

Control de la eficacia de frenado en vehículos de masa máxima admisible (MMA) mayor de 3500 kg



Antonio González-Carpena*
Felix Cesáreo Gómez-deLeón-Hijos*
Mariano Alarcón-García**

Ingeniero de Materiales
Dr Ingeniero Industrial
Dr. Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD DE MURCIA. Facultad de Informática* y Facultad de Química**. Campus de Espinardo – 30100 Murcia. Tfno: +34 868 887191. agoncar@um.es

Recibido: 10/09/2012 • Aceptado: 04/02/2013

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/5272>

CONTROL OF BRAKING EFFICIENCY IN THE VEHICLES OF MAXIMUM ALLOWABLE MASS (MAM) GREATER THAN 3500 KG

ABSTRACT

- In January 2012 Revision 7 of the Road Vehicles Inspection Manual came into force. The text of this Manual is based on Directive 2009/40/EC, amended by Directive 2010/48/EC, which modifies Annex II to the Directive, regarding technical inspections of motor vehicles and their trailers. It establishes, to measure the effectiveness of the service braking system of wheeled vehicles exceeding 3500 kg, that ISO 21069-1:2004 or any equivalent method shall be applied. Procedures described in the Standard were analysed in this paper with the aim to select the best one to be implemented in Vehicle Technical Inspection (VTI) test stations
- **Keywords:** Road Safety, ISO 21069, Brakes, Inspection, VTI.

RESUMEN

El 1 de Enero de 2012 entró en vigor la Revisión 7ª del *Manual de procedimiento de inspección*. En dicho manual se indica que para el cálculo de la eficacia de frenada se tendrá en cuenta la Masa Máxima Admisible del vehículo. Esta normativa obliga a que los vehículos de más de 3500 kg de MMA se presenten a inspección cargados. Después de un periodo de adaptación el 01 de Julio de 2012 se puso en marcha la citada normativa para vehículos de hasta 10.000 kg de MMA, siendo demorada esta puesta en marcha al 01 de Septiembre para vehículos de más de 10.000 kg. En el presente artículo se describen las adaptaciones necesarias para la puesta en marcha de la citada normativa y la problemática asociada a las mismas.

Palabras clave: Seguridad Vial, ISO 21069, Frenos, Inspección, ITV.

INTRODUCCIÓN

En junio de 2010 se publica la directiva 2010/48/CE [1] relativa a la inspección

técnica de los vehículos a motor y de sus remolques entrando en vigor antes del 31 de Diciembre de 2011. En el punto 1.2.2. de dicha directiva, referido a la eficacia de frenada, se indica literalmente: “Prueba en aparato estático de comprobación de frenos o, si no pudiera utilizarse por razones técnicas, una prueba en carretera empleando un decelerómetro registrador. Se deben inspeccionar los vehículos o remolques de masa máxima autorizada (MMA) superior a 3500 kg, de acuerdo con las normas dadas por la ISO 21069-1:2004 [3] o los métodos equivalentes”.

Según datos del Ministerio de Industria, durante el año 2010 se realizaron en España un total de 976.356 inspecciones de vehículos de MMA > 3500 kg, afectados por la citada normativa y cuya distribución por tipo de vehículo se puede observar en el Gráfico 1. Dicha norma establece que la prueba se debe realizar en vehículos cargados o bien simulando carga.

Se entiende por eficacia de frenado (E) la relación de las fuerzas de frenado con respecto a la masa máxima autorizada (MMA) o, si se trata de semirremolques, a la suma de las cargas por eje autorizadas.

INSPECCIONES AÑO 2010 POR TIPO VEHÍCULO

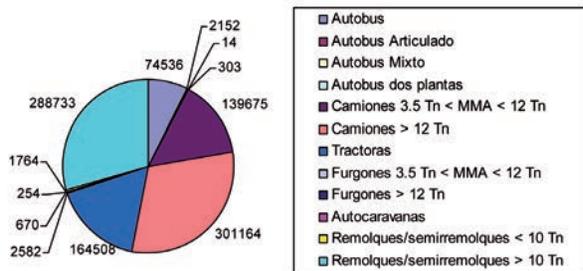


Gráfico 1: Número de inspecciones de vehículos MMA > 3500 kg realizadas en España durante el año 2010 por tipo de vehículo (Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minas)

Se calculará por la fórmula:

$$E = \frac{F}{MMA \times g} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

- E: Valor de la eficacia en %.
- F: Suma de todas fuerzas de frenado en Newtons (suma de las lecturas del frenómetro para todas las ruedas)
- MMA: Masa Máxima Autorizada del vehículo en kg (si se trata de semirremolques, suma de las masas máximas autorizadas por eje)
- g: Aceleración de la gravedad (aproximada a 9,8 m/s²)

Este dato de eficacia vendrá dado en tanto por ciento y es un valor indicativo del estado y actuación global del sistema de frenos del vehículo.

Existen una serie de vehículos que tienen dificultades para acudir a la estación de ITV cargados, como son los autobuses y autocares así como aquellos vehículos cuya carga pueda suponer peligros o molestias para el personal o usuarios de la estación ITV, concretamente se distinguirán los siguientes vehículos (Gráfico2):

NÚMERO VEHÍCULOS QUE NO SE PUEDEN INSPECCIONAR CARGADOS AÑO 2010

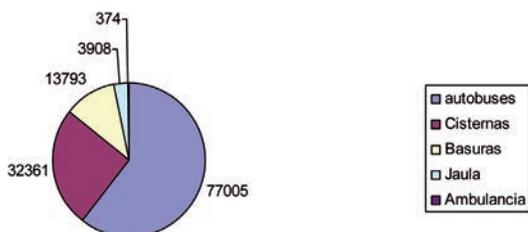


Gráfico 2: Número de inspecciones de vehículos MMA > 3500 kg realizadas en España durante el año 2010 que no pueden presentarse a inspección cargados (Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minas)

- Autobuses
- Vehículos de mercancías peligrosas
- Ambulancias
- Vehículos de transporte de animales
- Vehículos de recogida de basuras
- Por cuestiones operativas, los vehículos en inspección previa a la matriculación

En el presente artículo se analizan las alternativas para poder inspeccionar la eficacia de frenada de estos vehículos y otros vehículos que tienen dificultad para acudir a la inspección cargados.

2. SISTEMAS Y EQUIPOS EMPLEADOS

En este punto, en un primer apartado, expondremos los distintos sistemas de freno existentes en los vehículos industriales, puesto que dependiendo del sistema empleado por el vehículo se podrá aplicar o no la norma ISO 21069-1. Luego expondremos las particularidades de los vehículos industriales que afectan al cálculo de la eficacia de frenada con el vehículo descargado y por último daremos una breve descripción del equipo de medida de la frenada indicado en la citada norma.

2.1. SISTEMAS DE FRENADO EN LOS VEHÍCULOS INDUSTRIALES

2.1.1. Sistemas hidroneumáticos

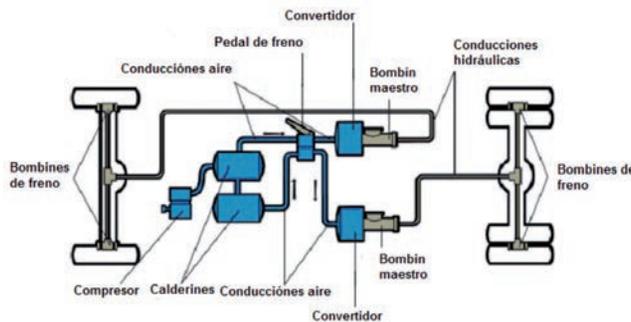


Figura 1: Esquema simplificado de sistema de frenado hidroneumático [4]

En los camiones de tonelaje medio (hasta 10000 kilogramos aproximadamente) se han generalizado las instalaciones hidroneumáticas, que son instalaciones mixtas con una base hidráulica y servo asistida neumáticamente con aire comprimido.

Para ello cuenta con los elementos típicos de una instalación hidráulica y con los de una instalación neumática que sirve de apoyo o asistencia. La fuerza final en las ruedas la efectúan bombines y receptores hidráulicos.

Los componentes principales de un circuito básico oleoneumático son:

- Un compresor de aire, accionado por el motor del vehículo, el cual suministra aire a presión que se

- acumula en un depósito a una determinada presión.
- Varios depósitos o calderines.
- Un convertidor oleoneumático, situado en el centro del camión y que contiene la bomba principal y el cilindro neumático de asistencia.
- Una válvula principal de frenado, accionada por el pedal de freno, que deja pasar el aire a presión hasta el correspondiente cilindro neumático de asistencia.
- El desplazamiento del émbolo del cilindro actúa directamente sobre el pistón de la bomba hidráulica de freno, pero con una fuerza amplificada imposible de obtener sin este método.
- La presión hidráulica generada llega hasta los receptores de las ruedas y frena el vehículo.

2.1.2. Sistemas neumáticos

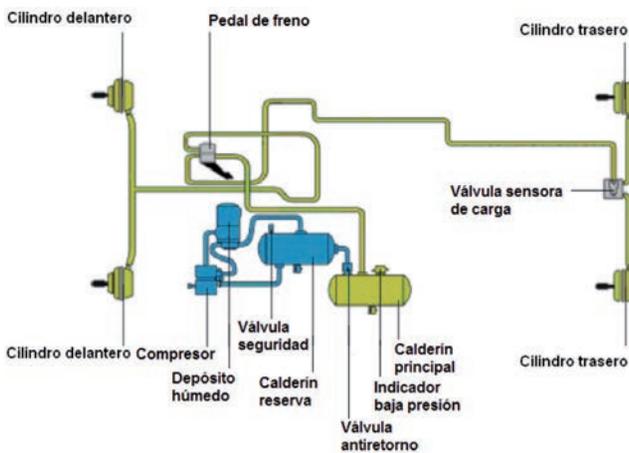


Figura 2: Esquema simplificado de sistema de frenado neumático [4]

Los sistemas neumáticos son los empleados exclusivamente en camiones pesados y de gran tonelaje. Utilizan el aire comprimido como medio de transmisión de fuerza.

Los componentes principales de un circuito básico de aire comprimido son:

- Un compresor de aire, accionado por el motor del vehículo, el cual suministra aire a presión que se acumula en un depósito a una determinada presión comprendida entre 8 y 12 kg/cm², dependiendo del camión y del sistema y que se regula por medio de una válvula de descarga.
- Una válvula de regulación de la presión en el circuito.
- Varios depósitos o calderines, con capacidad suficiente para suministrar aire a presión al circuito de frenos y a otros sistemas servo asistido que puedan instalarse en el vehículo. La presión del depósito viene indicada por un manómetro situado en el panel de instrumentos.
- Una válvula principal de frenado, accionada por el pedal de freno, que deja pasar el aire a presión hasta los cilindros de las ruedas.

- Una válvula de descarga rápida para eliminar automáticamente el aire contenido en los cilindros cuando cesa la acción de frenado.

La conexión de todos estos elementos se realiza a través de tuberías con tramos flexibles con objeto de canalizar el aire a los distintos puntos del circuito.

2.2. FACTORES QUE AFECTAN A LA EFICACIA DE FRENADA

La inspección periódica de los vehículos industriales tiene lugar en las condiciones en las que los usuarios presentan los vehículos. En la mayor parte de las ocasiones estos vehículos se presentan descargados o parcialmente cargados. Esto ocasiona que no se pueda establecer con precisión la fuerza de frenada máxima cuando se mide con el frenómetro, dado que las ruedas tienden a bloquear antes de llegar a la presión máxima de frenado.

Este problema se acentúa cuando se está midiendo la fuerza de frenada en el eje trasero cuando el vehículo viene descargado, dado que la fuerza de frenada depende de la carga estática que se le aplica a cada eje y del coeficiente de adherencia del neumático con el frenómetro.

La fuerza de frenada máxima de un vehículo se obtiene justo en el momento anterior al bloqueo de cada uno de los ejes, cuando el deslizamiento rodillo-neumático se sitúa en torno al 10-20% del deslizamiento máximo medido en la prueba (Figura 3), valor a partir del cual el frenómetro se para automáticamente.

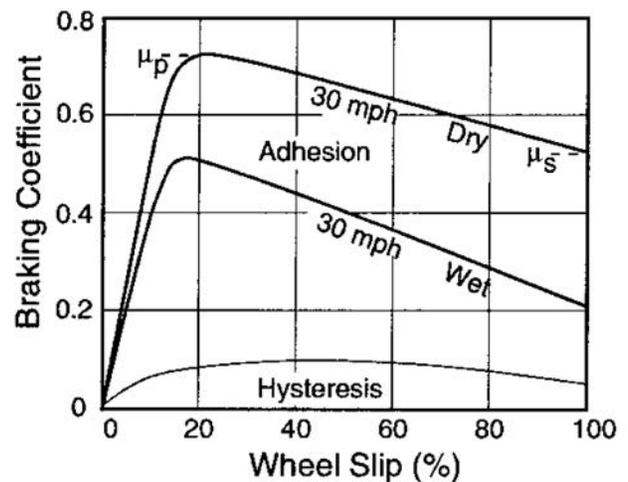


Figura 3: Coeficiente de frenada en función del deslizamiento [5]

Para evitar el bloqueo de las ruedas cuando el vehículo circula por la carretera, dado que el bloqueo de uno de los dos ejes reduce la fuerza de frenada sobre el mismo y puede provocar la pérdida de control del vehículo, se necesita de un diseño adecuado que prevea el bloqueo simultáneo de los ejes delanteros y traseros, aunque en la realidad se prefiere que el eje trasero tarde más en bloquearse que el delantero. Pero esto es difícil de conseguir en todos los vehículos y

sobre todo en los vehículos industriales donde, además de la transferencia de carga que se produce en el momento de la frenada desde el eje trasero al delantero, hay que tener en cuenta la gran variedad de condiciones de carga que se pueden presentar.

Para solucionar este problema en la práctica se emplean dos procedimientos:

- Las llamadas válvulas de proporcionalidad con sensores de carga, que se instalan en los ejes y que perciben las condiciones de carga y ajustan la proporción del freno de forma adecuada en función de la carga del eje.
- Los sistemas ABS.

La válvula limitadora de frenado en función de la carga (ALB, en alemán, o LSV, en inglés), no es obligatoria cuando los vehículos llevan ABS porque la función de evitar el bloqueo la ejerce mejor el ABS que la propia válvula.

Otra cosa es que técnicamente sea aconsejable, puesto que en condiciones de poca carga la válvula, que se encarga de limitar la presión de aire en los circuitos, impide que la rueda descargada bloquee y se evita que el ABS entre en funcionamiento.

Si no hay válvula, incluso en asfalto seco y con buena adherencia, prácticamente en cada frenada en vacío las ruedas bloquean y el ABS se ve obligado a actuar, lo que implica un alto gasto de aire comprimido de los depósitos y un desgaste muy alto de neumáticos, puesto que aunque el ABS actúe, en cada ciclo de actuación va arrastrando el neumático contra el asfalto, ocasionando un desgaste acelerado del mismo.

Otros países, como por ejemplo Inglaterra, aplican estrictamente la norma y no ponen ALB si hay ABS, pero en otros como España se siguió la costumbre de mantener la válvula ALB incluso con ABS, cosa que es muy aconsejable para el comportamiento del vehículo.

En los vehículos que disponen solamente de ABS este sistema no afecta a los métodos de simulación de frenada, dado que por requerimientos normativos este no actúa por debajo de los 15 km/h, velocidad mucho mayor que a la que se realiza la prueba de frenada en ITV.

No ocurre lo mismo con los vehículos que disponen de válvula ALB que sí se ven afectados debido al modo de actuación que tiene esta válvula, cuya misión es regular la presión del aire que llega a los cilindros de freno en función de la carga del vehículo, el modo de funcionamiento de esta válvula es diferente en vehículos con suspensiones de ballesta y vehículos con suspensiones neumáticas.

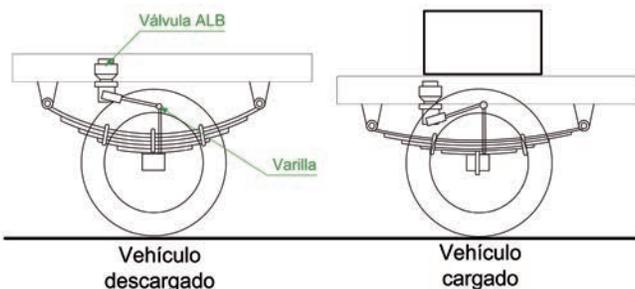


Figura 4: Válvula ALB en vehículos con suspensión mecánica

2.2.1. Suspensión mecánica (ballestas)

En los vehículos de ballesta, la válvula va montada en el bastidor y lleva una varilla que apoya en el eje motor y en el caso de los semirremolques, sobre el segundo eje.

Cuando la ballesta pierde parte de su curvatura por efecto de la carga, la varilla actúa sobre la válvula aumentando la presión de aire que envía a las cámaras de freno.

2.2.2. Suspensión neumática

En los vehículos de suspensión neumática (Figura 5), la altura (A) del bastidor (5) tiende a mantenerse constante, de manera que cuando se carga el vehículo y el diapres (6) se comprime, se acciona la válvula de control de nivel (2) por medio del varillaje (1) sujeto al soporte de la suspensión (3) y el eje (4) que automáticamente aumenta la presión en el interior del diapres (6) hasta alcanzar la altura de marcha. Este aumento de presión se utiliza para accionar la válvula correctora de frenada.

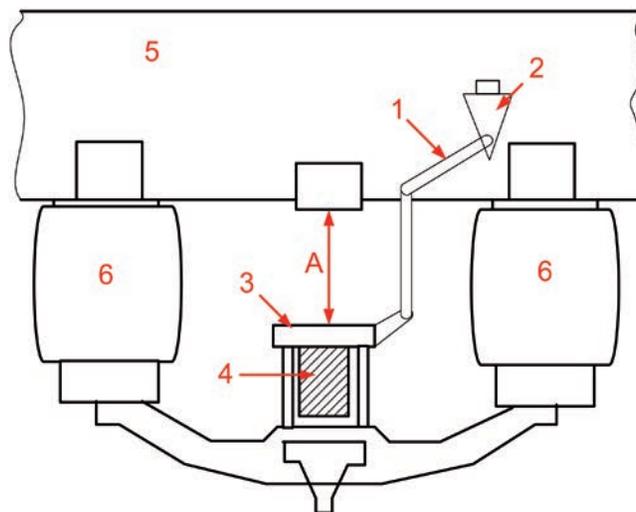


Figura 5: Válvula de Control de Nivel en vehículos con suspensión neumática

2.3. EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE LA FUERZA DE FRENADA

Los frenómetros de rodillos son los equipos necesarios para realizar la inspección de los vehículos según la norma ISO 21069-1. Consisten en dos pares de rodillos sobre los cuales se colocan las ruedas de un mismo eje durante el ensayo, midiendo la fuerza de frenado producida por los neumáticos mientras giran en los mismos.

Los frenómetros se fabrican en una gran cantidad de tamaños en función de las cargas por eje admisibles. Normalmente un frenómetro para vehículos industriales debe ser capaz de funcionar con unas masas por eje de 13.000 kg. En función de la carga máxima admisible en el frenómetro se calcula la fuerza de frenada máxima que se puede obtener en cada rueda que viene dada por:

$$F = \frac{1}{2} m \cdot g \cdot \mu \quad (2)$$

Donde:

- m = carga máxima por eje en kg.
 - $g = 10 \text{ m/s}^2$.
 - μ = coeficiente de adherencia neumático-frenómetro.
- Además tendrá las siguientes características:
- El diámetro de los rodillos debe ser al menos de 200 mm, excepto en los frenómetros superficiales (sin cimentación) donde el diámetro podrá ser de 150 mm.
 - La longitud de cada rodillo deberá ser al menos de 900 mm.
 - La distancia entre los rodillos debe de estar entre 530 y 1300 mm.
 - Para obtener una mayor fuerza de frenada se admite que el rodillo trasero esté elevado entre 40 y 100 mm
 - El coeficiente de adherencia con el rodillo cuando los neumáticos estén en buenas condiciones será de al menos 0,7 en seco y 0,5 en mojado, aunque la adherencia real se vea reducida por la separación entre los rodillos.
 - Los rodillos deberán ponerse en marcha automáticamente cuando el vehículo permanezca más de tres segundos sobre ellos.
 - Se producirá la parada automática de los rodillos cuando el deslizamiento entre el rodillo y el neumático alcance el $27\% \pm 3\%$.
 - El rodillo se parará automáticamente cuando el vehículo abandone el frenómetro y no se pondrá en marcha si los dos rodillos no están cargados simultáneamente.
 - La velocidad de los rodillos estará entre un mínimo de 2 km/h y un máximo de 6 km/h.

3. PROPUESTAS PARA MEDIR LA EFICACIA DE FRENADA CON EL VEHICULO DESGARGADO

Según la norma ISO 21069-1, para calcular la eficacia de frenada se pueden utilizar dos procedimientos: el primero consiste en realizar una extrapolación en base a la fuerza de frenado indicada en el frenómetro y la presión de aire a la que se obtiene. El segundo consiste en aplicar una carga simulada sobre el vehículo o sobre el eje que se está midiendo consiguiendo así el efecto de vehículo cargado. Los dos procedimientos pueden usarse al mismo tiempo.

DISTRIBUCIÓN PARQUE VEHÍCULOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA

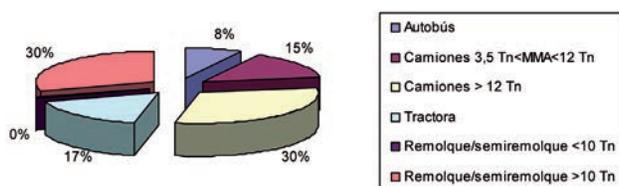


Gráfico 3: Parque de vehículos industriales (Fuente: Junta de Andalucía).

3.1. MÉTODO DE EXTRAPOLACIÓN

Este método es aplicable solamente a los vehículos que disponen de un sistema neumático de frenado y parte de la suposición de que las fuerzas de frenado se incrementan proporcionalmente con la presión de aire. Es decir, no puede aplicarse a los vehículos con sistema de frenado hidroneumático que son prácticamente todos los vehículos comprendidos entre 3500 y 12.000 kg, que corresponde aproximadamente con el 15 % del parque de vehículos industriales que existen en España (Gráfico 3).

Para utilizar este método habrá que disponer de manómetros con una resolución de $\pm 10 \text{ kPa}$ y se utilizarán las tomas de ensayo de presión (Figura 6) disponibles en los vehículos industriales que deberán corresponderse con los indicados en la norma ISO 3584:1984 [7] que especifica las características que deben de cumplir los puntos de medida en el circuito de aire a presión. Estos conectores deberán estar accesibles e identificados y se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los puntos de toma de presión deberán estar tan próximos a la rueda como sea posible y no deberá existir ninguna válvula estranguladora (p.e. la válvula ALB) entre el punto de toma de presión y la rueda del eje que se está midiendo.
- Solamente se podrá medir la presión de frenada lejos de la rueda, por ejemplo en el acoplamiento de aire de los semirremolques, si la válvula ALB puede puentearse o abrirse completamente. En este caso, deberá tenerse en cuenta cualquier válvula que incremente la presión existente entre el acoplamiento y la rueda.
- Hay que medir la fuerza de frenado y su correspondiente presión de aire en cada uno de los ejes justo antes de que las ruedas se bloqueen. Hay que intentar obtener la mayor presión de aire posible. Como norma general, si no se alcanza al menos un tercio de la presión máxima de diseño, o como mínimo los dos bares de presión, el método de extrapolación no es preciso.

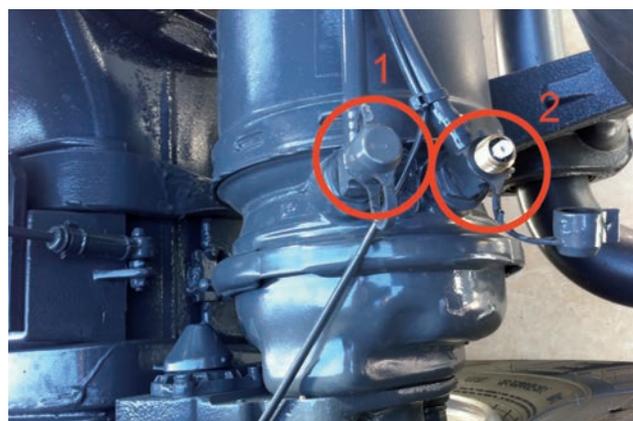


Figura 6: Tomas de presión en pulmón de freno eje trasero en un vehículo industrial nuevo

Para calcular la eficacia de frenado se utilizará el método de extrapolación de uno ó dos puntos según lo indicado en la

ISO 21069 puntos 4.3.2. y 4.3.3. (Figura 7), entendiéndose como punto el par presión de aire en la toma de presión - fuerza de frenada indicada en el frenómetro. Preferiblemente, se deberá utilizar un software que registre simultáneamente la fuerza de frenada y la presión de aire.

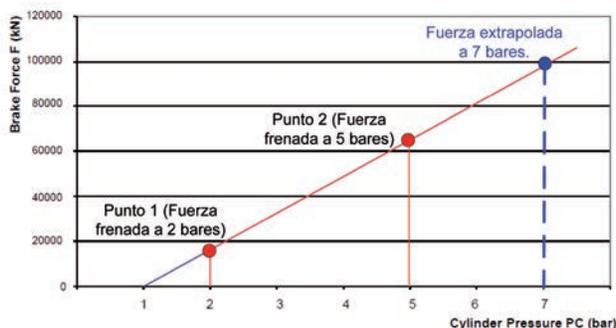


Figura 7: Método extrapolación de dos puntos según ISO 21069-1

Las fuerzas de frenada obtenidas y su correspondiente presión de actuación se podrán comparar con fuerzas de frenada de referencia suministradas por el fabricante del vehículo (Tabla 1). En caso de que estas fuerzas de frenada sean suficientes para obtener la eficacia para el vehículo cargado no será necesario hacer extrapolación.

Dimensión de neumático	Presión de cilindro (P) kPa							
	100	150	200	300	400	500	600	700
11 R22,5	5500	9400	13200	21100	29400	38000	46700	55800
12 R22,5	5400	9100	12800	20500	28500	36800	45200	54000
13 R22,5	5200	8800	12400	19700	27500	35500	43600	52100
495/45 R22,5	5700	9700	13600	21800	30300	39200	48200	57500
385/55 R22,5	5800	9900	13900	22300	31000	40100	49200	58800
295/60 R22,5	6300	10600	15000	24000	33300	43100	52900	63200

Fuente: Volvo Trucks

Tabla 1: Fuerza de freno por eje en newton, incluso resistencia a la rodadura. Vehículos Volvo FM y FH con frenos de disco TBRA-D37 (ELSA195A)

De todas formas, para prevenir un bloqueo prematuro de las ruedas sobre el frenómetro, es aconsejable que los vehículos se presenten a inspección parcial o totalmente cargados o utilizar métodos de simulación de carga. El bloqueo prematuro de las ruedas puede ocurrir sobre todo cuando llueve y los rodillos del frenómetro están húmedos, en estos casos habría que aplicar un “factor corrector” para evitar rechazar vehículos que tienen suficiente fuerza de frenada.

Este método tiene las siguientes ventajas:

- Se puede utilizar para todo tipo de vehículos independientemente del número de ejes.
- Abarca a la mayor parte del parque de vehículos industriales pesados.
- Se puede utilizar en vehículos con válvula ALB.

Y los siguientes inconvenientes:

- Sólo se puede utilizar en vehículos con instalación puramente neumática (mayores de 10.000 kg de MMA)
- En la mayoría de los casos supone algo de costo para el propietario del vehículo al tener que colocar accesibles las tomas de presión.
- Hay que invertir en la adaptación del software de los frenómetros de las estaciones ITV.
- En algunos vehículos hay que simular carga para alcanzar los 2 bares de presión por alguno de los métodos que se describen más adelante.

3.2. MÉTODO DE SIMULACIÓN

Se puede simular carga de tres maneras, elevando los ejes, tirando de ellos o tirando del chasis.

3.2.1. Simulación por elevación del eje

Consiste en elevar el eje que se está ensayando por medio de un sistema hidráulico conectado al frenómetro de prueba (Figura 8).

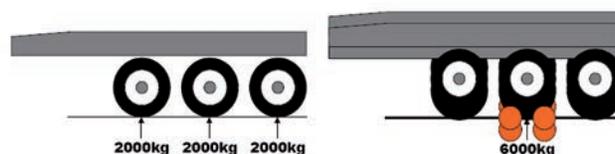


Figura 8: Simulación por elevación

Este método tiene las siguientes ventajas:

- Rápido de utilizar.
 - No hay necesidad de manipular el vehículo.
 - No supone costo alguno para el propietario del vehículo.
- Y los siguientes inconvenientes:
- Solo es útil en vehículos con más de dos ejes. En vehículos de dos ejes el efecto que se consigue es el contrario, dado que se descarga el eje que se está elevando.
 - En los vehículos con un ratio TARA/MMA muy bajo, no se alcanza los 2/3 de la carga, valor a partir del cual se considera que el vehículo está suficientemente cargado para alcanzar la eficacia máxima.
 - Cuando se utiliza conjuntamente con el método de extrapolación para elevar la presión de aire a más de

dos bares, en los vehículos con válvula ALB, en caso de vehículos de suspensión mecánica, sólo funciona cuando se eleva el eje que acciona la varilla de la válvula sensora de carga, en caso de elevar los otros ejes se disminuye dicha presión.

- Lo mismo sucede en los vehículos con suspensión neumática provistos de válvula ALB.
- Hay que invertir en sistemas de elevación para las estaciones ITV.

3.2.2. Simulación tirando del eje

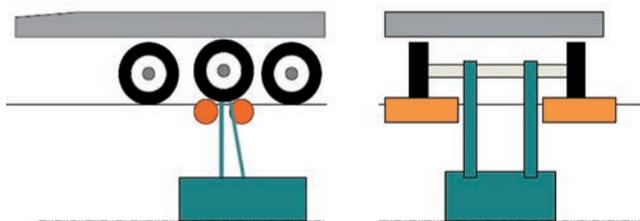


Figura 9: Simulación tirando del eje

Este método tiene las siguientes ventajas:

- No supone costo alguno para el propietario del vehículo.
- Se puede utilizar para todo tipo de vehículos de dos y más ejes.
- Se puede graduar la carga que hay que aplicar al vehículo pudiéndose alcanzar la MMA máxima en cada eje.

Y los siguientes inconvenientes:

- Es lento de utilizar.
- Hay que manipular el vehículo.
- No sirve para vehículos con válvula ALB.
- Hay que invertir en sistemas de tiro para las estaciones ITV.

3.2.3. Simulación tirando del chasis



Figura 10: Simulación tirando del ala del bastidor

Este es el método que más se asemeja a vehículo cargado, debido a que hace actuar a la válvula ALB en todas las ocasiones. Se puede hacer de dos maneras:

Tirando del ala del chasis (Figura 10), para lo que es necesario retirar de la misma todas las conducciones eléctricas y neumáticas que aprovechan este espacio para recorrer toda la longitud del vehículo.

Tirando de los anclajes para transporte marítimo de corta distancia que tienen algunos vehículos (Figura 11).



Figura 11: Simulación tirando de los anclajes para transporte marítimo

Este método tiene las siguientes ventajas:

- Se puede utilizar para todo tipo de vehículos de dos y más ejes.
- Se puede graduar la carga que hay que aplicar al vehículo, pudiéndose alcanzar la MMA máxima en cada eje.
- Se puede utilizar en vehículos con válvula ALB.

Y los siguientes inconvenientes:

- En el sistema de tiro del ala hay que manipular el vehículo para colocar las grapas de tiro.
- Supone algo de costo para el propietario del vehículo al tener que colocar los anclajes para el tiro.
- Es lento de utilizar.
- Hay que invertir en sistemas de tiro para las estaciones ITV.
- Posibilidad de dañar el bastidor del vehículo si se tira de sitios inadecuados.

4. DISCUSIÓN

La Directiva 2009/40/CE [2], de 6 de mayo, relativa a la inspección técnica de vehículos a motor y sus remolques, expresa en su considerando número (4), que la inspección técnica: "debe ser relativamente simple, rápida y barata".

En base a estas premisas se proponen los siguientes métodos para efectuar la prueba de eficacia de frenada en las estaciones ITV.

4.1. EL MÉTODO DE EXTRAPOLACIÓN

Es un método válido para vehículos de más de 10.000 kg de MMA, que corresponde a la mayor parte del parque de vehículos industriales del estado Español. Faltaría por solucionar el problema de las tomas de presión para que el procedimiento cumpla con las prescripciones del manual y de la directiva.

La normativa obliga a que los vehículos tengan un mínimo de dos tomas de prueba en cada uno de los componentes del sistema neumático y lo más próximas posibles a este. Esto ocasiona que los vehículos con sistemas neumáticos de frenado dispongan de múltiples tomas de prueba repartidas a lo largo de todo el chasis del vehículo, además cada fabricante las coloca en un sitio distinto, lo que dificulta su

localización e identificación a no ser que se disponga de la información del fabricante referida al vehículo concreto que se está inspeccionando. En la Figura 12 podemos comprobar un pulmón de frenado que no dispone de tomas de presión, al contrario que el mostrado en la Figura 6 que dispone de dos.



Figura 12: Pulmón de freno sin toma de presión

Si a esto le unimos que muchas tomas se encuentran en un estado de conservación deficiente (Figura 13), lo que ocasiona dificultades en su manipulación y posibilidad de averías que pueden dar lugar a fugas de aire comprimido y que una vez carrozado el vehículo muchas de estas tomas se vuelven difícilmente accesibles por interferencias con la carrocería (Figura 14), nos encontramos con problemas para la conexión de los manómetros para hacer extrapolación. Es por ello que algunos fabricantes ya ofrecen sus vehículos con las tomas de presión de prueba accesibles e identificadas (Figura 15 y 16).



Figura 13: Toma de presión deteriorada



Figura 14: Tomas de presión difícilmente accesibles



Figura 15: Camión (tomas de presión centralizadas e identificadas)



Figura 16: Autobús (tomas de presión centralizadas e identificadas)

En el caso de que el vehículo no disponga de tomas de presión de prueba accesibles e identificadas, deberá procederse a la adaptación de las mismas; para ello bastará con instalar unos manguitos alargadores que vayan desde las tomas situadas en los cilindros de cada eje hasta uno de los laterales del vehículo (Figuras 15 y 16). Como quiera que no se produce ninguna modificación de la instalación neumática de frenos no se considera reforma, por lo que no hay que proceder a su regularización.

4.2. EL MÉTODO DE SIMULACIÓN

Partiremos de la simulación tirando del bastidor del vehículo, debido a que, como se ha indicado anteriormente, es el que abarca todo el parque de vehículos industriales, tanto con sistemas neumáticos como oleoneumáticos, con válvula ALB y sin ella.

En primer lugar haremos una breve descripción de los sistemas de sujeción de las carrocerías al bastidor aceptados por todos los fabricantes de vehículos, para posteriormente proponer, en base a estos sistemas, un método de sujeción de plantillas perforadas para poder facilitar el tiro del mismo.

A la hora de carrozar un vehículo industrial, el carrocerero coloca un bastidor auxiliar, cuya misión principal es distribuir la carga uniformemente sobre el bastidor del vehículo. Este falso bastidor se ancla por medio de pletinas o escuadras distribuidas a lo largo del mismo. Existen dos tipos de fijaciones, elásticas (Figura 17) y rígidas

(Figura 18), siendo las rígidas las que se colocan preferentemente en la parte trasera del vehículo (Figura 19).

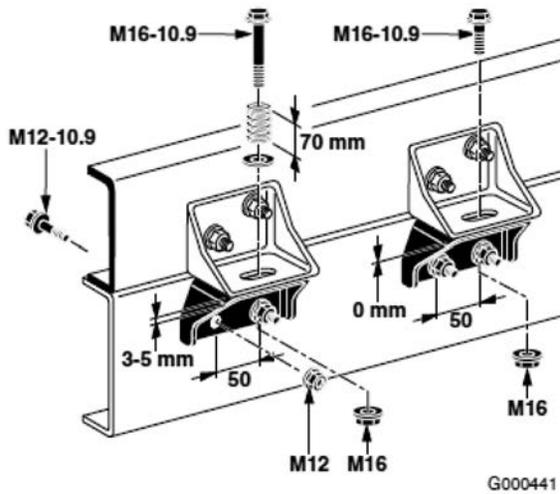


Figura 17: Fijaciones elásticas [8]

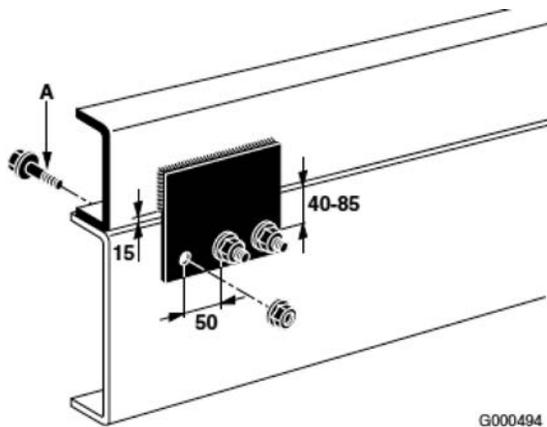


Figura 18: Fijaciones rígidas [8]

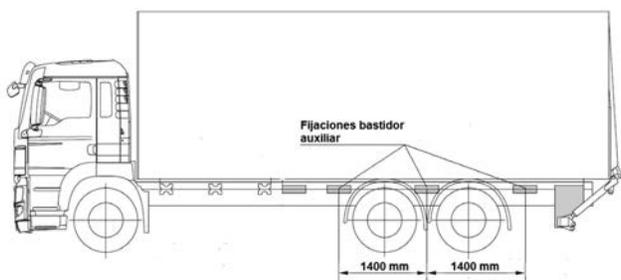


Figura 19: Fijación de la carrocería al chasis [8]

Se propone en este artículo que para poder utilizar este sistema, se coloquen o sustituyan algunas de estas fijaciones por otras especialmente adaptadas para permitir la simulación de carga del vehículo (Figura 20).

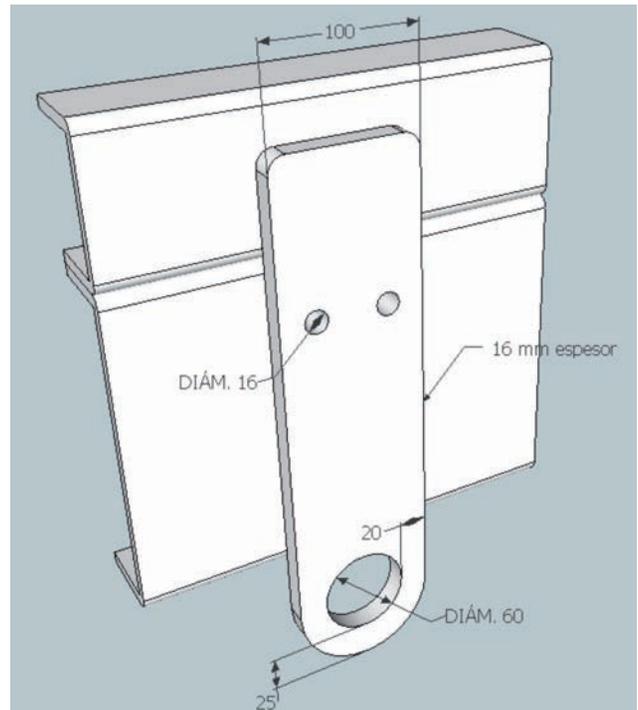


Figura 20: Propuesta de placa de tiro

Estas placas irían soldadas o atornilladas preferentemente al falso bastidor y deben de ser capaces de resistir una fuerza de tracción de 4000 kg como máximo por cada placa. Dicha fuerza de tracción será la que se emplee para el cálculo del equipo de tiro necesario, limitando la fuerza de tiro del mismo a estos 4000 kg para evitar posibles daños en el bastidor del vehículo.

En función de la forma de colocación sobre el bastidor principal se pueden dar los siguientes casos:

Sistema de sujeción	Reforma
Se debe de taladrar el bastidor original del vehículo para colocar las placas de tiro atornilladas o hay que soldarlas al mismo	Si
Se tiene que modificar algún sistema del vehículo para poder colocar las placas (soportes de ballesta, sistema de freno o suspensión, ..)	Si
Se utilizan los agujeros existentes para su colocación	No
Se puede soldar directamente al falso bastidor sin necesidad de atornillar	No

En caso de ser tipificado como reforma se deberá proceder a su regularización en la Estación ITV previo informe del laboratorio o del fabricante del chasis cabina.

En función de la fuerza que sea necesaria para llegar a la MMA, será necesario colocar más o menos placas de anclaje. Estas se deberán colocar lo más cerca posible de los ejes traseros, dado que normalmente el eje delantero ya está suficientemente cargado. Preferentemente se colocarán

centrados sobre el eje a una distancia de entre 1350 y 1400 mm entre ellos, que correspondería a la distancia entre ejes más común de los ejes de los semirremolques (Figura 21).

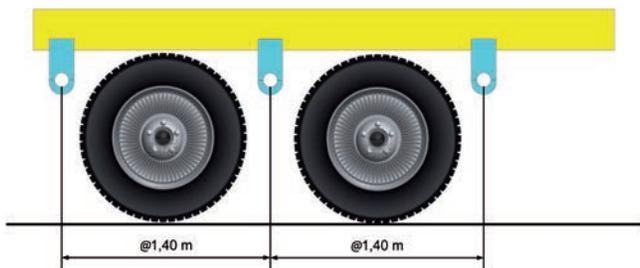


Figura 21: Colocación de la placa de tiro

5. CONCLUSIÓN

En base a lo anteriormente expuesto, para poder inspeccionar todos los vehículos industriales sin carga se propone el siguiente procedimiento, el cual combina dos procedimientos ya existentes el método de extrapolación indicado por la norma ISO 21069-1 junto con el método de simulación de carga por tiro en el chasis.

El método de extrapolación, es válido para los vehículos con sistema de frenado exclusivamente neumático, con este método se cubriría todo el parque de vehículos industriales de más de 10.000 kg de MMA. Se puede utilizar el método de extrapolación de un punto, con el primer punto fijo en unos valores previamente legislados o el de dos puntos, para utilizar el método de los dos puntos se hace imprescindible el método de simulación de carga a efectos de conseguir que los dos puntos estén lo más separados posibles, tomando por tanto un punto con el camión descargado sin simulación de carga y el otro punto con simulación, siendo este último método el más aconsejable.

Es en los vehículos comprendidos entre los 3500 kg y los 10.000 kg de MMA donde el método de simulación con placas de tiro es el único válido, al disponer la mayoría de estos vehículos de un sistema de frenado oleoneumático, siendo la única alternativa viable actualmente para permitir a estos vehículos acudir descargados a la inspección técnica de vehículos.

Este último método también se podría utilizar para vehículos de más de 10.000 kg de MMA, aumentando el número de puntos de anclaje y sus correspondientes puntos de tiro.

Por último, hará falta un estudio pormenorizado e individualizado de cada uno de los bastidores de camión a los que se les instalan los puntos de anclaje, a efectos de conseguir una distribución de esfuerzos lo más uniforme posible que asegure que estos no van a ser dañados durante la realización de la prueba, además de proceder al diseño y ejecución del equipo necesario para efectuar el tiro del mismo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Unión Europea. Directiva 2010/48/EC de 5 de Julio de 2010, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 2009/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la inspección técnica de los vehículos a motor y de sus remolques. *Diario oficial de la Unión Europea*, 8 de Julio de 2010, L 173/47.
- [2] Unión Europea. Directiva 2009/40/EC de 6 de Mayo de 2009 relativa a la inspección técnica de los vehículos a motor y de sus remolques. *Diario oficial de la Unión Europea*, 6 de Junio de 2009, L 141/12.
- [3] International Organization for Standardization (ISO). *Road vehicles -- Test of braking systems on vehicles with a maximum authorized total mass of over 3,5 t using a roller brake tester -- Part 1: Pneumatic braking systems*. ISO 21069-1. First edition. Switzerland: ISO 2004.
- [4] Department of Public Safety of New Brunswick. *Air Brake Manual*. Canada. New Brunswick: 2010. 79 p. ISBN: 1-55396-034-3.
- [5] Meyer WE, Kummer HW. *Mechanics of Force Transmission between Tire and Road*. Society of Automotive Engineers. 1962. Paper No 620407 (490A). p18.
- [6] Comunidad Económica Europea. Directiva 71/320/CEE del Consejo, de 26 de julio de 1971, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y de sus remolques. *Diario oficial de la Unión Europea*. 6 de Septiembre de 1971 L 202.
- [7] International Organization for Standardization (ISO). *Road vehicles -- Pressure test connection for compressed-air pneumatic braking equipment*. ISO 3584. First edition. Switzerland: ISO 1984
- [8] DAF Trucks. N.V. *Instrucciones para el carrozado DAF LF, CF y XF105*. Holanda: Marzo 2008. 373 p.