mm
Grosor:	0,81 ± 0,07 mm
Material:	Aluminio 5251/5052 (ISO 209, parte 1)

1.5. Lámina de contacto de la barrera

Dimensiones

Altura:	330 mm ± 2,5 mm
Anchura:	1 000 mm ± 2,5 mm
Grosor:	0,81 mm ± 0,07 mm
Material:	Aluminio 5251/5052 (ISO 209, parte 1)

1.6. Adhesivo

El adhesivo que se utilice debe ser de dos componentes a base de poliuretano (por ejemplo, la resina Ciba-Geigy XB5090/1 con el endurecedor XB5304, o uno equivalente).

2. Certificación de la lámina alveolar de aluminio

En NHTSA TP-214D figura un procedimiento completo de ensayo para la certificación de las láminas de aluminio alveolares. A continuación se ofrece un resumen del procedimiento que debe aplicarse a los materiales destinados a la barrera de colisión frontal, que tienen una resistencia al aplastamiento de 0,342 MPa y 1,711 MPa, respectivamente.

2.1. Lugares de la toma de muestras

Con el fin de garantizar la uniformidad de la resistencia al aplastamiento de toda la cara de la barrera, se tomarán ocho muestras de cuatro ubicaciones distintas repartidas uniformemente por el bloque alveolar. Para lograr la certificación, siete de esas ocho muestras deberán cumplir los requisitos de resistencia al aplastamiento de los puntos siguientes.

La ubicación de las muestras dependerá del tamaño del bloque alveolar. En primer lugar, se cortarán del bloque de material de la cara anterior de la barrera cuatro muestras de 300 mm × 300 mm × 50 mm de grosor. Para más información sobre cómo localizar estas secciones en el bloque alveolar, consúltese la ilustración de la figura 2 del presente anexo. Cada una de esas muestras más grandes se cortará, a su vez, en muestras más pequeñas para los ensayos de certificación (150 mm × 150 mm × 50 mm). La certificación se fundamentará en los resultados de los ensayos con dos muestras de cada una de esas cuatro ubicaciones. Las otras dos se pondrán a disposición del solicitante, si así lo solicita.

2.2. Tamaño de la muestra

En los ensayos se utilizarán muestras del siguiente tamaño:

Longitud:	150 mm ± 6 mm
Anchura:	150 mm ± 6 mm
Grosor:	50 mm ± 2 mm

Las paredes de las celdillas incompletas situadas en el contorno de la muestra se recortarán como sigue:

En la dirección de la anchura «W», los bordes no superarán los 1,8 mm (véase la figura 3 del presente anexo).

En la dirección longitudinal «L», se dejará en cada extremo del ejemplar la mitad de la longitud de una pared de celdilla pegada (en la dirección longitudinal), como se ilustra en la figura 3 del presente anexo.

2.3. Medición del área

La longitud de la muestra se medirá en tres lugares, a saber, a 12,7 mm de cada extremo y en el medio, y esas mediciones quedarán registradas como L_1 , L_2 y L_3 (figura 3 del presente anexo). Igualmente se medirá la anchura, y las mediciones quedarán registradas como W_1 , W_2 y W_3 (figura 3 del presente anexo). La mediciones se realizarán en la línea central del grosor. Se calculará seguidamente el área de aplastamiento mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{(L_1 + L_2 + L_3)}{3} \times \frac{(W_1 + W_2 + W_3)}{3}$$

2.4. Velocidad y distancia de aplastamiento

La muestra se aplastará a una velocidad no inferior a 5,1 mm/min y no superior a 7,6 mm/min. La distancia mínima de aplastamiento será de 16,5 mm.

2.5. Recopilación de datos

Los datos que relacionan la fuerza con la desviación se recopilarán en forma analógica o digital por cada muestra ensayada. Si los datos son recopilados analógicamente, deberá disponerse de un medio para convertirlos a formato digital. Todos los datos digitales se recopilarán a un ritmo no inferior a 5 Hz (5 puntos por segundo).

2.6. Determinación de la resistencia al aplastamiento

Ignorar todos los datos previos a 6,4 mm y posteriores a 16,5 mm de aplastamiento. Dividir los datos restantes en tres secciones o intervalos de desplazamiento ($n = 1, 2, 3$) (véase la figura 4 del presente anexo) de la siguiente manera:

- 1) 06,4 mm – 09,7 mm inclusive,
- 2) 09,7 mm – 13,2 mm exclusive,
- 3) 13,2 mm – 16,5 mm inclusive.

Hallar la media de cada sección como sigue:

$$F(n) = \frac{(F(n)1 + F(n)2 + \dots + F(n)m)}{m}; \quad m = 1, 2, 3$$

donde m es el número de puntos de datos medidos en cada uno de los tres intervalos. Calcular la resistencia al aplastamiento de cada sección como sigue:

$$S(n) = \frac{F(n)}{A}; \quad n = 1, 2, 3$$

2.7. Especificación de la resistencia al aplastamiento de la muestra

Para que una muestra alveolar sea certificada, deberá cumplirse lo siguiente:

0,308 MPa \leq $S(n)$ \leq 0,342 MPa, en el caso de un material de 0,342 MPa

1,540 MPa \leq $S(n)$ \leq 1,711 MPa, en el caso de un material de 1,711 MPa

$n = 1, 2, 3$.

2.8. Resistencia al aplastamiento del bloque

Se ensayarán ocho muestras procedentes de cuatro ubicaciones repartidas uniformemente por el bloque. Para que un bloque sea certificado, siete de las ocho muestras deberán cumplir los requisitos de resistencia al aplastamiento indicados en el punto anterior.

3. Procedimiento de pegado con adhesivo

3.1. Inmediatamente antes de pegarlas, las superficies de las láminas de aluminio deberán limpiarse a fondo con un disolvente adecuado, por ejemplo, tricloroetano 1-1-1. Se realizará esta operación al menos dos veces, o tantas como sea necesario para eliminar la grasa u otra suciedad. Una vez limpiadas, las superficies se liján con lija de grano 120. No debe utilizarse lija de carburo metálico o de silicio. Las superficies se liján a fondo, y la lija se cambiará regularmente durante la operación para evitar obstrucciones que pudieran producir un abrillantado. Después del lijado, se limpiarán de nuevo a fondo las superficies como se ha indicado anteriormente. En total, las superficies se limpiarán con disolvente cuatro veces como mínimo. Deberá eliminarse completamente el polvillo y los depósitos fruto del lijado, que impedirían un correcto pegado.

3.2. El adhesivo debe aplicarse solo a una de las superficies, utilizando un rodillo de goma estriado. Cuando la lámina alveolar tenga que pegarse a una lámina de aluminio, el adhesivo debe aplicarse únicamente en la lámina de aluminio.

Se aplicará uniformemente sobre la superficie un máximo de 0,5 kg/m², dejando una película con un grosor no superior a 0,5 mm.

4. Construcción

4.1. El bloque alveolar principal se pegará a la lámina posterior con adhesivo de manera que los ejes de las celdillas queden perpendiculares a la lámina. La lámina de recubrimiento se pegará a la superficie frontal del bloque alveolar. Las superficies superior e inferior de la lámina de recubrimiento no deberán pegarse al bloque alveolar principal, sino que se colocarán próximas a él. La lámina de recubrimiento se pegará con adhesivo a la lámina posterior por los rebordes de montaje.

4.2. El parachoques se pegará con adhesivo a la parte delantera de la lámina de recubrimiento de forma que los ejes de las celdillas estén perpendiculares a la lámina. La parte inferior del parachoques se alineará con la superficie inferior de la lámina de recubrimiento. La lámina delantera del parachoques se pegará con adhesivo a la parte delantera de este.

4.3. El parachoques se dividirá a continuación en tres secciones iguales mediante dos ranuras horizontales. Estas ranuras atravesarán el parachoques en toda su profundidad y se extenderán en toda su anchura. Las ranuras se realizarán con una sierra; su anchura corresponderá a la de la hoja utilizada, sin superar los 4,0 mm.

4.4. Los orificios de paso para montar la barrera se perforarán en los rebordes de montaje (véase la figura 5 del presente anexo). El diámetro de los orificios será de 9,5 mm. Se perforarán cinco orificios en el reborde superior, a una distancia de 40 mm del borde superior del reborde, y otros cinco en el reborde inferior, a 40 mm del borde inferior de ese reborde. Los orificios estarán situados a 100 mm, 300 mm, 500 mm, 700 mm y 900 mm de ambos bordes de la barrera. Todos los orificios se perforarán con una tolerancia de ± 1 mm respecto de las distancias nominales. Esta localización de los orificios no es más que una recomendación. Los orificios podrán perforarse en otros puntos distintos, a condición de que la resistencia y la seguridad de montaje sean, como mínimo, equivalentes a las obtenidas con las especificaciones de montaje indicadas.

5. Montaje

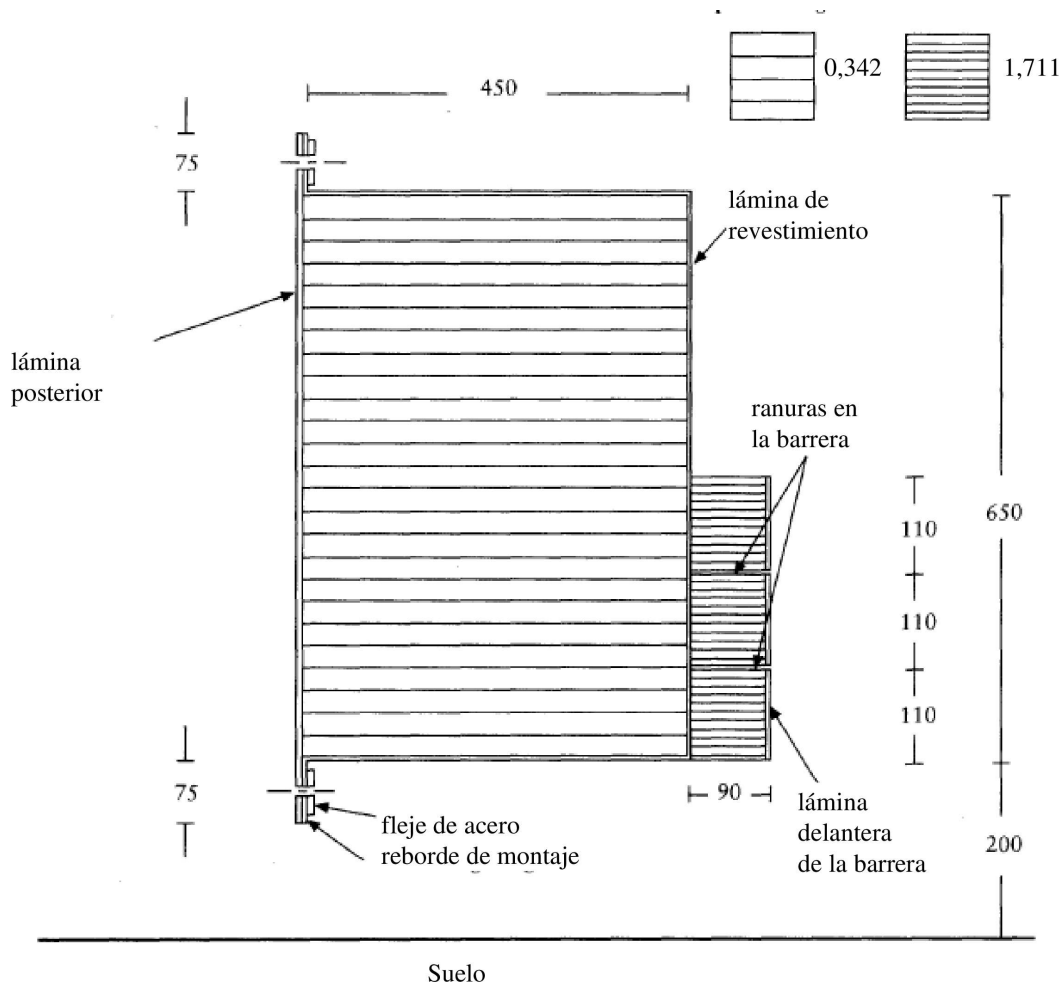
5.1. La barrera deformable se fijará rígidamente al borde de una masa no inferior a 7×10^4 kg o a una estructura sujeta a esta. La sujeción de la cara de la barrera se hará de manera que el vehículo no entre en contacto con ninguna parte de la estructura situada a más de 75 mm de la superficie superior de la barrera (excluido el reborde superior) en ningún momento de la colisión^(?). La cara frontal de la superficie a la que esté sujeta la barrera deformable deberá ser plana y continua a lo alto y a lo ancho y estará en posición vertical $\pm 1^\circ$ y perpendicular $\pm 1^\circ$ al eje del carril de aceleración. La superficie de sujeción no deberá desplazarse más de 10 mm durante el ensayo. Si fuera necesario, deberán utilizarse anclajes o dispositivos de sujeción adicionales para impedir el desplazamiento del bloque de cemento. El borde de la barrera deformable deberá estar alineado con el borde del bloque de cemento correspondiente al lado del vehículo que se vaya a someter a ensayo.

^(?) Se considera que una masa cuyo extremo tenga una altura comprendida entre 125 mm y 925 mm y una profundidad de 1 000 mm cumple este requisito.

5.2. La barrera deformable se fijará al bloque de cemento mediante diez pernos, cinco en el reborde de montaje superior y cinco en el inferior. Los pernos tendrán como mínimo un diámetro de 8 mm. Se utilizarán flejes de acero en los rebordes de montaje superior e inferior (véanse las figuras 1 y 5 del presente anexo). Los flejes tendrán 60 mm de altura y 1 000 mm de anchura, y un grosor de al menos 3 mm. Sus bordes estarán rebajados para evitar desgarros en la barrera durante el impacto. El borde del fleje no debe estar situado más de 5 mm por encima de la base del reborde de montaje superior ni 5 mm por debajo de la parte superior del reborde de montaje inferior. Se perforarán cinco orificios de paso de 9,5 mm de diámetro en ambos flejes, que se correspondan con los del reborde de montaje de la barrera (véase el punto 4). Los orificios practicados en los flejes y el reborde podrán ampliarse de 9,5 mm hasta un máximo de 25 mm para ajustarlos a las diferencias en la disposición de la placa posterior y/o a las configuraciones de los orificios existentes en la pared de la célula de carga. Ninguna de las fijaciones deberá fallar en el ensayo de colisión. En caso de que la barrera deformable se monte sobre la pared de una célula de carga, las dimensiones de montaje exigidas anteriormente deben entenderse como dimensiones mínimas. De haber una pared de célula de carga, los flejes de montaje podrán ser mayores a fin de alojar orificios más grandes para los pernos. Si se tienen que agrandar los flejes, debe utilizarse un acero de calibre más grueso para que la barrera no se desprenda de la pared, ni se doble o desgarre durante el impacto. Si se utiliza otro método para montar la barrera, debe ser como mínimo tan seguro como el especificado en los puntos anteriores.

Figura 1

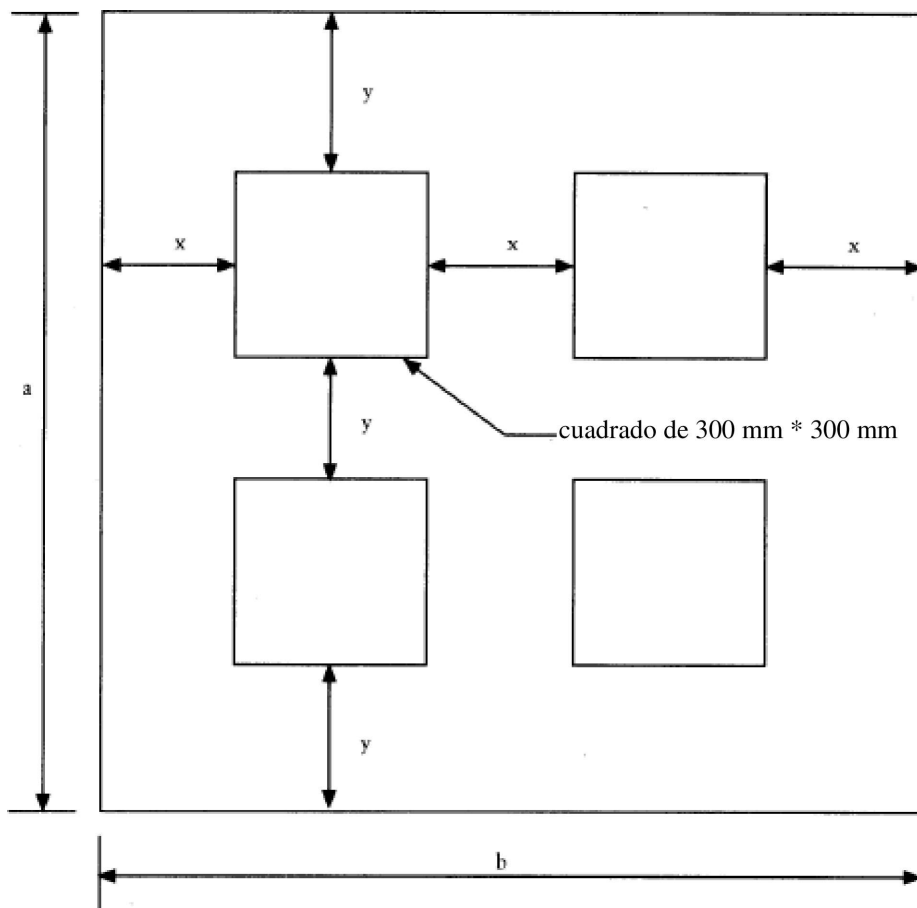
Barrera deformable para el ensayo de colisión frontal



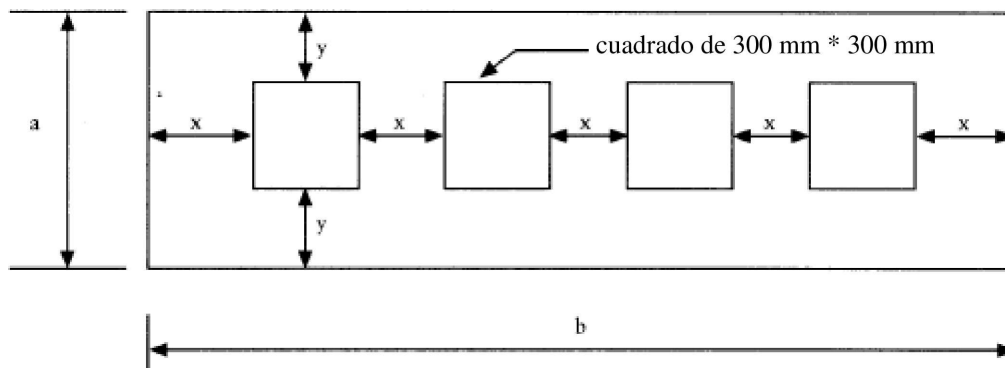
Anchura de la barrera: 1 000 mm
 Todas las dimensiones están en milímetros.

Figura 2

Ubicación de las muestras para la certificación



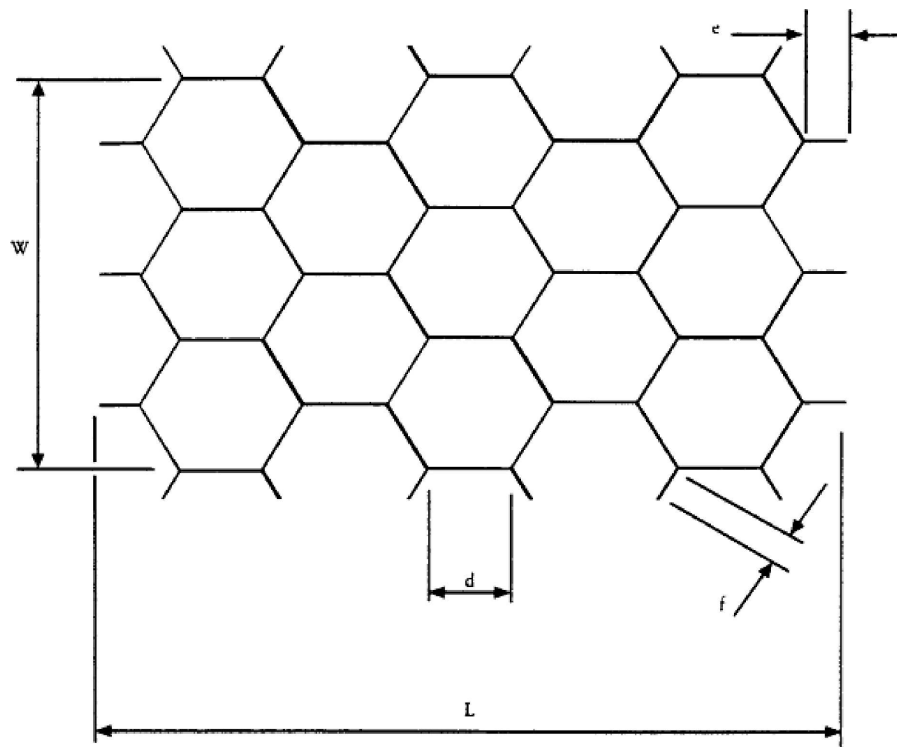
Si $a \geq 900 \text{ mm}$: $x = 1/3 (b - 600 \text{ mm})$ e $y = 1/3 (a - 600 \text{ mm})$ (si $a \leq b$)



Si $a < 900 \text{ mm}$: $x = 1/5 (b - 1200 \text{ mm})$ e $y = 1/2 (a - 300 \text{ mm})$ (si $a \leq b$)

Figura 3

Ejes y dimensiones medidas del alveolado



$e = d/2$
 $f = 0,8 \text{ mm}$

Figura 4

Fuerza de aplastamiento y desplazamiento

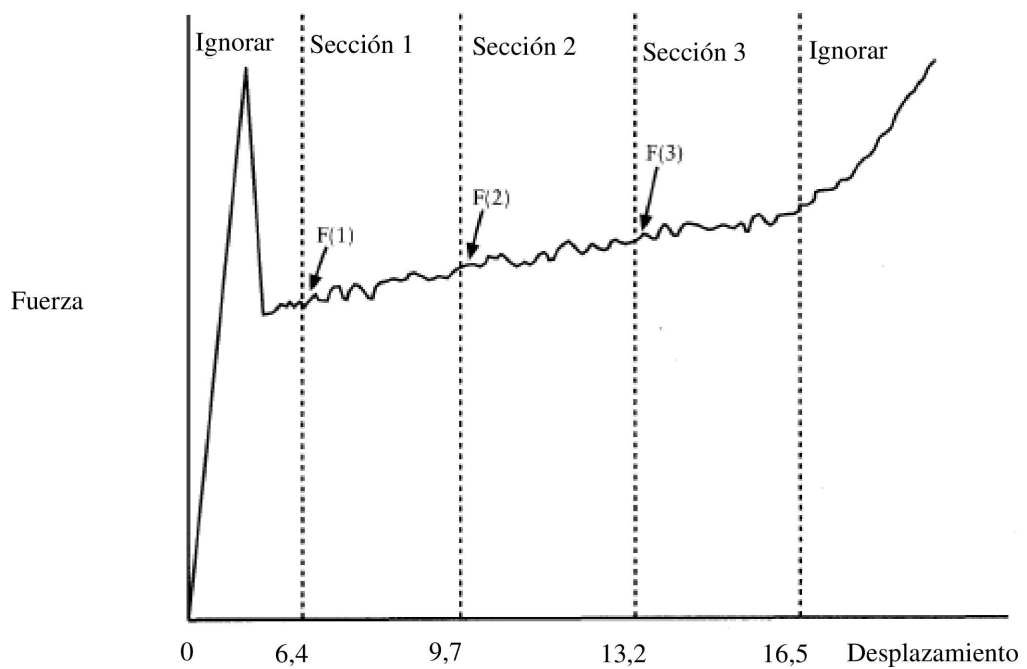
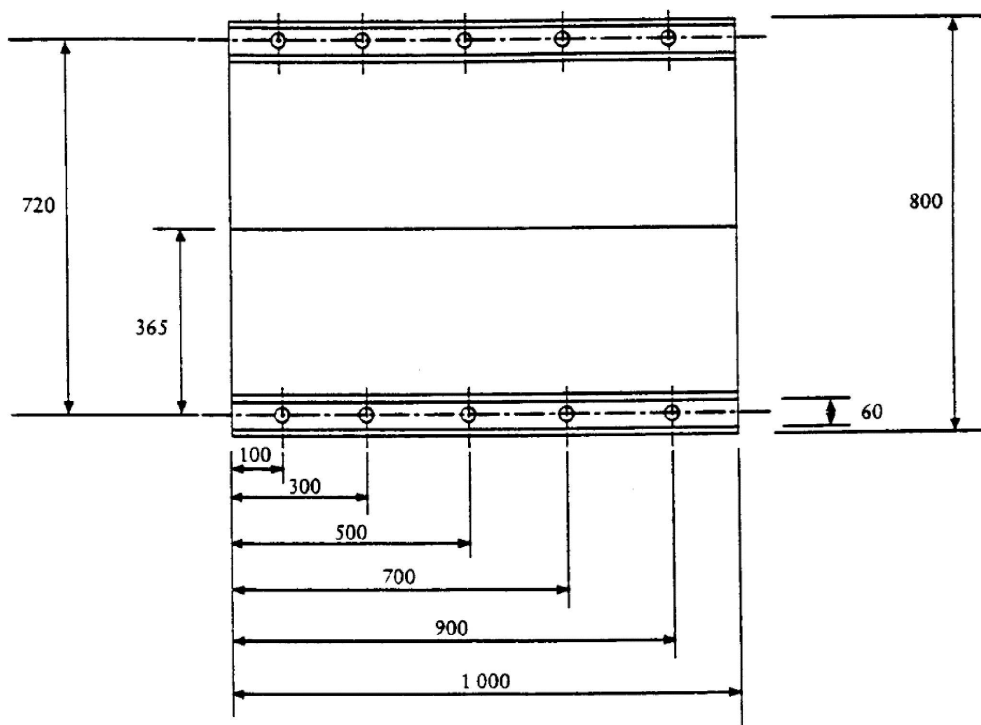


Figura 5

Posición de los orificios para el montaje de la barrera



Diámetro de los orificios: 9,5 mm

Todas las dimensiones están en milímetros.

ANEXO 10

Procedimiento de certificación de la parte inferior de la pierna y del pie del maniquí

1. Ensayo de resistencia al impacto de la parte superior del pie
 - 1.1. El objetivo de este ensayo es medir la respuesta del pie y del tobillo del maniquí Hybrid III a golpes bien definidos efectuados por un péndulo de cara dura.
 - 1.2. Para el ensayo se utilizarán las partes inferiores de ambas piernas del maniquí Hybrid III, pierna izquierda (86-5001-001) y pierna derecha (86-5001-002), equipadas con el pie y el tobillo izquierdos (78051-614) y el pie y el tobillo derechos (78051-615), incluida la rodilla.

Se utilizará el simulador dinamométrico (78051-319 Rev A) para fijar la rodilla (79051-16 Rev B) al soporte de ensayo.
 - 1.3. Procedimiento de ensayo
 - 1.3.1. Las piernas así montadas se mantendrán (empapadas) durante cuatro horas antes del ensayo a una temperatura de 22 ± 3 °C y a una humedad relativa del 40 ± 30 %. La duración del empapamiento no incluirá el tiempo requerido para alcanzar condiciones estables.
 - 1.3.2. Limpiar antes del ensayo la superficie de impacto de la piel y la cara del péndulo con alcohol isopropilo o una sustancia equivalente. Espolvorear con talco.
 - 1.3.3. Alinear el acelerómetro del péndulo situando su eje sensible en paralelo a la dirección del impacto en su contacto con el pie.
 - 1.3.4. Montar la pierna ensamblada sobre el soporte, según se muestra en la figura 1 del presente anexo. El soporte de ensayo deberá estar fijado de manera rígida para evitar cualquier movimiento durante el impacto. El eje medio del simulador dinamométrico del fémur (78051-319) deberá estar en posición vertical, con una tolerancia de $\pm 0,5^\circ$. Ajustar el montaje de manera que la línea que une la horquilla de articulación de la rodilla y el perno de acoplamiento del tobillo esté en posición horizontal, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, con el talón descansando sobre dos láminas de superficie plana de débil fricción (lámina de politetrafluoretileno [PTFE]). Asegurarse de que la parte carnosa de la tibia se encuentre bien situada en la zona en que la tibia enlaza con la rodilla. Ajustar el tobillo de tal manera que el plano de la parte inferior del pie esté en posición vertical y perpendicular a la dirección del impacto, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, y que el plano sagital medio del pie esté alineado con el brazo del péndulo. Ajustar la articulación de la rodilla a $1,5 \pm 0,5$ g antes de cada ensayo. Ajustar la articulación del tobillo de forma que quede suelta y seguidamente apretar solo lo suficiente para que el pie se mantenga estable sobre la lámina de PTFE.
 - 1.3.5. El péndulo rígido estará compuesto de un cilindro horizontal de 50 ± 2 mm de diámetro y de un brazo de apoyo de 19 ± 1 mm de diámetro (figura 4 del presente anexo). El cilindro tendrá una masa de $1,25 \pm 0,02$ kg, incluida la instrumentación y cualquier parte del brazo de apoyo situada dentro del cilindro. El brazo del péndulo tendrá una masa de 285 ± 5 g. La masa de cualquier parte giratoria del eje al que esté sujeto el brazo de apoyo no debe ser superior a 100 g. La longitud entre el eje horizontal central del cilindro del péndulo y el eje de rotación de todo el péndulo será de $1\,250 \pm 1$ mm. El cilindro de impacto se montará con su eje longitudinal situado horizontal y perpendicularmente a la dirección del impacto. El péndulo deberá percutir sobre la base del pie, a una distancia de 185 ± 2 mm de la base del talón que reposa sobre la plataforma horizontal rígida, de manera que el eje longitudinal central del brazo del péndulo se desvíe como máximo 1° de la vertical en el momento del impacto. El péndulo deberá guiarse de tal modo que se impida todo movimiento lateral, vertical o rotatorio significativo.
 - 1.3.6. Dejar pasar por lo menos treinta minutos entre ensayos consecutivos con la misma pierna.
 - 1.3.7. El sistema de obtención de datos, incluidos los transductores, deberá ajustarse a las especificaciones para una CFC de 600, según se describe en el anexo 8.

- 1.4. Especificación de rendimiento
 - 1.4.1. Al ser percutida la planta de cada pie a $6,7 \pm 0,1$ m/s como se indica en el punto 1.3, el momento máximo de flexión de la parte inferior de la tibia en torno al eje «y» (M_y) será de 120 ± 25 Nm.
2. Ensayo de resistencia al impacto de la parte inferior del pie sin zapato
 - 2.1. El objetivo de este ensayo es medir la respuesta de la piel y del revestimiento del pie del maniquí Hybrid III a golpes bien definidos efectuados por un péndulo de cara dura.
 - 2.2. Para el ensayo se utilizarán las partes inferiores de ambas piernas del maniquí Hybrid III, pierna izquierda (86-5001-001) y pierna derecha (86-5001-002), equipadas con el pie y el tobillo izquierdos (78051-614) y el pie y el tobillo derechos (78051-615), incluida la rodilla.

Se utilizará el simulador dinamométrico (78051-319 Rev A) para fijar la rodilla (79051-16 Rev B) al soporte de ensayo.
 - 2.3. Procedimiento de ensayo
 - 2.3.1. Las piernas así montadas se mantendrán (empapadas) durante cuatro horas antes del ensayo a una temperatura de 22 ± 3 °C y a una humedad relativa del 40 ± 30 %. La duración del empapamiento no incluirá el tiempo requerido para alcanzar condiciones estables.
 - 2.3.2. Limpiar antes del ensayo la superficie de impacto de la piel y la cara del péndulo con alcohol isopropilo o una sustancia equivalente. Espolvorear con talco. Comprobar que no se hayan producido daños visibles en el revestimiento del talón destinado a absorber la energía del impacto.
 - 2.3.3. Alinear el acelerómetro del péndulo situando su eje sensible en paralelo con el eje longitudinal central del péndulo.
 - 2.3.4. Montar la pierna ensamblada sobre el soporte, según se muestra en la figura 2 del presente anexo. El soporte de ensayo deberá estar fijado de manera rígida para evitar cualquier movimiento durante el impacto. El eje medio del simulador dinamométrico del fémur (78051-319) deberá estar en posición vertical, con una tolerancia de $\pm 0,5^\circ$. Ajustar el montaje de manera que la línea que une la horquilla de articulación de la rodilla y el perno de acoplamiento del tobillo esté en posición horizontal, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, con el talón descansando sobre dos láminas de superficie plana de débil fricción (lámina de PTFE). Asegurarse de que la parte carnosa de la tibia se encuentre bien situada en la zona en que la tibia enlaza con la rodilla. Ajustar el tobillo de tal manera que el plano de la parte inferior del pie esté en posición vertical y perpendicular a la dirección del impacto, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, y que el plano sagital medio del pie esté alineado con el brazo del péndulo. Ajustar la articulación de la rodilla a $1,5 \pm 0,5$ g antes de cada ensayo. Ajustar la articulación del tobillo de forma que quede suelta y seguidamente apretar solo lo suficiente para que el pie se mantenga estable sobre la lámina de PTFE.
 - 2.3.5. El péndulo rígido estará compuesto de un cilindro horizontal de 50 ± 2 mm de diámetro y de un brazo de apoyo de 19 ± 1 mm de diámetro (figura 4 del presente anexo). El cilindro tendrá una masa de $1,25 \pm 0,02$ kg, incluida la instrumentación y cualquier parte del brazo de apoyo situada dentro del cilindro. El brazo del péndulo tendrá una masa de 285 ± 5 g. La masa de cualquier parte giratoria del eje al que esté sujeto el brazo de apoyo no debe ser superior a 100 g. La longitud entre el eje horizontal central del cilindro del péndulo y el eje de rotación de todo el péndulo será de $1\,250 \pm 1$ mm. El cilindro de impacto se montará con su eje longitudinal situado horizontal y perpendicularmente a la dirección del impacto. El péndulo deberá percutir sobre la base del pie, a una distancia de 62 ± 2 mm de la base del talón que reposa sobre la plataforma horizontal rígida, de manera que el eje longitudinal central del brazo del péndulo se desvíe como máximo 1° de la vertical en el momento del impacto. El péndulo deberá guiarse de tal modo que se impida todo movimiento lateral, vertical o rotatorio significativo.
 - 2.3.6. Dejar pasar por lo menos treinta minutos entre ensayos consecutivos con la misma pierna.
 - 2.3.7. El sistema de obtención de datos, incluidos los transductores, deberá ajustarse a las especificaciones para una CFC de 600, según se describe en el anexo 8.

- 2.4. Especificación de rendimiento
 - 2.4.1. Al percutir el talón de cada pie a $4,4 \pm 0,1$ m/s como se indica en el punto 2.3, la aceleración máxima del péndulo será de 295 ± 50 g.
3. Ensayo de resistencia al impacto de la parte inferior del pie (con zapato)
 - 3.1. El objetivo de este ensayo es controlar la respuesta del zapato, de la parte carnosa del talón y de la articulación del tobillo del maniquí Hybrid III a golpes bien definidos efectuados por un péndulo de cara dura.
 - 3.2. Para el ensayo se utilizarán las partes inferiores de ambas piernas del maniquí Hybrid III, pierna izquierda (86-5001-001) y pierna derecha (86-5001-002), equipadas con el pie y el tobillo izquierdos (78051-614) y el pie y el tobillo derechos (78051-615), incluida la rodilla. Se utilizará el simulador dinamométrico (78051-319 Rev A) para fijar la rodilla (79051-16 Rev B) al soporte de ensayo. El pie se calzará con el zapato especificado en el anexo 5, punto 2.9.2.
 - 3.3. Procedimiento de ensayo
 - 3.3.1. Las piernas así montadas se mantendrán (empapadas) durante cuatro horas antes del ensayo a una temperatura de 22 ± 3 °C y a una humedad relativa del 40 ± 30 %. La duración del empapamiento no incluirá el tiempo requerido para alcanzar condiciones estables.
 - 3.3.2. Limpiar antes del ensayo la superficie de impacto de la parte inferior del zapato con un trapo limpio y la cara del péndulo con alcohol isopropilo o una sustancia equivalente. Comprobar que no se hayan producido daños visibles en el revestimiento del talón destinado a absorber la energía del impacto.
 - 3.3.3. Alinear el acelerómetro del péndulo situando su eje sensible en paralelo con el eje longitudinal central del péndulo.
 - 3.3.4. Montar la pierna ensamblada sobre el soporte, según se muestra en la figura 3 del presente anexo. El soporte de ensayo deberá estar fijado de manera rígida para evitar cualquier movimiento durante el impacto. El eje medio del simulador dinamométrico del fémur (78051-319) deberá estar en posición vertical, con una tolerancia de $\pm 0,5^\circ$. Ajustar el montaje de manera que la línea que une la horquilla de articulación de la rodilla y el perno de acoplamiento del tobillo esté en posición horizontal, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, con el tacón del zapato descansando sobre dos láminas de superficie plana de débil fricción (lámina de PTFE). Asegurarse de que la parte carnosa de la tibia se encuentre bien situada en la zona en que la tibia enlaza con la rodilla. Ajustar el tobillo de tal manera que el plano en contacto con el tacón y la suela de la parte inferior del zapato esté en posición vertical y perpendicular a la dirección del impacto, con una tolerancia de $\pm 3^\circ$, de tal forma que el plano sagital medio del pie y el zapato esté alineado con el brazo del péndulo. Ajustar la articulación de la rodilla a $1,5 \pm 0,5$ g antes de cada ensayo. Ajustar la articulación del tobillo de forma que quede suelta y seguidamente apretar solo lo suficiente para que el pie se mantenga estable sobre la lámina de PTFE.
 - 3.3.5. El péndulo rígido estará compuesto de un cilindro horizontal de 50 ± 2 mm de diámetro y de un brazo de apoyo de 19 ± 1 mm de diámetro (figura 4 del presente anexo). El cilindro tendrá una masa de $1,25 \pm 0,02$ kg, incluida la instrumentación y cualquier parte del brazo de apoyo situada dentro del cilindro. El brazo del péndulo tendrá una masa de 285 ± 5 g. La masa de cualquier parte giratoria del eje al que esté sujeto el brazo de apoyo no debe ser superior a 100 g. La longitud entre el eje horizontal central del cilindro del péndulo y el eje de rotación de todo el péndulo será de $1\,250 \pm 1$ mm. El cilindro de impacto se montará con su eje longitudinal situado horizontal y perpendicularmente a la dirección del impacto. El péndulo deberá percutir sobre el tacón del zapato en un plano horizontal situado a 62 ± 2 mm de la base del talón del maniquí, con el zapato reposando sobre la plataforma horizontal rígida, de manera que el eje longitudinal central del brazo del péndulo se desvíe como máximo un grado de la vertical en el momento del impacto. El péndulo deberá guiarse de tal modo que se impida todo movimiento lateral, vertical o rotatorio significativo.
 - 3.3.6. Dejar pasar por lo menos treinta minutos entre ensayos consecutivos con la misma pierna.
 - 3.3.7. El sistema de obtención de datos, incluidos los transductores, deberá ajustarse a las especificaciones para una CFC de 600, según se describe en el anexo 8.

3.4. Especificación de rendimiento

- 3.4.1. Al ser percutido el tacón del zapato a $6,7 \pm 0,1$ m/s como se indica en el punto 3.3, la fuerza de compresión máxima de la tibia (F_z) será de $3,3 \pm 0,5$ kN.

Figura 1

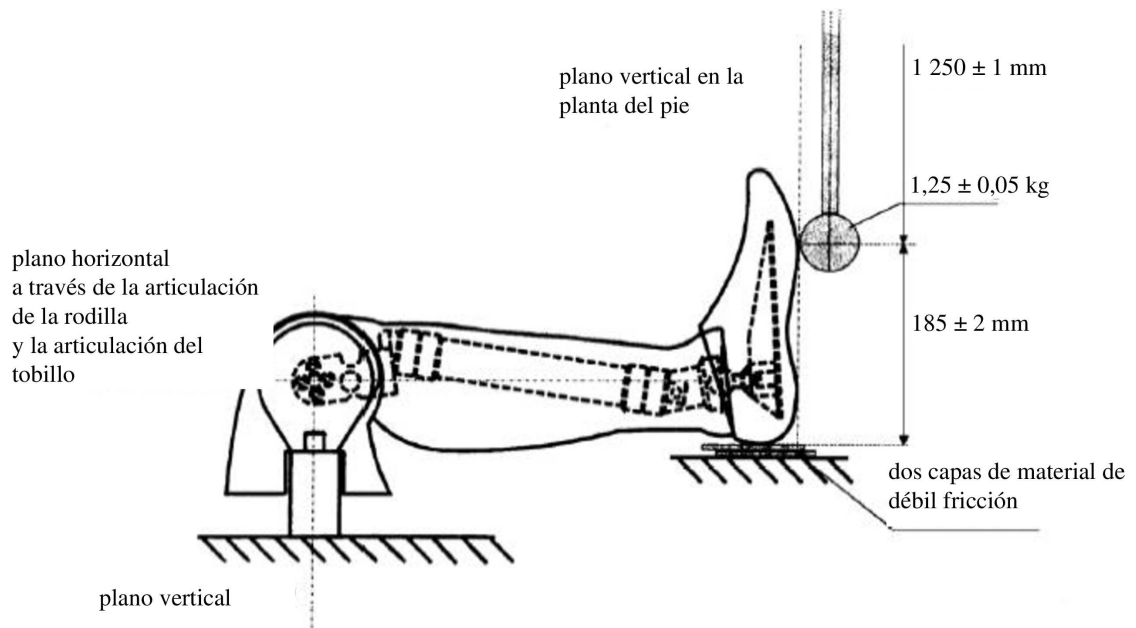
Ensayo de resistencia al impacto de la parte superior del pie*Configuración del ensayo*

Figura 2

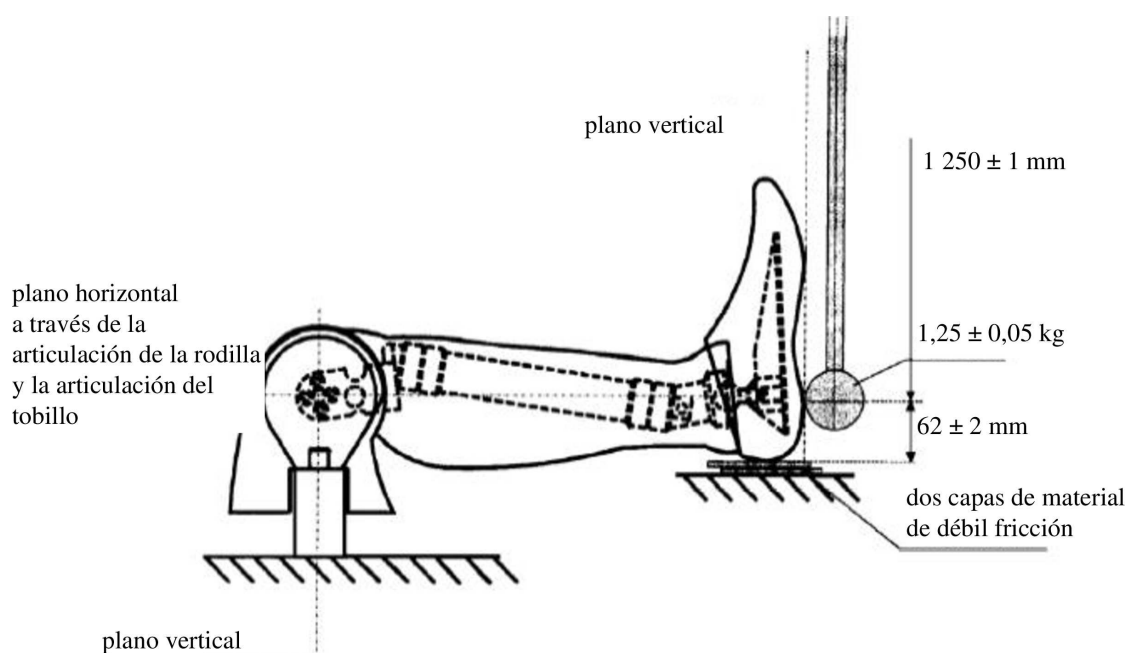
Ensayo de resistencia al impacto de la parte inferior del pie (sin zapato)*Configuración del ensayo*

Figura 3

Ensayo de resistencia al impacto de la parte inferior del pie (con zapato)

Configuración del ensayo

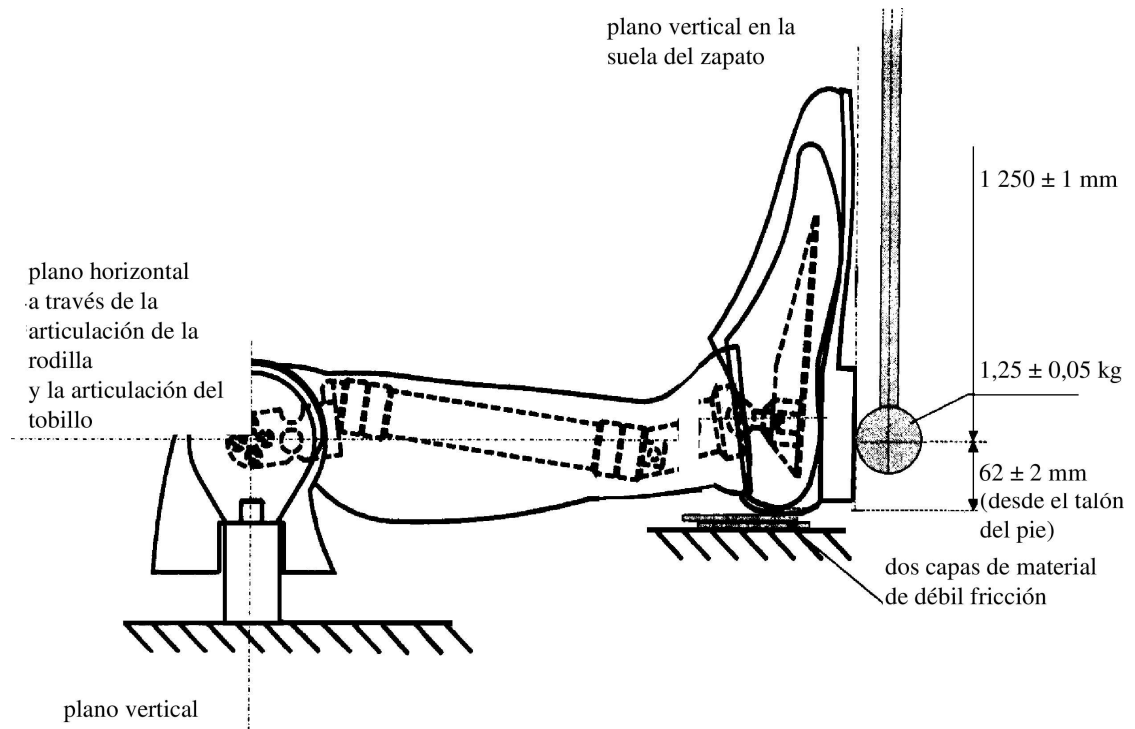
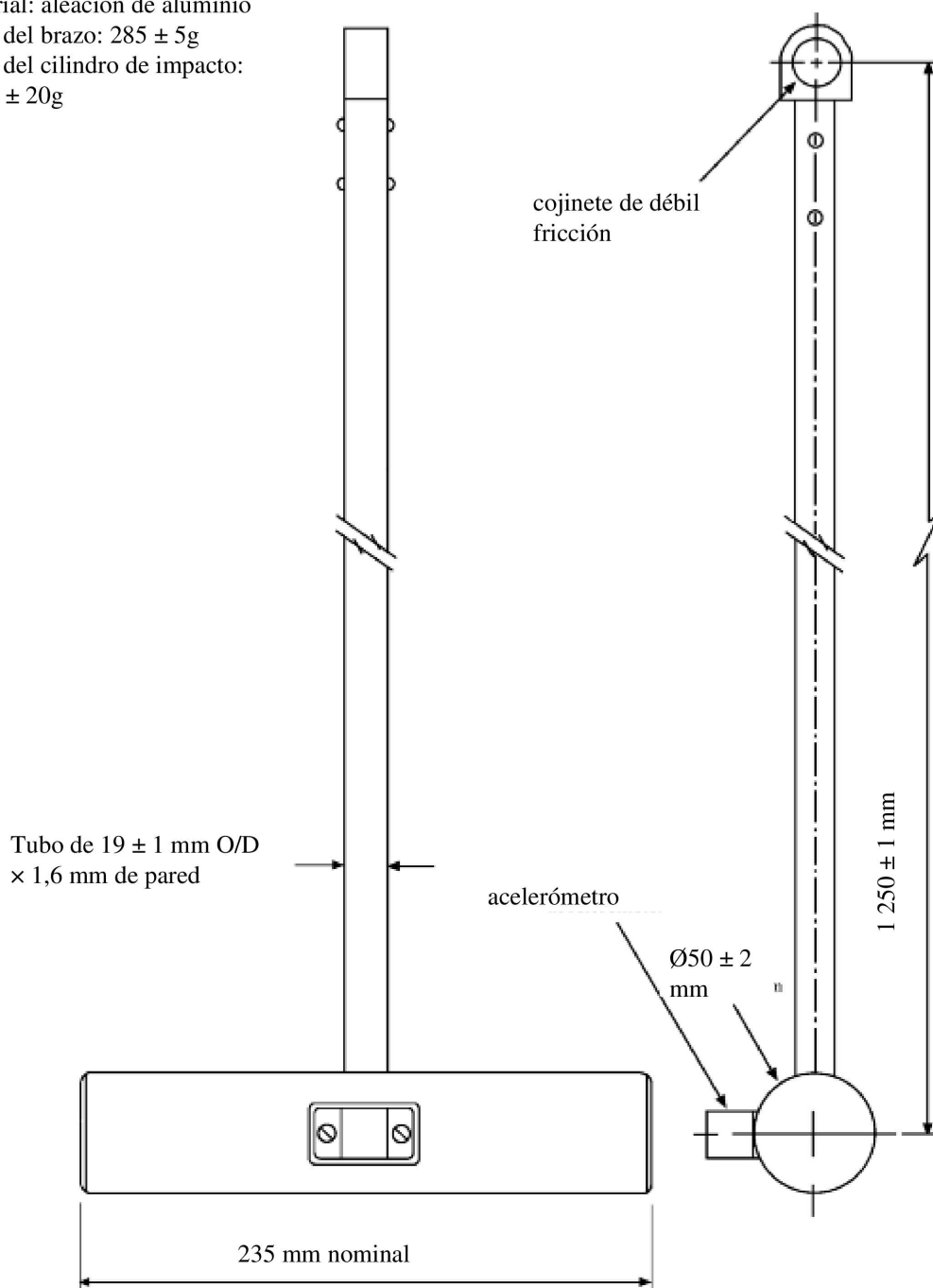


Figura 4

Péndulo

Material: aleación de aluminio
Masa del brazo: 285 ± 5 g
Masa del cilindro de impacto:
 $1\ 250 \pm 20$ g



ANEXO 11

Procedimientos de ensayo para los vehículos equipados con tren motor eléctrico

En el presente anexo se describen los procedimientos de ensayo para demostrar el cumplimiento de los requisitos de seguridad eléctrica del subapartado 5.2.8 del presente Reglamento.

Antes de proceder al ensayo de impacto del vehículo, deberá medirse y registrarse la tensión de los buses de alta tensión (U_b) (véase la figura 1) para confirmar que se encuentra dentro de la tensión de funcionamiento del vehículo especificada por el fabricante de este.

1. Configuración y equipo del ensayo

Si se emplea una función de desconexión de la alta tensión, las mediciones deberán hacerse a ambos lados del dispositivo que desempeñe dicha función.

No obstante, si el desconector de alta tensión está integrado en el SAEER o en el sistema de conversión de la energía y el bus de alta tensión del SAEER o del sistema de conversión de la energía está protegido conforme al grado de protección IPXXB tras el ensayo de impacto, las mediciones podrán hacerse únicamente entre el dispositivo que desempeñe la función de desconexión y las cargas eléctricas.

El voltímetro utilizado en este ensayo deberá medir valores de DC y tener una resistencia interna de por lo menos 10 M Ω .

2. Podrán seguirse las siguientes instrucciones si se mide la tensión.

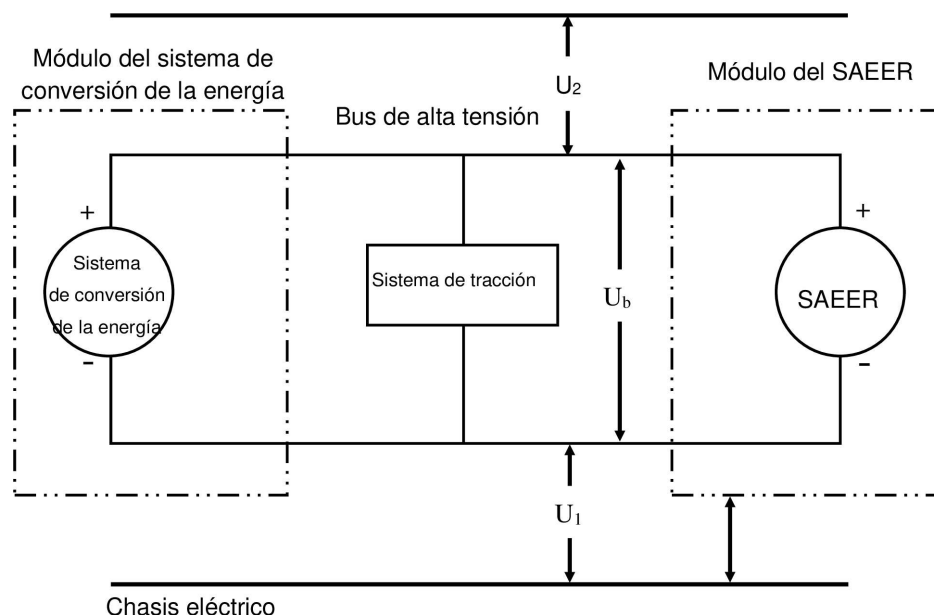
Tras el ensayo de impacto, determinar las tensiones de los buses de alta tensión (U_b , U_1 y U_2) (véase la figura 1).

La tensión deberá medirse no antes de diez segundos ni después de sesenta segundos tras el impacto.

Este procedimiento no es aplicable si el ensayo se realiza con el tren motor eléctrico sin energizar.

Figura 1

Medición de U_b , U_1 y U_2



3. Procedimiento de evaluación de la energía eléctrica baja

Antes del impacto se conectan en paralelo al condensador pertinente (véase la figura 2) un interruptor S_1 y una resistencia de descarga conocida R_c .

- a) No antes de diez segundos ni después de sesenta segundos tras el impacto, deberá cerrarse el interruptor S_1 mientras se miden y registran la tensión U_b y la corriente I_c . El producto de la tensión U_b y la corriente I_c se integrará en el período de tiempo que va desde el momento en que se cierra el interruptor S_1 (t_c) hasta el momento en que la tensión U_b cae por debajo del umbral de alta tensión de 60 V DC (t_h). La integración resultante equivale a la energía total (TE) en julios.

$$TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_c dt \quad U_b$$

- b) Si U_b se mide en un momento situado entre diez segundos y sesenta segundos tras el impacto y la capacidad de los condensadores X (C_x) viene indicada por el fabricante, la energía total (TE) se calculará conforme a la fórmula siguiente:

$$TE = 0,5 \times C_x \times U_b^2$$

- c) Si U_1 y U_2 (véase la figura 1) se miden en un momento situado entre diez segundos y sesenta segundos tras el impacto y las capacidades de los condensadores Y (C_{y1} y C_{y2}) vienen indicadas por el fabricante, la energía total (TE_{y1} y TE_{y2}) se calculará conforme a las fórmulas siguientes:

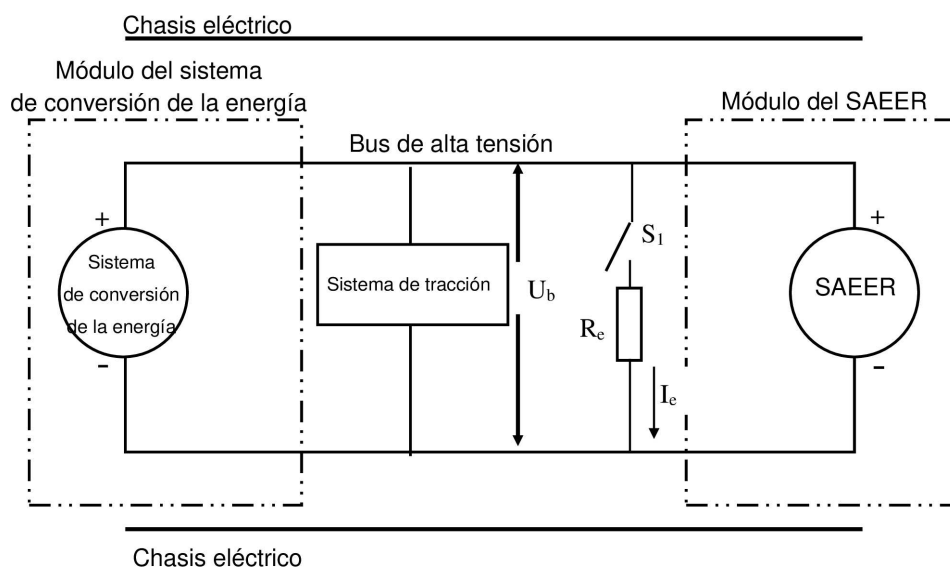
$$TE_{y1} = 0,5 \times C_{y1} \times U_1^2$$

$$TE_{y2} = 0,5 \times C_{y2} \times U_2^2$$

Este procedimiento no es aplicable si el ensayo se realiza con el tren motor eléctrico sin energizar.

Figura 2

Ejemplo: medición de la energía del bus de alta tensión almacenada en los condensadores X



4. Protección física

Tras el ensayo de impacto del vehículo deberá abrirse, desmontarse o retirarse, sin ayuda de herramientas, toda pieza que esté situada en torno a los componentes de alta tensión. Todas las piezas que queden alrededor de esos componentes se considerarán parte de la protección física.

Para evaluar la seguridad eléctrica, deberá introducirse el dedo de ensayo articulado descrito en la figura 3 en cualquier hueco o abertura de la protección física, con una fuerza de ensayo de $10\text{ N} \pm 10\%$. Si el dedo de ensayo articulado penetra parcial o íntegramente en la protección física, deberá colocarse en todas las posiciones que se especifican a continuación.

Partiendo de la posición erecta, las dos articulaciones del dedo de ensayo se girarán progresivamente en un ángulo de hasta 90° con respecto al eje de la sección adyacente del dedo y se colocarán en todas las posiciones posibles.

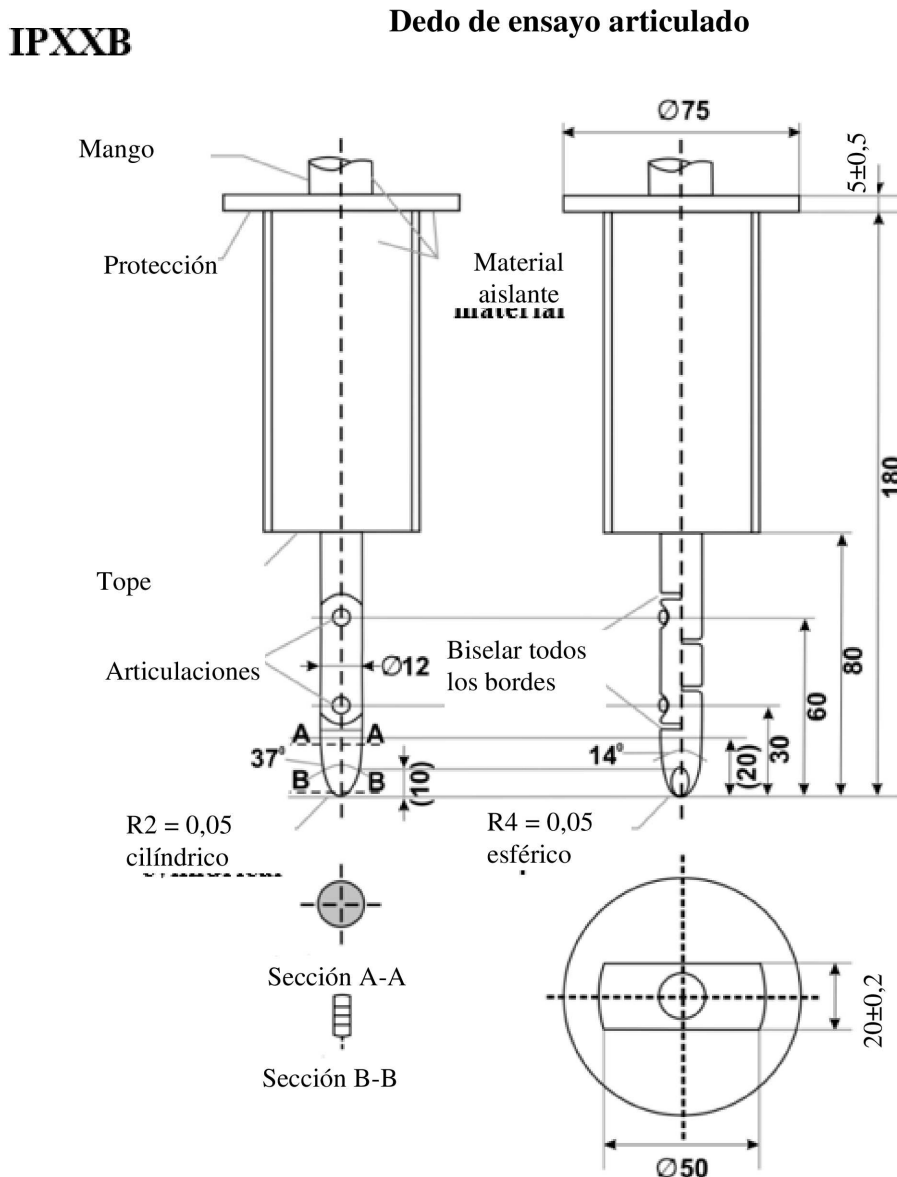
Las barreras internas de protección eléctrica se consideran parte de la envolvente.

Si procede, se conectará en serie una fuente de baja tensión (no inferior a 40 V ni superior a 50 V) con una lámpara adecuada entre el dedo de ensayo articulado y las piezas activas de alta tensión, dentro de la barrera de protección eléctrica o la envolvente.

Figura 3

Dedo de ensayo articulado

Calibre de acceso
(Dimensiones en mm)



Material: metal, salvo que se especifique otra cosa

Dimensiones lineales en milímetros

Tolerancias con respecto a las dimensiones sin una tolerancia específica:

- a) en los ángulos: + 0/- 10 segundos;
- b) en las dimensiones lineales:
 - i) hasta 25 mm, + 0/- 0,05;
 - ii) por encima de 25 mm: ± 0,2.

Ambas articulaciones deberán poder moverse en el mismo plano y en la misma dirección en un ángulo de 90°, con una tolerancia de 0 a + 10°.

Se considerará que se cumplen los requisitos del subapartado 5.2.8.1.3 del presente Reglamento si no se consigue que el dedo de ensayo articulado descrito en la figura 3 toque piezas activas de alta tensión.

Si es preciso, podrá utilizarse un espejo o un fibroscopio para verificar si el dedo de ensayo articulado toca los buses de alta tensión.

Si el cumplimiento de este requisito se verifica mediante un circuito de señales entre el dedo de ensayo articulado y las piezas activas de alta tensión, la lámpara deberá permanecer apagada.

4.1. Método de ensayo para medir la resistencia eléctrica:

a) Método de ensayo con comprobador de resistencia

El comprobador de resistencia está conectado a los puntos de medición (normalmente, el chasis eléctrico y la envolvente electroconductora o la barrera de protección eléctrica) y la resistencia se mide utilizando un comprobador de resistencia que cumpla la especificación siguiente:

- i) comprobador de resistencia: corriente de medición de al menos 0,2 A;
- ii) resolución: igual o inferior a 0,01 Ω;
- iii) la resistencia R deberá ser inferior a 0,1 Ω.

b) Método de ensayo con alimentación de DC, voltímetro y amperímetro

La fuente de alimentación de DC, el voltímetro y el amperímetro están conectados a los puntos de medición (típicamente, el chasis eléctrico y la envolvente electroconductora o la barrera de protección eléctrica).

La tensión de la fuente de alimentación de DC se ajusta de manera que el flujo de corriente sea de al menos 0,2 A.

Se miden la corriente «I» y la tensión «U».

Se calcula la resistencia «R» aplicando la fórmula siguiente:

$$R = U / I$$

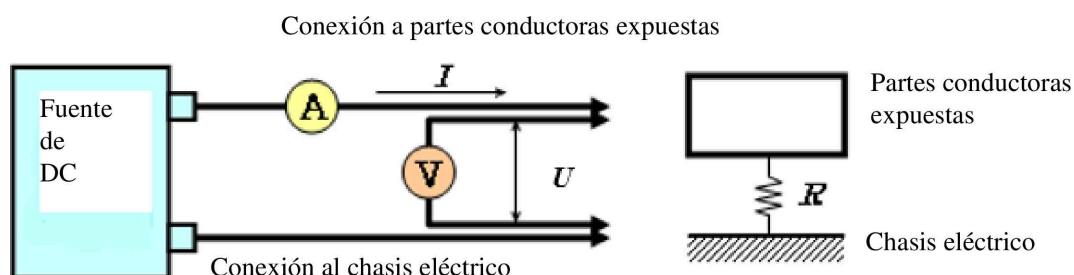
La resistencia R deberá ser inferior a 0,1 Ω.

nota: Si se utilizan hilos conductores para medir la tensión y la corriente, cada uno de ellos deberá estar conectado de forma independiente a la barrera de protección eléctrica, la envolvente o el chasis eléctrico. El terminal puede ser común para la medición de tensión y la medición de corriente.

Abajo se muestra un ejemplo del método de ensayo con alimentación de DC, voltímetro y amperímetro.

Figura 4

Ejemplo de método de ensayo con alimentación de DC



5. Resistencia de aislamiento

5.1. Generalidades

La resistencia de aislamiento de cada bus de alta tensión del vehículo se medirá o se determinará calculando los valores de medición de cada pieza o cada componente de un bus de alta tensión.

Todas las mediciones para calcular la tensión o tensiones y el aislamiento eléctrico se efectúan al menos diez segundos después del impacto.

5.2. Método de medición

La medición de la resistencia de aislamiento se realiza seleccionando un método de medición adecuado de entre los que figuran en los puntos 5.2.1 a 5.2.2 del presente anexo, dependiendo de la carga eléctrica de las piezas activas o de la resistencia de aislamiento.

El intervalo del circuito eléctrico que deberá medirse se aclara por adelantado, utilizando diagramas de circuitos eléctricos. Si los buses de alta tensión están aislados conductivamente entre sí, deberá medirse la resistencia de aislamiento correspondiente a cada circuito eléctrico.

Además, podrán realizarse las modificaciones necesarias para medir la resistencia de aislamiento, como quitar la tapa para llegar a las piezas activas, trazar líneas de medición y modificar el *software*.

En caso de que los valores medidos no sean estables por el funcionamiento del sistema de a bordo de supervisión de la resistencia de aislamiento, podrán realizarse las modificaciones necesarias para realizar la medición deteniendo el funcionamiento del dispositivo en cuestión o retirándolo. Por otro lado, si se retira el dispositivo, se utilizará un conjunto de dibujos para demostrar que la resistencia de aislamiento entre las piezas activas y el chasis eléctrico permanece inalterada.

Estas modificaciones no deberán influir en los resultados de los ensayos.

Se extremarán las precauciones para evitar cortocircuitos y choques eléctricos, ya que esta confirmación podría exigir operaciones directas del circuito de alta tensión.

5.2.1. Método de medición utilizando tensión DC procedente de fuentes externas

5.2.1.1. Instrumento de medición

Se utilizará un instrumento de ensayo de la resistencia de aislamiento capaz de aplicar una tensión DC superior a la tensión de trabajo del bus de alta tensión.

5.2.1.2. Método de medición

Se conectará un instrumento de ensayo de la resistencia de aislamiento entre las piezas activas y el chasis eléctrico. A continuación se medirá la resistencia de aislamiento aplicando una tensión DC de, como mínimo, la mitad de la tensión de trabajo del bus de alta tensión.

Si el sistema tiene varios intervalos de tensión (por ejemplo, debido a un convertidor elevador) en un circuito conectado conductivamente y algunos de los componentes no pueden soportar la tensión de trabajo de todo el circuito, la resistencia de aislamiento entre dichos componentes y el chasis eléctrico puede medirse por separado aplicando al menos la mitad de su propia tensión de trabajo con dichos componentes desconectados.

5.2.2. Método de medición utilizando el SAEER del propio vehículo como fuente de DC

5.2.2.1. Condiciones del vehículo de ensayo

El bus de alta tensión está energizado por el SAEER o el sistema de conversión de energía del propio vehículo, y el nivel de tensión del SAEER o del sistema de conversión de energía durante el ensayo equivaldrá, como mínimo, a la tensión nominal de funcionamiento especificada por el fabricante del vehículo.

5.2.2.2. Instrumento de medición

El voltímetro utilizado en este ensayo deberá medir valores de DC y tener una resistencia interna de por lo menos 10 MΩ.

5.2.2.3. Método de medición

5.2.2.3.1. Primera etapa

Se mide la tensión tal como se muestra en la figura 1, y se registra la tensión del bus de alta tensión (U_b). La tensión U_b deberá ser igual o mayor que la tensión nominal de funcionamiento del SAEER o del sistema de conversión de energía especificada por el fabricante del vehículo.

5.2.2.3.2. Segunda etapa

Se mide y se registra la tensión (U_1) entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 1).

5.2.2.3.3. Tercera etapa

Se mide y se registra la tensión (U_2) entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 1).

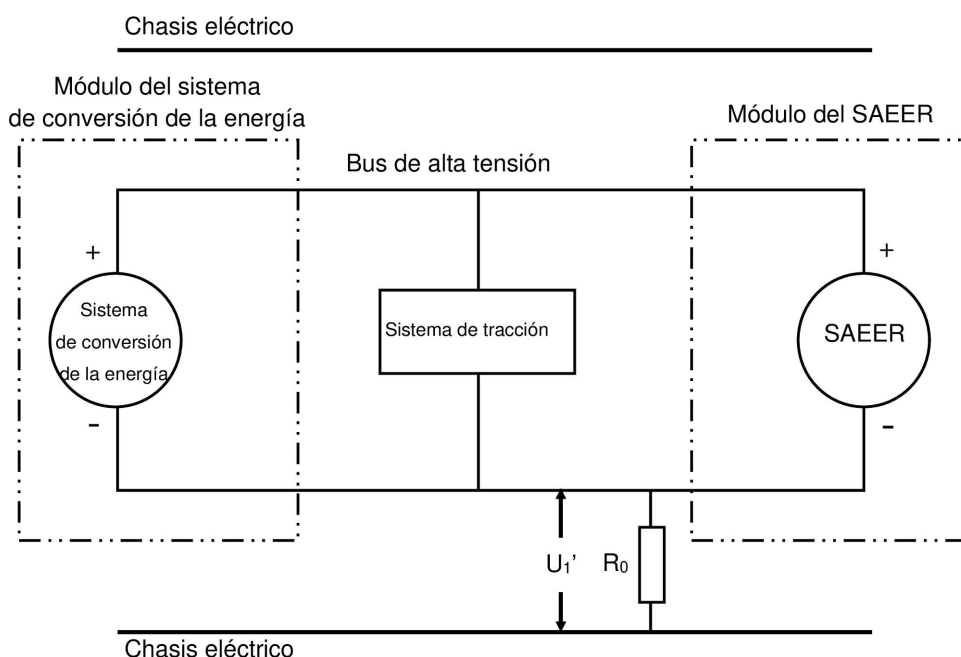
5.2.2.3.4. Cuarta etapa

Si U_1 es mayor o igual que U_2 , se inserta una resistencia estándar conocida (R_o) entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico. Con la R_o instalada, se mide la tensión (U_1') entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 5).

Se calcula el aislamiento eléctrico (R_i) aplicando la fórmula siguiente:

$$R_i = R_o \cdot U_b \cdot (1/U_1' - 1/U_1)$$

Figura 5

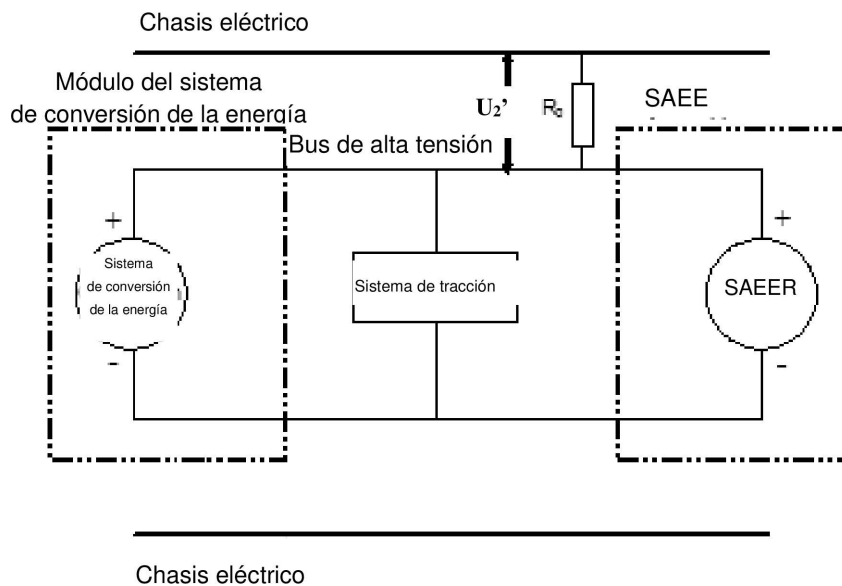
Medición de U_1' 

Si U_2 es mayor que U_1 , insertar una resistencia estándar conocida (R_o) entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico. Una vez instalada la resistencia R_o , medir la tensión (U_2') entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 6). Se calcula el aislamiento eléctrico (R_i) aplicando la fórmula siguiente:

$$R_i = R_o \cdot U_b \cdot (1/U_2' - 1/U_2)$$

Figura 6

Medición de U_2'



5.2.2.3.5. Quinta etapa

El valor del aislamiento eléctrico R_i (en Ω) dividido por la tensión de trabajo del bus de alta tensión (en V) da la resistencia de aislamiento (en Ω/V).

Nota: La resistencia estándar conocida R_o (en Ω) debería corresponder al valor de la resistencia de aislamiento mínima requerida (Ω/V) multiplicada por la tensión de trabajo (V) del vehículo, más/menos el 20 %. No se requiere que la R_o equivalga exactamente a ese valor, ya que las ecuaciones son válidas para cualquier R_o ; sin embargo, cabe esperar que un valor de R_o dentro de este intervalo ofrezca una buena resolución para las mediciones de la tensión.

6. Fuga de electrolito

En caso necesario, puede aplicarse un revestimiento adecuado a la protección física (carcasa) para confirmar si hay fugas de electrolito del SAEER como consecuencia del ensayo. Salvo que el fabricante proporcione un medio para diferenciar las fugas de diferentes líquidos, toda fuga de líquido se considerará de electrolito.

7. Retención del SAEER

El cumplimiento se determinará por inspección visual.

ANEXO 12

Condiciones y procedimientos de ensayo para evaluar la integridad del sistema de alimentación de combustible de hidrógeno tras la colisión

1. Objetivo

Determinar el cumplimiento de los requisitos del punto 5.2.7 del presente Reglamento.
2. Definiciones

A efectos del presente anexo, se entenderá por:

 - 2.1. «espacios cerrados», los volúmenes especiales dentro del vehículo (o el contorno del vehículo a través de las aberturas) externos al sistema de hidrógeno [sistema de almacenamiento, sistema de pilas de combustible, motor de combustión interna (ICE) y sistema de gestión del flujo de combustible];
 - 2.2. «compartimento para equipajes», espacio del vehículo destinado a alojar equipajes o mercancías, delimitado por el techo, el capó, el suelo y las paredes laterales y separado del habitáculo por la mampara delantera o la trasera;
 - 2.3. «presión nominal de trabajo (NWP)», la presión manométrica que caracteriza el funcionamiento típico de un sistema; en los recipientes de hidrógeno gaseoso comprimido, la NWP es la presión estabilizada del gas comprimido en un recipiente o un sistema de almacenamiento totalmente llenos a una temperatura uniforme de 15 °C.
3. Preparación, instrumental y condiciones de ensayo
 - 3.1. Sistemas de almacenamiento de hidrógeno comprimido y conductos posteriores
 - 3.1.1. Antes de realizar el ensayo de colisión deben instalarse en el sistema de almacenamiento de hidrógeno los instrumentos para proceder a las mediciones necesarias de la presión y la temperatura si el vehículo estándar no posee ya instrumentos que ofrezcan la exactitud exigida.
 - 3.1.2. A continuación, si es necesario, se purga el sistema de almacenamiento de hidrógeno siguiendo las instrucciones del fabricante, a fin de eliminar las impurezas del recipiente antes de llenar el sistema de almacenamiento con hidrógeno o helio gaseosos comprimidos. Dado que la presión en el sistema de almacenamiento varía según la temperatura, la presión de llenado buscada dependerá de la temperatura. La presión buscada se determinará con la siguiente ecuación:

$$P_{\text{objetivo}} = \text{NWP} \times (273 + T_o) / 288$$

donde NWP es la presión nominal de trabajo (en MPa), T_o es la temperatura ambiente a la que se espera que se estabilice el sistema de almacenamiento y P_{objetivo} es la presión de llenado buscada una vez estabilizada la temperatura.
 - 3.1.3. El recipiente se llena hasta un mínimo del 95 % de la presión de llenado buscada y se deja que se estabilice antes de realizar el ensayo de colisión.
 - 3.1.4. La válvula de cierre principal y las válvulas de bloqueo del hidrógeno gaseoso, situadas en los conductos posteriores del hidrógeno gaseoso, deben mantenerse abiertas en las condiciones normales de conducción inmediatamente antes del impacto.
 - 3.2. Espacios cerrados
 - 3.2.1. Se seleccionan sensores para medir, bien la acumulación de hidrógeno o helio gaseosos, o bien la reducción de oxígeno (debida al desplazamiento de aire resultante de las fugas de hidrógeno o helio).

- 3.2.2. Los sensores se calibran a partir de referencias identificables, para garantizar una exactitud de $\pm 5 \%$ con respecto a los criterios buscados de volumen en el aire del 4 % en el caso del hidrógeno y del 3 % en el caso del helio, y una capacidad de medición a plena escala de al menos el 25 % por encima de los criterios buscados. El sensor deberá tener una capacidad de respuesta del 90 % ante una variación de plena escala de la concentración en un lapso de 10 s.
- 3.2.3. Antes del impacto de colisión, los sensores se colocan en el habitáculo y en el compartimento para equipajes del vehículo de la manera siguiente:
- a) a una distancia máxima de 250 mm del techo interior por encima del asiento del conductor o cerca de la parte central superior del habitáculo;
 - b) a una distancia máxima de 250 mm del suelo por delante del asiento trasero (o más trasero) del habitáculo; y
 - c) a una distancia máxima de 100 mm de la parte superior de los compartimentos para equipajes situados en el interior del vehículo que no se ven afectados directamente por el impacto de colisión concreto que se va a efectuar.
- 3.2.4. Los sensores están firmemente instalados en la estructura o en los asientos del vehículo y protegidos, de cara al ensayo de colisión previsto, de los fragmentos del vehículo, el gas del airbag y los posibles objetos proyectados. Las mediciones realizadas tras la colisión se registran con instrumentos situados en el interior del vehículo o por transmisión a distancia.
- 3.2.5. El ensayo puede realizarse, bien en el exterior, en una zona protegida del viento y de los posibles efectos del sol, bien en el interior, en un espacio suficientemente amplio o ventilado para impedir que la acumulación de hidrógeno supere el 10 % de los criterios buscados en el habitáculo y el compartimento para equipajes.
4. Medición de fugas tras la colisión en un sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido llenado con hidrógeno comprimido
- 4.1. La presión, P_0 (en MPa), y la temperatura, T_0 (en °C), del hidrógeno gaseoso se miden inmediatamente antes del impacto y, a continuación, en un intervalo de tiempo, Δt (en min), tras el impacto.
- 4.1.1. El intervalo de tiempo, Δt , empieza cuando el vehículo queda inmovilizado después del impacto y continúa durante al menos 60 min.
- 4.1.2. El intervalo de tiempo, Δt , se incrementará, si es necesario, para ajustar la exactitud de la medición en el caso de un sistema de almacenamiento de gran volumen que funcione a una presión de hasta 70 MPa; en tal caso, Δt puede calcularse con la fórmula siguiente:
- $$\Delta t = V_{SAHC} \times NWP / 1\,000 \times [(-0,027 \times NWP + 4) \times R_s - 0,21] - 1,7 \times R_s$$
- donde $R_s = P_s / NWP$, P_s es el intervalo de presión del sensor de presión (en MPa), NWP es la presión nominal de trabajo (en MPa), V_{SAHC} es el volumen del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (en L) y Δt es el intervalo de tiempo (en min).
- 4.1.3. Si el valor calculado de Δt es inferior a 60 min, Δt se fija en 60 min.
- 4.2. La masa inicial de hidrógeno en el sistema de almacenamiento puede calcularse como sigue:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0027 \times (P_o')^2 + 0,75 \times P_o' + 1,07$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{SAHC}$$

- 4.3. En consecuencia, la masa final de hidrógeno en el sistema de almacenamiento, M_f , al término del intervalo de tiempo, Δt , puede calcularse como sigue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0027 \times (P_f')^2 + 0,75 \times P_f' + 1,07$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{SAHC}$$

donde P_f es la presión final medida (en MPa) al término del intervalo de tiempo y T_f , la temperatura final medida (en °C).

- 4.4. Por lo tanto, el caudal medio de hidrógeno durante el intervalo de tiempo es:

$$V_{H_2} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 2,016 (P_{\text{objetivo}} / P_o)$$

donde V_{H_2} es el caudal volumétrico medio (en NL/min) durante el intervalo de tiempo, y la expresión $(P_{\text{objetivo}} / P_o)$ se utiliza para compensar las diferencias entre la presión inicial medida (P_o) y la presión de llenado buscada (P_{objetivo}).

5. Medición de fugas tras la colisión en un sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido llenado con helio comprimido

- 5.1. La presión, P_o (en MPa), y la temperatura, T_o (en °C), del helio gaseoso se miden inmediatamente antes del impacto y, a continuación, en un intervalo de tiempo predeterminado tras el impacto.

- 5.1.1. El intervalo de tiempo, Δt , empieza cuando el vehículo queda inmovilizado después del impacto y continúa durante al menos 60 min.

- 5.1.2. El intervalo de tiempo, Δt , se incrementará, si es necesario, para ajustar la exactitud de la medición en el caso de un sistema de almacenamiento de gran volumen que funcione a una presión de hasta 70 MPa; en tal caso, Δt puede calcularse con la ecuación siguiente:

$$\Delta t = V_{SAHC} \times NWP / 1\,000 \times [(-0,028 \times NWP + 5,5) \times R_s - 0,3] - 2,6 \times R_s$$

donde $R_s = P_s / NWP$, P_s es el intervalo de presión del sensor de presión (en MPa), NWP es la presión nominal de trabajo (en MPa), V_{SAHC} es el volumen del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (en L) y Δt es el intervalo de tiempo (en min).

- 5.1.3. Si el valor calculado de Δt es inferior a 60 min, Δt se fija en 60 min.

- 5.2. La masa inicial de helio en el sistema de almacenamiento se calcula como sigue:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0043 \times (P_o')^2 + 1,53 \times P_o' + 1,49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{SAHC}$$

- 5.3. La masa final de helio en el sistema de almacenamiento al término del intervalo de tiempo, Δt , se calcula como sigue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0043 \times (P_f')^2 + 1,53 \times P_f' + 1,49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{SAHC}$$

donde P_f es la presión final medida (en MPa) al término del intervalo de tiempo y T_f , la temperatura final medida (en °C).

- 5.4. Por lo tanto, el caudal medio de helio durante el intervalo de tiempo es:

$$V_{\text{He}} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 4,003 (P_{\text{objetivo}} / P_o)$$

donde V_{He} es el caudal volumétrico medio (en NL/min) durante el intervalo de tiempo, y la expresión $(P_{\text{objetivo}} / P_o)$ se utiliza para compensar las diferencias entre la presión inicial medida (P_o) y la presión de llenado buscada (P_{objetivo}).

- 5.5. La conversión del caudal volumétrico medio de helio en caudal volumétrico medio de hidrógeno se calcula con la fórmula siguiente:

$$V_{\text{H}_2} = V_{\text{He}} / 0,75$$

donde V_{H_2} es el flujo volumétrico medio de hidrógeno correspondiente.

6. Medición de la concentración tras la colisión en espacios cerrados

- 6.1. La recogida de datos tras la colisión en espacios cerrados comienza cuando el vehículo queda inmovilizado. Los datos procedentes de los sensores instalados conforme al punto 3.2 del presente anexo se recogen como mínimo cada 5 s durante 60 min después del ensayo. Podrá aplicarse a las mediciones un desfase de primer orden (constante de tiempo) de hasta un máximo de 5 segundos para hacer un «suavizado» y filtrar los efectos de los puntos de datos espurios.
