

Fabricación y legalización de un simulador de vuelco

JOSÉ MANUEL CARACENA BALBUENA

Requisitos reglamentarios y fabricación de un simulador de vuelco para comprobar la eficacia del cinturón de seguridad en caso de accidente de circulación



El *simulador de vuelco* es una máquina cuyo fin es comprobar la eficacia de la sujeción del cinturón de seguridad en caso de vuelco de un vehículo a los ciudadanos. Esta máquina se utiliza como elemento de concienciación de la Seguridad Vial. Utilizado por Dirección General de Tráfico dependiente del Ministerio del Interior, empresas de seguros, centros de formación, autoescuelas, fabricantes de coches, etc.

Para la creación y puesta en funcionamiento de un simulador de vuelco, se tiene que seguir el siguiente proceso:

1. Diseño, incluidos cálculos justificativos.
2. Realización de un proyecto de reforma de importancia de un vehículo regulado por el Real Decreto 736/1988, visado y firmado por técnico competente.
3. Creación del expediente técnico de construcción, en cumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992, transposición de la Directiva 89/392/CEE de Máquinas.
4. Fabricación.
5. Fase de pruebas: resistencia estructural y funcionamiento general del equipo.
6. Creación de manual de instrucciones, uso y mantenimiento.
7. Manual de formación, para el aprendizaje del responsable de manejo y mantenimiento básico (monitor del simulador de vuelco).

Fase de diseño

El simulador de vuelco consta básicamente de un remolque sobre el que se monta una estructura que sirve para soportar y hacer girar un vehículo sobre sí mismo.

Al modificar sustancialmente el remolque inicial, y tener el simulador de vuelco en posición de transporte *desplazarse por carretera*, requiere necesariamente de un proyecto de reforma de importancia, visado y firmado por técnico competente, para cumplir con el artículo 252 del Código de la Circulación.

El simulador de vuelco totalmente recogido en posición de transporte no debe sobrepasar la anchura máxima de 2.550 mm y además:

Cálculos justificativos

1. *Cálculo del reparto de cargas en los ejes del remolque y la carga restante en la lanza del remolque.* Distribución uniforme de las cargas sobre todo el remolque de manera uniforme y a la menor altura posible con el fin de tener el cen-

tro de gravedad general lo más bajo posible.

Determinación de la carga vertical "V" ejercida por el remolque de ejes centrales fija. El valor obtenido "V" debe ser igual o menor que el especificado en la ficha técnica del remolque.

$$V \text{ (kN)} = (a \cdot x^2 \cdot C) / l^2$$

Glosario:

a = aceleración de comparación en el punto de acoplamiento en m/s²

l = longitud teórica de la barra de tracción en metros

x = longitud de la superficie de carga en metros

C = suma de las cargas de los ejes del remolque de ejes centrales en toneladas.

2. *Cálculo de la potencia del motor eléctrico del simulador de vuelco.* Es necesario obtener el momento resistente "M" del conjunto móvil formado por el vehículo y su plataforma y también determinar las revoluciones por minuto "W" a las que girará el vehículo anclado a la plataforma. Se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$P = M \times W$$

La determinación del *momento máximo* gracias a la fuerza o peso "F" del conjunto y la distancia del centro de gravedad del vehículo al punto de giro "D", con la siguiente fórmula:

$$M = F \times D$$

Para la determinación del peso del conjunto, deberá tomarse en cuenta:

1. Peso de la estructura que conforma la plataforma

– Peso del vehículo sin motor, embrague, caja cambios, elementos auxiliares, etc.

– Peso de las cuatro personas que pueden subir de manera simultánea al simulador de vuelco

3. *Cálculo de esfuerzos de la plataforma que sustenta al vehículo.* La estructura está compuesta de dos soportes verticales UPN que harán la función de pilares sustentadores de la estructura móvil. En uno de esos soportes es donde se aloja el motor eléctrico + reductor que permite el movimiento. El soporte del vehículo consiste en una cuna formada por dos barras redondas huecas de 4 metros de largo. Toda esta estructura se encuentra perfectamente distribuida y sujeta al remolque de dos ejes. Se han calculado todos los esfuerzos a que está sometida toda la plataforma (torsión, tracción,

compresión, cizallamiento, etc.) incluyendo las soldaduras y se determina unas secciones que van a estar siempre dentro del límite elástico del material elegido y con un coeficiente de seguridad superior a 3 del conjunto.

4. *Cálculo de estabilidad del conjunto: remolque, plataforma y vehículo.* El conjunto es autoestable al girar el vehículo 360° sin sobrepasar la anchura del remolque, pero para disminuir las reacciones sobre el remolque se van a colocar 4 estabilizadores regulables manualmente con plato de apoyo adaptable. El disponer de estabilizadores permite trabajar con garantías de seguridad, y si el terreno tuviera una ligera inclinación el simulador de vuelco se adaptaría a los niveles de nivelación longitudinal y transversal mínimos requeridos para un uso seguro, <= 1,5°. El responsable de la puesta en funcionamiento dispondrá de indicadores de nivel en los cuatro lados que le permitirán realizar una regulación correcta de los estabilizadores

Condiciones de seguridad en la fase de diseño

1. *Cumplimiento del Reglamento electrotécnico para Baja Tensión.* La instalación necesaria para el simulador se basa en una acometida portátil, un cuadro de manobra y protección donde se aloja entre otros el variador de frecuencia, el motor eléctrico monofásico y un mando a distancia vía cable para gobernar el equipo fuera de la zona de peligro. La protección es magnetotérmica y diferencial, unión equipotencial de todas las partes metálicas del simulador y alimentación monofásica de los sistemas de señalización óptica (destellante) y acústica (zumbador).

2. *Cumplimiento del RD 486/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*

– Escaleras de acceso a plataforma que cumplan con las dimensiones de la huella, contrahuella, distancia máxima entre peldaños y rugosidad del escalón.

– Plataforma de acceso al vehículo; es una vía de circulación a distinto nivel, donde se tendrá en cuenta la anchura mínima exigida y la rugosidad de la plataforma

3. *Cumplimiento del RD 485/1997, señalización de seguridad y salud en el trabajo.*

– Señalización luminosa; destellante activado con el movimiento del simulador.

– Señalización acústica; zumbador activado con el movimiento del simulador.

– Señalización carteles riesgo, coloca-

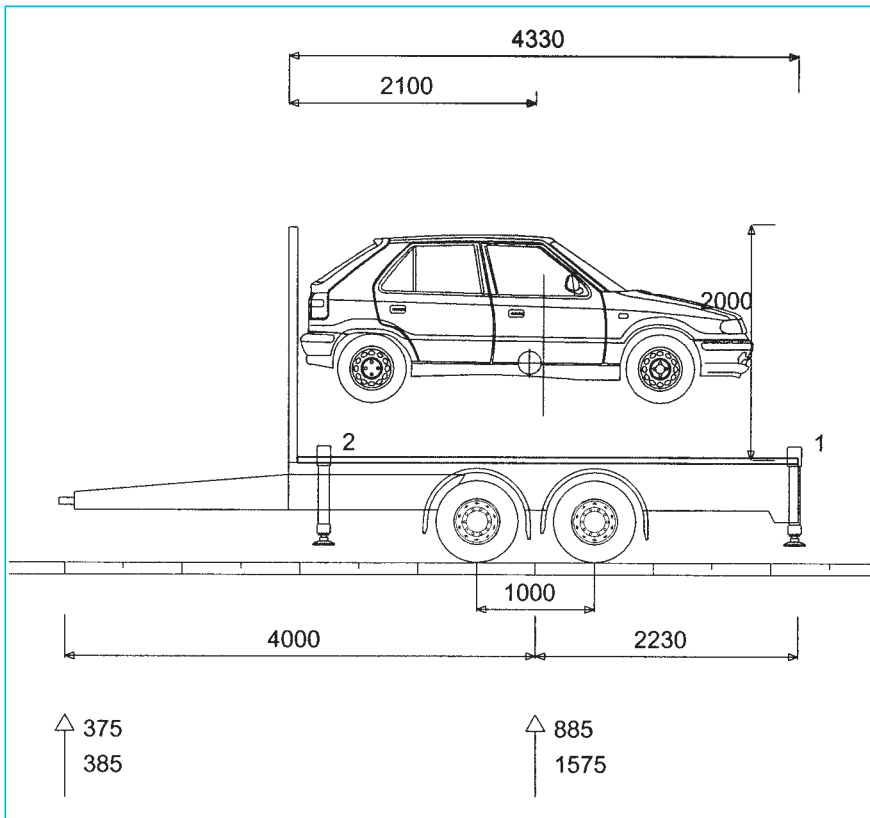


Figura 1. Esquema de reparto de cargas y centro de gravedad.

dos en las diferentes zonas de riesgo: “caída a distinto nivel”, “riesgo eléctrico”, etc.

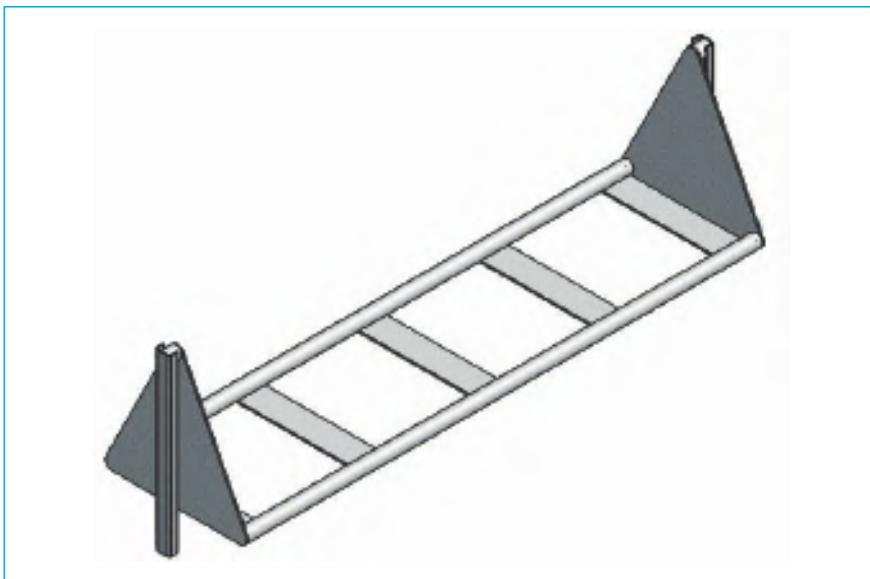
– Señalización balizamiento perimetral; se colocarán cada vez que se vaya a poner en marcha el simulador de vuelco bajo la responsabilidad de un monitor.

4. *Condiciones protección contra incendios y primeros auxilios.* El equipo llevará un extintor de CO₂ y un botiquín de prime-

ros auxilios. El monitor estará instruido en su utilización.

5. *Medidas de emergencia y evacuación.* El simulador dispondrá de un equipo electrógeno de energía equivalente al consumo máximo que se conectará automáticamente en caso de pérdida del suministro eléctrico, para el rescate de las personas del interior del simulador.

Figura 2. Diseño de la plataforma que alberga al vehículo.



Proyecto reforma de importancia de un vehículo

Es necesaria la realización de un proyecto de *reforma de importancia* de un vehículo regulado por el Real Decreto 736/1988, visado y firmado por técnico competente. Este vehículo está compuesto por un remolque de dos ejes sobre los que se le ha añadido un coche y una estructura giratoria. Para la obtención de la documentación definitiva debe pasar por Inspección Técnica de Vehículos. Este proyecto se basa en la siguiente normativa:

1. Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de Circulación.

2. Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos

3. Orden CTE/3191/2002 de 5 de diciembre, que modifica el RD 736/1988.

Expediente técnico de construcción

Es necesaria la creación del expediente técnico de construcción, en cumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992 de la transposición de la Directiva 89/392/CEE de Máquinas. Esto permite al fabricante del simulador de vuelco “Instituto técnico de seguridad industrial, S.L – Centro de Formación San Nicolás. Cartagena (Murcia)” emitir la correspondiente declaración de conformidad CE y colocar en el equipo simulador de vuelco la placa identificativa CE. Además, en cumplimiento de la directiva de máquina, ha sido registrado y verificado favorablemente por un Organismo de Control Autorizado, Applus Norcontrol SLU con número informe: 07-V3600403/I2590-77 y fecha de 26 de marzo de 2007.

El expediente técnico de construcción consta básicamente de:

1. Documentos y planos, incluida declaración CE

2. Lista de requisitos aplicables de seguridad

3. Lista de normas y especificaciones técnicas

4. Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por el simulador de vuelco

5. Informes técnicos, cálculos justificativos de construcción y certificados obtenidos de un organismo o laboratorio acreditado.

6. Disposiciones internas a aplicarse para mantener la conformidad del resto de la producción del simulador de vuelco



Figura 3. Plataforma en lugar más inestable girando a 180° y centro de gravedad más alto.

inicialmente declarado (en el caso de fabricación en serie)

7. Listado de repuestos
8. Esquemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos, etcétera.
9. Anexos:
 - Registro de clientes o alumnos que prueban el simulador de vuelco, con advertencia de los riesgos de su utilización.
 - Certificados de formación de los monitores que tienen que manejar el simulador de vuelco.
 - Manual de instrucciones, uso y mantenimiento.
 - Registros de las pruebas previas a su puesta en funcionamiento.

Fase de fabricación

Durante la fase de fabricación, el taller designado tiene que seguir escrupulosamente todas las indicaciones del proyecto de reforma de importancia y el expediente técnico de construcción, además de llevar un control por parte de un técnico competente de las etapas de la fabricación.

Fase de pruebas

En la fase de pruebas, el simulador de vuelco se ve sometido a una serie de pruebas de carácter:

1. *Mecánico, para comprobar su resistencia estructural.* Comportamiento soldaduras, fisuras, y reapriete de tornillería.
2. *Eléctrico.* Pruebas de regulación de la velocidad, frenadas, aceleraciones, mantenimiento del vehículo a 45°, 90°, 180° y 360°. Funcionamiento de todas las paradas de emergencia, etc.
3. *Prueba de estabilidad.* Con un 20%

más del peso autorizado y una inclinación del 5% del terreno, al máximo número de vueltas autorizado se regularán los estabilizadores para comprobar su buen funcionamiento

4. *Prueba de emergencia y evacuación.* Se desconectará la acometida eléctrica y se comprobará que se conecta automáticamente el grupo electrógeno auxiliar, con el fin de poder evacuar a los alumnos del vehículo.

Todas estas pruebas quedarán reflejadas en el expediente técnico de construcción.

Manual de instrucciones, uso y mantenimiento

En este manual cuya lectura es indispensable antes de poner en marcha el simulador, se indican todas las instrucciones a seguir y normas de seguridad para un uso correcto, el mantenimiento básico a realizar periódicamente, las verificaciones diarias y las inspecciones anuales a realizar por empresa especializada, y las maniobras de emergencia en caso de mal funcionamiento indicando claramente las funciones del monitor y las instrucciones a seguir de los alumnos que están subidos al vehículo. Siempre estará disponible para su consulta por parte de los monitores.

Manual de formación

Es importante la creación de un manual de formación para los monitores que vayan a manejar el simulador de vuelco, en cumplimiento del art. 19 Ley 31/1995 Prevención Riesgos Laborales “Formación teórico-práctica”, así como que tengan información de los riesgos a los

que están expuestos y las responsabilidades que asumen, en cumplimiento del art. 18 Ley 31/1995 Prevención Riesgos Laborales “Información a los trabajadores”. Este manual y una adecuada formación van a hacer que los monitores dispongan de un buen conocimiento del simulador de vuelco y evitar accidentes.

Conclusiones

La finalidad del simulador de vuelco es que todos los usuarios se conciencien de la importancia que tiene llevar puesto el cinturón de seguridad siempre. Es responsabilidad del conductor que todos los pasajeros del vehículo se abrochen el cinturón, ya que en caso de choque frontal los ocupantes de las plazas traseras o salen expulsados o bien se van hacia delante empeorando notablemente las consecuencias para los ocupantes de las plazas delanteras. En esta prueba con el simulador de vuelco, al estar boca abajo, se aprecia la función del cinturón y al girar el vehículo simula a cámara lenta el vuelco de un vehículo.

Para poder llegar a disfrutar de este simulador de vuelco, hay que cumplir muchos requisitos legales, cuyo único fin es hacer totalmente seguro el uso del simulador de vuelco y anular la posibilidad de un accidente.

Bibliografía

- Guía técnica aplicación RD 1215/1997 “Equipos de trabajo”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Larburu Arrizabalaga, Nicolás. *Prontuario de máquinas*. Editorial Paraninfo.
- Casadevante F. *Seguridad en el trabajo*. Editorial Santillana.
- Manual sobre seguridad de las máquinas*. Aenor. 2004.

AUTOR

José Manuel Caracena Balbuena
jmcacarena@wanadoo.es

Ingeniero técnico industrial en Electricidad-electrónica por la EUTI de Valencia. Técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales, especialidades de Seguridad, Ergonomía y Psicología e higiene. Desde 1996 es responsable postventa y coordinador de prevención de riesgos laborales en una empresa aparatos elevación. Desde 2003 es profesor colaborador con centros autorizados por Industria en las áreas de electricidad, grúas, energía térmica y fotovoltaica, climatización y calefacción. Desde 2006, perito judicial colaborador con la Administración de Justicia de la Comunidad Valenciana en las áreas de seguridad laboral, maquinaria, instalaciones y medio ambiente.