



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 la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en <https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>

Reglamento n.º 179 de las Naciones Unidas. Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos ligeros por lo que respecta a la medición en laboratorio de las emisiones de los frenos [2026/1044]

Fecha de entrada en vigor: XX de septiembre de 2026 (pendiente de confirmación)

El presente documento tiene valor meramente informativo. El texto auténtico y jurídicamente vinculante es el siguiente: ECE/TRANS/WP.29/2026/36

ÍNDICE

Reglamento

1. Ámbito y aplicación
2. Abreviaturas y símbolos usados
3. Definiciones
4. Solicitud de homologación
5. Homologación
6. Marcado
7. Requisitos generales
8. Consideraciones generales
9. Modificación y extensión de la homologación de tipo
10. Conformidad de la producción
11. Sanciones por falta de conformidad de la producción
12. Cese definitivo de la producción
13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
14. Disposiciones especiales

Anexos

1. Ficha de características
 - Apéndice 1: Acta de ensayo de la familia de emisiones por esquina de freno
 - Apéndice 2: Acta de ensayo del coeficiente de reparto de frenado por fricción (factor c) individual (repítase según proceda para cada medición individual)
 - Apéndice 3: Acta de demostración de la conformidad del tipo de vehículo
2. Comunicación
3. Disposición de la marca de homologación
4. Procedimiento de ensayo de emisiones de los frenos
 - Apéndice 1: Eventos del ciclo de frenado WLTP
 - Apéndice 2: Eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP
5. Método para medir y calcular los coeficientes de reparto de frenado por fricción específicos de los vehículos

1. Ámbito y aplicación

El presente Reglamento se aplica a los vehículos de las categorías M₁ y N₁ que utilizan el frenado por fricción, que combina materiales de fricción seca y un disco o tambor de freno complementario, o que utilizan algún tipo de frenado por fricción en servicio.

A petición del fabricante, también podrá concederse la homologación a los vehículos de la categoría N₂ de entre 3,5 y 5 toneladas de masa máxima modificados a partir de un tipo de vehículo de la categoría N₁.

2. Abreviaturas y símbolos usados

2.1. Abreviaturas

En el cuadro 1 figura una lista de las abreviaturas que se utilizan en el presente Reglamento, con una breve descripción y la unidad de cada abreviatura (en su caso).

Cuadro 1

Abreviaturas

Abreviatura	Definición	Unidad
ABT	Temperatura media del freno durante el trayecto #10	°C
BDD	Diámetro del tambor de freno	mm
BRO	Alabeo del freno	µm
DM	Masa del disco antes del ensayo	kg
DOP	Diociltalato	-
CEPE	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas	-
FE	Factor de emisión	-
EN	Norma europea (norma técnica europea)	-
FA	Eje delantero del vehículo	-
FAF	Distribución de la fuerza de frenado del eje delantero	%
FBT	Temperatura final del freno al finalizar el evento de frenado	°C
VEPC	Vehículo eléctrico con pila de combustible	-
VHPC	Vehículo híbrido con pila de combustible	-
VPC	Vehículo con pila de combustible	-
H13	Filtro de aire de elevada eficacia con una eficacia de filtrado mínima del 99,95 %	-
HEPA	Filtro de partículas de alta eficacia	-
IBT	Temperatura inicial del freno al inicio del evento de frenado	°C
ICE	Motor de combustión interna	-
IPDR	Índice de diferencia de potencia inercial	%
IPDW	Trabajo por diferencia de potencia inercial	J/kg
IR	Relación isocinética	-
IWR	Índice de inercia	%
L0-P	Dispositivo de fijación de freno de tipo poste con conexión para el cubo de la rueda	-
L0-U	Dispositivo de fijación de freno de tipo universal sin conexión para el cubo de la rueda	-
LHC	Esquina izquierda del vehículo	-

Abreviatura	Definición	Unidad
MRO	Masa en orden de marcha	kg
MVL	Carga máxima del vehículo	kg
VHPC-SCE	Vehículo híbrido de pilas de combustible sin carga exterior	-
VEH-SCE	Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior	-
VEH-SCE Cat. 0	Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 0	-
VEH-SCE Cat. 1	Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 1	-
VEH-SCE Cat. 2	Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 2	-
OD	Diámetro exterior del disco/tambor	mm
ODS	Hoja de cálculo formato OpenDocument	-
VHPC-CCE	Vehículo híbrido de pilas de combustible con carga exterior	-
VEH-CCE	Vehículo eléctrico híbrido con carga exterior	-
VEP	Vehículo eléctrico puro	-
Plano A	Plano vertical alineado con la entrada de la carcasa	-
Plano A ₁	Nivel horizontal alineado con el eje de rotación del freno y el eje del conducto	-
Plano B	Plano vertical al final de la transición del conducto de entrada a la sección central de la carcasa, perpendicular al eje del conducto	-
Plano C	Plano vertical tangencial al freno más grande para la categoría de vehículos homologada M ₁ o N ₁ , perpendicular al eje del conducto	-
Plano D	Plano vertical alineado con el eje de rotación del freno	-
PND1	Primer dispositivo de dilución del número de partículas suspendidas	-
PND2	Segundo dispositivo de dilución del número de partículas suspendidas	-
PAO	Polialfaolefina	-
PBT	Temperatura máxima del freno en el evento de frenado	°C
PCRF	Factor de reducción de la concentración de partículas suspendidas	-
PM	Masa de partículas depositadas	mg
PM _{2,5}	Masa de partículas depositadas correspondiente a aerosoles con un diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm	mg
FE _{ref} PM _{2,5}	Factor de emisión de referencia de PM _{2,5} del freno sometido a ensayo antes de aplicar el coeficiente de reparto de frenado por fricción	mg/km
FE PM _{2,5}	Factor de emisión final de PM _{2,5}	mg/km
PM ₁₀	Masa de partículas depositadas correspondiente a aerosoles con un diámetro aerodinámico inferior a 10 µm	mg
FE _{ref} PM ₁₀	Factor de emisión de referencia de PM ₁₀ del freno sometido a ensayo antes de aplicar el coeficiente de reparto de frenado por fricción	mg/km
FE PM ₁₀	Factor de emisión final de PM ₁₀	mg/km
PN	Número de partículas suspendidas	#

Abreviatura	Definición	Unidad
PNC	Contador del número de partículas suspendidas	-
PSA	Superficie de la pastilla	cm ²
PTFE	Politetrafluoroetileno	-
PTT	Tubo de transferencia de partículas suspendidas	-
RA	Eje trasero del vehículo	-
RAF	Distribución de la fuerza de frenado del eje trasero	%
SAEER	Sistema de acumulación de energía eléctrica recargable	-
RH	Humedad relativa	%
RHC	Esquina derecha del vehículo	-
RMSSE	Error cuadrático medio de la velocidad	km/h
SH	Humedad específica	mg H ₂ O/kg de aire seco
SPN10	Concentración del número de partículas suspendidas sólidas superior a 10 nm	#/cm ³
FE _{ref} SPN10	Factor de emisión de referencia de SPN10 del freno sometido a ensayo antes de aplicar el coeficiente de reparto de frenado por fricción	#/km
FE SPN10	Factor de emisión final de SPN10	#/km
SAE	Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros de la Industria Automovilística)	-
ETE	Error típico de estimación	-
ULPA	Filtro de aire de partículas ultrapequeñas	-
VPR	Eliminador de partículas suspendidas volátiles	-
WLTP	Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (procedimiento de ensayo de vehículos ligeros armonizado a nivel mundial)	-

2.2. Símbolos

En el cuadro 2 figura una lista de los símbolos que se utilizan en el presente Reglamento, con una breve descripción y la unidad de cada símbolo.

Cuadro 2

Símbolos

Símbolo	Definición	Unidad
a	Ángulo de transición de la carcasa del freno	°
a ₁	Distancia mínima entre las sondas de muestreo	mm
a ₂	Distancia mínima entre las sondas de muestreo y las paredes del túnel	mm
a	Desaceleración	m/s ²
a _{ref}	Valor de consigna de aceleración del ciclo de ensayo	m/s ²
A _{1...3}	Parámetros para las temperaturas buscadas	°C
b	Índice del freno (FL: delantero izquierdo, FR: delantero derecho, RL: trasero izquierdo, RR: trasero derecho)	-
B _{1...3}	Parámetros para las temperaturas medidas	°C
C _{1...3}	Parámetros para la diferencia de temperatura entre los valores buscados y los valores medidos	°C

Símbolo	Definición	Unidad
$C_{e,b}$	Relación par/potencia de cada freno b que convierte la potencia de frenado medida en par de frenado	N·m/W
$C_{p,b}$	Relación par/presión del freno b considerado	N·m/kPa
C^*	Promedio por distancia de la eficacia de los frenos de tambor (factor de frenado interno)	-
c	Coefficiente de reparto de frenado por fricción (específico del vehículo)	-
c_{alt}	Coefficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo medido mediante el método alternativo	-
$c_{trip\#10}$	Coefficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo calculado durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP	-
c_{decl}	Coefficiente de reparto de frenado por fricción individual declarado	
c_{fix}	coeficiente de reparto de frenado por fricción fijo del cuadro 4	
c_{ISC}	coeficiente de reparto de frenado por fricción medido durante la conformidad en servicio (ISC)	
d	Distancia total recorrida durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP o durante el ciclo de frenado WLTP	km
d_i	Diámetro interior del túnel de muestreo	mm
d_n	Diámetro interior de la tobera de muestreo (aplicable tanto a PN como a PM)	mm
$d_{n-PM_{2,5}}$	Diámetro interior de la tobera isocinética para el muestreo de $PM_{2,5}$	mm
$d_{n-PM_{10}}$	Diámetro interior de la tobera isocinética para el muestreo de PM_{10}	mm
$d_{n-SPN10}$	Diámetro interior de la tobera isocinética para el muestreo de SPN10	mm
d_{piston}	Diámetro hidráulico del pistón de la mordaza	mm
d_p	Diámetro interior de la sonda de muestreo (aplicable tanto a PN como a PM)	mm
d_s	Diámetro interior del conducto de muestreo de PM	mm
d_{ti}	Diámetro interior del conducto de transferencia interna de PN	mm
d_{tr}	Diámetro interior del tubo de transferencia interna de PN	mm
d_x	Diámetro de movilidad eléctrica	μm
H	Eficiencia de la mordaza o del tambor de freno	%
f	Velocidad de rotación del freno	rpm
$f_r(d_x)$	PCRF correspondiente a cada partícula suspendida de diámetro d_x de movilidad eléctrica	-
$f_{r-SPN10}$	Promedio aritmético del PCRF para el medidor de SPN10	-
h_B	Longitud del plano B (carcasa)	mm
h_D	Longitud del plano D (carcasa)	mm
H_e	El punto que define el final de la parte horizontal obligatoria en la disposición	-
H_s	El punto que define el inicio de la parte horizontal obligatoria en la disposición	-
I_n	Inercia nominal de frenado	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$

Símbolo	Definición	Unidad
I_t	Inercia de ensayo de frenado	kg·m ²
l_{A1}	Longitud del plano A ₁ (carcasa)	mm
l_i	Longitud de la transición de entrada o salida de la carcasa del freno	mm
l_1	Altura de la carcasa en el plano C	mm
l_2	Profundidad de la carcasa en el plano C	mm
L_0	Longitud del conducto recto después de la salida de la carcasa	mm
L_1	Longitud mínima del conducto recto antes de la entrada de la carcasa del freno	mm
L_2	Longitud mínima del conducto recto desde la última perturbación del flujo anterior al plano de muestreo hasta el propio plano de muestreo	mm
L_3	Longitud mínima del conducto recto desde el plano de muestreo hasta la siguiente perturbación del flujo posterior al plano de muestreo	mm
L_4	Longitud mínima del conducto recto desde la última perturbación del flujo anterior al caudalímetro hasta el propio caudalímetro	mm
L_5	Longitud mínima del conducto recto desde el caudalímetro hasta la siguiente perturbación del flujo	mm
μ	Promedio por distancia de la eficacia de los frenos de disco (coeficiente de fricción aparente)	-
M_{Mix}	Masa molar del aire en la sala de balanzas	g/mol
M_{Veh}	Masa de ensayo del vehículo para la simulación en el dinamómetro	kg
ν	Viscosidad cinemática del aire	m ² /s
$N_{\text{in}}(d_x)$	Concentración de PN anterior correspondiente a partículas de diámetro de movilidad eléctrica d_x	#/cm ³
$N_{\text{out}}(d_x)$	Concentración de PN posterior correspondiente a partículas de diámetro de movilidad eléctrica d_x	#/cm ³
NQ	Caudal medio normalizado de aire de refrigeración	Nm ³ /h
$NQ_{PM_{2,5}}$	Caudal medio normalizado de muestreo de PM _{2,5}	Nl/min
$NQ_{PM_{10}}$	Caudal medio normalizado de muestreo de PM ₁₀	Nl/min
$NQ_{SPN_{10}}$	Caudal medio normalizado de muestreo de SPN ₁₀	Nl/min
NQ_s	Caudal medio normalizado de aire en la tobera de muestreo	Nm ³ /h
N_t	Número de muestras de tiempo t_i capturadas durante el ciclo utilizado ($t_i \in [t_{\text{start}}, t_{\text{end}}]$)	-
P_b	Presión atmosférica en la sala de balanzas	kPa
p_{brake}	Presión de frenado	kPa
$P_{\text{brake},b}$	Potencia de frenado por fricción del freno b	W
$p_{\text{brake},b}$	Presión de frenado efectiva en el freno b, que provoca un par de frenado	kPa
$p_{\text{meas},b}$	Presión de frenado medida en el freno b	kPa
P_r	Penetración de partículas suspendidas	%
$p_{\text{threshold}}$	Presión umbral necesaria para desarrollar el par de frenado	kPa

Símbolo	Definición	Unidad
$P_{threshold,b}$	Presión umbral del freno b necesaria para desarrollar el par de frenado	kPa
$P_{e(2,5)}$	Carga del filtro de $PM_{2,5}$ con corrección de flotabilidad	mg
$P_{e(10)}$	Carga del filtro de PM_{10} con corrección de flotabilidad	mg
$P_{e(Corrected)}$	Masa del filtro con corrección de flotabilidad	mg
$P_{e(Uncorrected)}$	Masa del filtro sin corrección de flotabilidad	mg
Q	Caudal medio medido (real) de aire de refrigeración	m^3/h
Q_{set}	Caudal nominal (o preestablecido) de aire de refrigeración	m^3/h
$Q_{PM_{2,5}}$	Caudal de muestreo de $PM_{2,5}$ (real)	l/min
$Q_{PM_{2,5}-set}$	Caudal nominal (o preestablecido) de muestreo de $PM_{2,5}$	l/min
$Q_{PM_{10}}$	Caudal de muestreo de PM_{10} (real)	l/min
$Q_{PM_{10}-set}$	Caudal nominal (o preestablecido) de muestreo de PM_{10}	l/min
$Q_{SPN10-set}$	Caudal nominal (o preestablecido) de muestreo de SPN10	
r_b	Radio de curvatura del conducto de aire de refrigeración	mm
$r_{D,b}$	Radio del rodillo del dinamómetro sobre el que gira el neumático en el freno b	mm
r_{eff}	Radio efectivo del freno	mm
r_p	Radio de curvatura de la sonda de muestreo o del conducto de muestreo	mm
r_R	Radio de rodadura dinámico del neumático	mm
$r_{R,b}$	Radio de rodadura dinámico del neumático en el freno b	mm
ρ_a	Densidad del aire	kg/m^3
ρ_f	Densidad del material del filtro de PM	kg/m^3
ρ_w	Densidad del objeto de calibración de la microbalanza de PM	kg/m^3
$SPN_{10\#}$	Concentración media de SPN10 normalizada y con corrección de PCRF	$\#/Ncm^3$
SPN_{10back}	Concentración media normalizada de SPN10 durante la verificación de la concentración de fondo	$\#/Ncm^3$
$SPN_{10b} FE$	Recuento medio de SPN10 por unidad de distancia recorrida durante la verificación de la concentración de fondo	$\#/km$
S_p	Señal de salida de presión del aire de refrigeración	kPa
S_Q	Señal de salida de caudal de aire de refrigeración	m^3/h
S_{RH}	Señal de salida de humedad relativa del aire de refrigeración	%
S_t	Señal de salida de temperatura del aire de refrigeración	$^{\circ}C$
$t_{brake,n}$	Duración total real del evento de desaceleración (duración real hasta parada) del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	s
$t_{end,nom,n}$	Tiempo nominal de finalización del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	s
$t_{end,n}$	Tiempo real de finalización del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	s
t_i	Sello de tiempo de la i-ésima muestra de las señales medidas	s

Símbolo	Definición	Unidad
$t_{start,n}$	Tiempo real de inicio del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	s
$t_{start,nom,n}$	Tiempo nominal de inicio del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	s
t_{90}	Tiempo de respuesta del contador del número de partículas suspendidas	s
$\tau_{alt,b}$	Par de frenado por fricción en el freno b calculado mediante el método alternativo	N·m
τ_{brake}	Par de frenado por fricción	N·m
$\tau_{brake-avg}$	Par de frenado por fricción promediado por tiempo	N·m
$\tau_{brake,b}$	Par de frenado por fricción en el freno b	N·m
τ_{drag}	Par de resistencia aerodinámica de frenado	N·m
$\tau_{meas,b}$	Par de frenado por fricción medido en el freno b	N·m
T	Temperatura del aire de refrigeración	°C
T_a	Temperatura del aire en la sala de balanzas	°C
T_{brake}	Temperatura del freno (disco/tambor)	°C
U	Velocidad media del aire de refrigeración	km/h
$U_{brake,b}$	Tensión aplicada al freno b	V
U_s	Velocidad media del aire que entra en la tobera de muestreo	km/h
V	Velocidad lineal real media del ciclo de frenado WLTP	km/h
V_{set}	Velocidad lineal nominal media del ciclo de frenado WLTP	km/h
W_{brake}	Suma del trabajo de fricción disipado en todos los sistemas de frenado por fricción del vehículo durante todos los eventos de frenado a lo largo del ciclo de ensayo	J
$W_{brake,b}$	Trabajo de frenado por fricción del freno b durante todos los eventos de frenado a lo largo del ciclo de ensayo	J
$w_{f,n}$	Trabajo de fricción específico real (energía cinética específica de la masa) del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado	J/kg
WL_n	Carga nominal por rueda sin computar la resistencia al avance en carretera del vehículo ni ningún otro tipo de pérdidas	kg
WL_{n-f}	Carga nominal por rueda delantera sin computar la resistencia al avance en carretera del vehículo ni ningún otro tipo de pérdidas	kg
WL_{n-r}	Carga nominal por rueda trasera sin computar la resistencia al avance en carretera del vehículo ni ningún otro tipo de pérdidas	kg
WL_t	Carga de ensayo por rueda después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdidas	kg
WL_{t-f}	Carga de ensayo por rueda delantera después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdidas	kg
WL_{t-r}	Carga de ensayo por rueda trasera después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdidas	kg
W_{ref}	Referencia de normalización para el ciclo durante el que se ha medido el trabajo de fricción	J
$w_{total, bc}$	Suma de la variación de energía cinética específica de la masa del vehículo durante todos los eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP	J/kg

Símbolo	Definición	Unidad
$w_{total,trip10}$	Suma de la variación de energía cinética específica de la masa del vehículo durante todos los eventos de frenado del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP	J/kg
ω_b	Velocidad de rotación de la rueda medida en el freno b	rad/s
$\omega_{D,b}$	Velocidad de rotación medida del rodillo del dinamómetro en el freno b	rad/s

3. Definiciones

A los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- 3.0. «Tipo de vehículo en cuanto a las emisiones de los frenos»: grupo de vehículos que no difieren por lo que respecta a los criterios definidos en el apartado 7.1.1.
- 3.0.1. «Homologación de un vehículo»: la homologación de un tipo de vehículo en lo que respecta al ámbito de aplicación del presente Reglamento.
- 3.1. Ajustes de los vehículos y del dinamómetro de frenos
- 3.1.1. «Vehículo de categoría M_1 »: vehículo utilizado para el transporte de pasajeros con un máximo de ocho asientos más el del conductor.
- 3.1.2. «Vehículo de categoría N_1 »: vehículo utilizado para el transporte de mercancías con una masa máxima no superior a 3 500 kg.
- 3.1.2.1. «Vehículo de categoría N_1 , clase III»: vehículo de la categoría N_1 cuya masa de referencia, con arreglo al apartado 3.2.37 del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas, es superior a 1 760 kg.
- 3.1.3. «Vehículo de la categoría N_2 »: vehículo utilizado para el transporte de mercancías con una masa máxima superior a 3,5 toneladas pero no superior a 12 toneladas.
- 3.1.4. «Masa en orden de marcha»: la masa del vehículo con sus depósitos de combustible llenos como mínimo al 90 % de su capacidad, incluida la masa del conductor, del combustible y de los líquidos, provisto del equipamiento estándar con arreglo a las especificaciones del fabricante y, si se han instalado, la masa de la carrocería, el habitáculo, el acoplamiento y las ruedas de recambio, así como las herramientas.
- 3.1.5. «Masa del conductor»: masa estimada en 75 kg, situada en el punto de referencia del asiento del conductor. En el contexto del presente Reglamento, por «masa de 0,5 pasajeros adicionales» se entiende una masa nominal de 37,5 kg.
- 3.1.6. «Carga máxima del vehículo»: la masa máxima en carga técnicamente admisible menos la masa en orden de marcha, 25 kg, y la masa del equipamiento opcional.
- 3.1.7. «Equipamiento opcional»: todo elemento no incluido en el equipamiento estándar instalado en un vehículo bajo la responsabilidad del fabricante, y que puede ser pedido por el cliente.
- 3.1.8. «Equipamiento estándar»: configuración básica de un vehículo equipado con todos los elementos exigidos por las disposiciones reglamentarias de la Parte contratante, incluidos todos aquellos que se instalen sin que sean necesarias especificaciones adicionales de configuración o equipamiento.
- 3.1.9. «Masa de ensayo del vehículo»: la masa en orden de marcha más la masa del equipamiento opcional instalado en un vehículo concreto (kg) en el que está montado el freno sometido a ensayo, más:
- 37,5 kg, que corresponde a una masa adicional de 0,5 pasajeros para los vehículos de la categoría M_1 ;
 - 25 kg más el 28 % de la carga máxima del vehículo (MVL) para vehículos de las categorías N_1 y N_2 .

- 3.1.10. «Resistencia al avance en carretera»: la fuerza o potencia total necesaria para desplazar el vehículo sobre una superficie lisa y a nivel a una velocidad y con una masa especificadas. La resistencia al avance en carretera tiene en cuenta las pérdidas por fricción del tren de transmisión. En el presente Reglamento, se considera que una reducción de la inercia nominal de frenado en un porcentaje fijo del 13 % tiene en cuenta la resistencia al avance en carretera en los ensayos de emisiones de frenado por fricción pura.
- 3.1.11. «Radio de rodadura dinámico del neumático»: radio del neumático equivalente a las revoluciones por kilómetro (o revoluciones por milla) publicadas por el fabricante del neumático para el tamaño de neumático específico (mm).
- 3.1.12. «Distribución de la fuerza de frenado»: relación entre la fuerza de frenado de cada eje y la fuerza de frenado total expresada en porcentaje para cada eje.
- 3.1.13. «Carga nominal por rueda»: masa giratoria (equivalente) en función de la masa total de ensayo del vehículo, del eje (delantero o trasero) sometido a ensayo y de la distribución del trabajo de frenado entre los dos ejes. Representa la carga en la esquina de freno sometida a ensayo antes de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo.
- 3.1.14. «Carga de ensayo por rueda»: masa giratoria (equivalente) en función de la masa total de ensayo del vehículo, del eje (delantero o trasero) sometido a ensayo y de la distribución del trabajo de frenado entre los dos ejes. Representa la carga en la esquina de freno sometida a ensayo después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo. También se denomina «carga aplicada por rueda».
- 3.1.15. «Inercia nominal de frenado»: inercia de la carga nominal por rueda en el radio de giro igual al radio de rodadura dinámico del neumático, que impone al freno la misma energía cinética que en el vehículo real antes de restar la resistencia total al avance en carretera del vehículo.
- 3.1.16. «Inercia de ensayo de frenado»: inercia de la carga de ensayo por rueda en un radio de giro igual al radio de rodadura dinámico del neumático, que impone al freno la misma energía cinética que en el vehículo real después de restar la resistencia total al avance en carretera del vehículo. También se denomina «inercia aplicada al freno».
- 3.1.17. «Par de frenado»: producto de las fuerzas de fricción resultantes de las fuerzas de accionamiento tangenciales en un conjunto de freno y la distancia entre los puntos de generación de dichas fuerzas de fricción y el eje de rotación. El par de frenado depende del área del pistón hidráulico, del coeficiente de fricción aparente y del radio de frenado efectivo de la esquina de freno.
- 3.1.18. «Presión hidráulica»: presión neta aplicada por el freno para generar fuerza de compresión entre el freno y el material de fricción. La presión hidráulica, combinada con la eficacia del freno, la eficiencia de la mordaza del freno o del tambor de freno, la presión umbral y el radio efectivo del freno, induce el par de frenado real.
- 3.1.19. «Presión umbral»: presión hidráulica mínima para superar las fuerzas internas de fricción y sellado, mover el pistón de la mordaza del freno o el cilindro de rueda del tambor para que entre en contacto con el disco o tambor del freno e iniciar el par de frenado. Se utilizará un valor fijo de 100 kPa para las aplicaciones del freno de disco y de 350 kPa para las aplicaciones del freno de tambor.
- 3.1.20. «Diámetro del pistón»: diámetro del pistón o pistones hidráulicos de la mordaza o del cilindro de rueda del tambor, que se utiliza para calcular el área total del pistón o pistones. También se denomina «diámetro del pistón hidráulico».
- 3.1.21. «Área del pistón»: área activa de todos los pistones hidráulicos que actúan a un lado de la mordaza del freno o del cilindro del freno de tambor.
- 3.1.22. «Radio efectivo del freno»: en el caso de un freno de disco, la distancia entre el centro de rotación y la línea media del pistón o pistones de la mordaza montado en el dispositivo de fijación. En el caso de los frenos de tambor, el radio efectivo es la mitad del diámetro interior del tambor.

- 3.1.23. «Eficacia del freno»: relación entre la fuerza tangencial total y la fuerza de accionamiento entre las pastillas de freno y el disco o entre las zapatas de freno y el tambor. El valor de eficacia del freno sometido a ensayo depende del par de frenado, de la presión hidráulica, del radio efectivo del freno y del área del pistón. La eficacia del freno es un valor (matemático) calculado y no puede medirse directamente. También se denomina «coeficiente de fricción aparente» para los frenos de disco y «factor de frenado interno» para los frenos de tambor.
- 3.1.24. «Desplazamiento del líquido de frenos»: uso transitorio (volumétrico) del fluido hidráulico por la mordaza del freno o el cilindro de rueda del freno durante un evento de desaceleración en frenado para desarrollar la fuerza de accionamiento.
- 3.1.25. «Promedio por tiempo»: método de promediado aplicado a un mensurando determinado durante un evento de frenado especificado. El valor resultante produce el mismo resultado que la integración entre dos instancias (umbral y final del nivel alcanzado) dividida por la duración entre los puntos correspondientes.
- 3.1.26. «Promedio por distancia»: método de promediado aplicado a un mensurando determinado durante un evento de desaceleración en frenado en el que la frecuencia de muestreo es una unidad de la distancia que se calcula que recorre el vehículo entre puntos de muestreo. El valor resultante produce el mismo resultado que la integración entre dos instancias (umbral inicial y umbral final) dividida por la distancia recorrida durante el tiempo transcurrido correspondiente. Durante el ensayo en el dinamómetro, la integración de la distancia se calcula utilizando la diferencia de velocidad de frenado y el tiempo transcurrido.
- 3.1.27. «Frecuencia de muestreo»: frecuencia con la que el sistema de automatización toma muestras de diversos parámetros. Representa el número de eventos que se miden en 1 segundo para cada parámetro.
- 3.1.28. «Frecuencia de muestreo rápido»: frecuencia de muestreo para el sistema de recogida de datos igual o superior a 250 Hz. La «frecuencia de muestreo rápido» se aplica a los canales del dinamómetro.
- 3.1.29. «Frecuencia de muestreo lento»: frecuencia de muestreo para el sistema de recogida de datos igual o superior a 10 Hz.
- 3.1.30. «Dinamómetro de chasis»: sistema técnico que impone y controla un programa de conducción en un vehículo completo que cumple los requisitos del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas.
- 3.2. Configuración del ensayo
- 3.2.1. «Dinamómetro de frenos»: sistema técnico que impone, controla y registra el trabajo mecánico y eléctrico del freno sometido a ensayo mientras funciona con un procedimiento de ensayo previamente programado.
- 3.2.2. «Sensor de medición de par»: dispositivo electromecánico que convierte el esfuerzo de torsión aplicado al conjunto de freno en la señal de salida equivalente. El par equivalente se deriva de la desaceleración angular y de la inercia de frenado efectiva.
- 3.2.3. «Servocontrolador»: sistema que modula el par de frenado o la presión hidráulica hasta el valor (de consigna) previsto. El servocontrolador también proporciona el algoritmo para controlar la desaplicación del par o la presión de frenado al final de los eventos de desaceleración en frenado.
- 3.2.4. «Sensor de presión»: en el contexto del anexo 5 del presente Reglamento, un dispositivo electromecánico conectado a la trayectoria del líquido de frenos cerca del sistema de frenado y que proporciona una señal equivalente a la presión de frenado en la esquina de freno correspondiente.
- 3.2.5. «Relación par/presión»: valor constante que convierte la presión de frenado en par de frenado de un freno de fricción.

- 3.2.6. «Relación par/potencia eléctrica»: función de transferencia que convierte la potencia eléctrica medida en par de frenado de un freno de fricción electromecánico.
- 3.2.7. «Unidad de acondicionamiento climático»: sistema de manipulación del aire que introduce aire de refrigeración limpio, acondicionado y controlado en el conducto de transporte y la carcasa del freno.
- 3.2.8. «Aire de refrigeración»: aire limpio, acondicionado y controlado suministrado al conjunto de freno por la unidad de acondicionamiento climático a través del conducto, tal como se requiere durante el ensayo y se describe en el presente Reglamento.
- 3.2.9. «Temperatura del aire de refrigeración»: temperatura de la corriente de aire de refrigeración medida antes de la carcasa del freno.
- 3.2.10. «Humedad relativa del aire de refrigeración»: cantidad de vapor de agua presente en la corriente de aire de refrigeración, expresada en porcentaje de la cantidad necesaria para la saturación a la misma temperatura. Se mide antes de la carcasa del freno.
- 3.2.11. «Humedad específica del aire de refrigeración»: cantidad de agua, en gramos, presente en un kilogramo de aire seco. Se mide antes de la carcasa del freno.
- 3.2.12. «Velocidad del aire de refrigeración»: velocidad media de la corriente de aire de refrigeración medida en tiempo real en un tramo de conducto recto con una forma y un área de sección transversal constantes.
- 3.2.13. «Caudal de aire de refrigeración»: caudal medio de la corriente de aire de refrigeración que se proporciona al conjunto de freno.
- 3.2.14. «Caudal máximo de funcionamiento»: caudal máximo de aire de refrigeración que el sistema puede alcanzar cumpliendo todos los requisitos pertinentes de acondicionamiento y medición del aire de refrigeración definidos en el presente Reglamento.
- 3.2.15. «Caudal mínimo de funcionamiento»: caudal mínimo de aire de refrigeración que el sistema puede alcanzar cumpliendo todos los requisitos pertinentes de acondicionamiento y medición del aire de refrigeración definidos en el presente Reglamento.
- 3.2.16. «Carcasa del freno»: cámara de diseño aerodinámico que el aire de refrigeración atraviesa entrando por un extremo y saliendo por el otro. Es una cámara hermética que impide que entre aire no tratado y se mezcle con el aire de refrigeración que circula alrededor del conjunto de freno. La carcasa del freno cubre el conjunto de freno.
- 3.2.17. «Túnel de muestreo»: conducto rígido que conecta la carcasa del freno con el plano de muestreo. Representa la parte del túnel en la que las partículas del freno emitidas en el interior de la carcasa del freno se desplazan hacia los dispositivos de muestreo y medición.
- 3.3. Componentes de freno
- 3.3.1. «Freno sometido a ensayo»: el conjunto de freno de fricción y los parámetros asociados del vehículo utilizados por el centro de ensayo para medir las emisiones de partículas suspendidas del freno con arreglo al presente Reglamento. Los parámetros del vehículo incluyen los de la carrocería del vehículo, el grupo motopropulsor y otros sistemas necesarios para calcular el reparto de frenado por fricción.
- 3.3.2. «Conjunto de freno»: en el caso de los discos de freno, se refiere al juego de discos de freno, las pastillas de freno, la mordaza de freno y componentes asociados (para montar, sujetar y conectar el conjunto de freno al dispositivo de fijación del freno y al dinamómetro) para su aplicación en un vehículo y eje determinado. En el caso de los frenos de tambor, comprende el tambor de freno, las zapatas de freno, el conjunto del contraplato y componentes asociados que se utilizan (para montar, sujetar y conectar el conjunto de freno al dispositivo de fijación del freno y al dinamómetro) para su aplicación en un vehículo y eje determinado. El conjunto de freno se monta sobre un dispositivo de fijación para adaptarse y conectarse al dinamómetro.

- 3.3.3. «Freno de servicio»: sistema de frenado (con o sin fricción) que permite al conductor controlar, directa o indirectamente y de manera gradual, la velocidad de un vehículo durante la conducción normal o llevar el vehículo a detenerse (quedar completamente parado).
- 3.3.4. «Freno de fricción pura»: freno de servicio montado en un vehículo que utiliza únicamente la fricción entre un disco o tambor de freno y los materiales de fricción complementarios.
- 3.3.5. «Dispositivo de fijación del freno»: dispositivo mecánico o plantilla para montar el conjunto de freno conectando el contrapunto (o superficie no giratoria) al árbol del dinamómetro (giratorio). El lado del contrapunto (o superficie no giratoria) absorbe el par de frenado y las fuerzas tangenciales asociadas. El árbol giratorio transmite la energía cinética de la inercia de ensayo de frenado al conjunto de freno.
- 3.3.6. «Dispositivo de fijación de tipo universal»: dispositivo de fijación de freno cilíndrico y simétrico sin extensiones o protuberancias adicionales distintas de las necesarias para montar el conjunto de freno. El conjunto no incluye el cubo de la rueda.
- 3.3.7. «Dispositivo de fijación tipo poste»: dispositivo de fijación del dinamómetro que utiliza tubos y adaptadores redondos y rígidos, en lugar de la mangueta del vehículo, para montar el conjunto de freno. Se acopla un cubo de rueda para completar el conjunto.
- 3.3.8. «Mordaza del freno»: dispositivo mecánico que convierte el movimiento del pedal del freno pisado por el conductor en una fuerza de compresión sobre las pastillas de freno para generar el par de frenado.
- 3.3.9. «Disco de freno»: dispositivo giratorio y desgastable contra el que la mordaza de freno aplica las pastillas de freno en un conjunto de freno de disco. Este dispositivo actúa como el dispositivo primario de absorción y disipación de calor, a medida que la esquina de freno transforma la energía cinética del vehículo en calor.
- 3.3.10. «Disco de hierro fundido»: disco de freno de fundición gris con un contenido de carbono de entre el 2,8 y el 4,0 %.
- 3.3.11. «Disco recubierto de hierro fundido»: disco de freno fabricado con una base de fundición gris cuyo anillo de fricción está recubierto de un material resistente a la abrasión.
- 3.3.12. «Disco carbocerámico»: disco de freno fabricado con una matriz cerámica reforzada con fibra de carbono, con o sin capa de fricción cerámica.
- 3.3.13. «Pastilla de freno»: dispositivo desgastable que se monta sobre la mordaza del freno, consistente en una placa de presión estructural (metálica) y un elemento de material de fricción. Las pastillas de freno se aplican contra el disco de freno, con lo que se genera una fuerza de fricción retardante y, por tanto, el par de frenado.
- 3.3.14. «Tambor de freno»: mecanismo giratorio y desgastable contra el cual el cilindro de freno de la rueda aplica las zapatas de freno en un conjunto de freno de tambor. Este dispositivo actúa como el dispositivo primario de absorción y disipación de calor, a medida que la esquina de freno transforma la energía cinética del vehículo en calor.
- 3.3.15. «Zapata de freno»: dispositivo desgastable consistente en una zapata metálica estructural arqueada y un material de fricción (adherido o remachado). La zapata de freno se aplica contra el tambor para generar fricción y, por tanto, par de frenado. También se denomina «forro del freno de tambor».
- 3.3.16. «Código de identificación del material de fricción»: código único que incluye, como mínimo, el nombre comercial o la marca registrada del fabricante de la pastilla o la zapata, así como un número de identificación que se refiere exclusivamente a la formulación del material de fricción.
- 3.3.17. «Código de identificación del disco o tambor»: código único etiquetado por el fabricante para identificar el disco o tambor específico.

- 3.3.18. «Piezas de freno originales»: una pastilla de freno original, un conjunto de pastillas de freno originales, un forro de freno de tambor original, un tambor de freno original o un disco de freno original.
- 3.3.18.1. «Pastilla de freno original»: tipo de pastilla de freno al que se hace referencia en la documentación de homologación de tipo del vehículo con arreglo a los Reglamentos n.º 13, n.º 13-H o n.º 78 de las Naciones Unidas.
- 3.3.18.2. «Forro de freno de tambor original»: forro de freno de tambor que se ajusta a los datos adjuntos en la documentación de homologación de tipo del vehículo.
- 3.3.18.3. «Disco de freno original»: disco de freno cubierto por la homologación de tipo del sistema de frenado del vehículo con arreglo a los Reglamentos n.º 13, n.º 13-H o n.º 78 de las Naciones Unidas.
- 3.3.18.4. «Tambor de freno original»: tambor de freno cubierto por la homologación de tipo del sistema de frenado del vehículo con arreglo a los Reglamentos n.º 13, n.º 13-H o n.º 78 de las Naciones Unidas.
- 3.3.19. Reservado
- 3.3.20. «Piezas de freno de repuesto»: un tipo de conjunto de pastillas de freno de repuesto, un tipo de forro de freno de tambor de repuesto, un tambor de freno de repuesto o un disco de freno de repuesto.
- 3.3.20.1. «Pastilla de freno de repuesto original»: una pastilla de freno original destinada al mantenimiento del vehículo y que lleva un código de identificación colocado de manera que sea indeleble y claramente legible.
- 3.3.20.2. Reservado
- 3.3.20.3. «Forro de freno de tambor de repuesto original»: forro de tambor de freno original destinado al mantenimiento del vehículo y que lleva un código de identificación colocado de manera que sea indeleble y claramente legible.
- 3.3.20.4. Reservado
- 3.3.20.5. «Disco de freno de repuesto original»: disco de freno original destinado al mantenimiento del vehículo y que lleva un código de identificación colocado de manera que sea indeleble y claramente legible.
- 3.3.20.6. Reservado
- 3.3.20.7. «Tambor de freno de repuesto original»: tambor de freno original destinado al mantenimiento del vehículo y que lleva un código de identificación colocado de manera que sea indeleble y claramente legible.
- 3.3.20.8. Reservado
- 3.3.20.9. «Código de identificación»: identifica los discos o tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado con arreglo a los Reglamentos n.º 13 y n.º 13-H de las Naciones Unidas. Contiene, como mínimo, el nombre comercial o la marca registrada del fabricante y un número de identificación.
- 3.3.21. «Sistemas de filtrado pasivo de frenos»: las piezas que se montan adicionalmente al sistema de frenado de base para recoger las partículas de polvo generadas por la fricción entre el disco y las pastillas de freno. No se requiere energía adicional durante el uso del sistema de filtrado de frenos.
- 3.3.22. «Sistemas de filtrado activo de frenos»: componentes conectados al sistema de frenado de base para recoger las partículas de polvo generadas por la fricción entre el disco y las pastillas de freno. Se requiere energía adicional durante el uso del sistema de filtrado de frenos en el interior del vehículo y en el dinamómetro.

- 3.3.23. «Alabeo del freno»: desplazamiento lateral total de un punto situado a 10 mm radialmente hacia el exterior de la línea media de la superficie de frenado exterior del disco de freno, o desplazamiento radial total de un punto situado en la línea media de la superficie de rozamiento interior del tambor de freno durante una revolución completa.
- 3.3.24. «Holgura de funcionamiento»: distancia axial entre la superficie de frenado del disco y la pastilla de freno durante una revolución completa con el freno sin aplicar. En el caso de los frenos de tambor, es la distancia radial entre el diámetro interior del tambor y la zapata de freno.
- 3.3.25. «Par de resistencia aerodinámica de frenado»: par residual o resistencia a la rotación que permanece en un sistema de frenado después de que el freno haya sido desaplicado o desembragado.
- 3.3.26. «Par medido de resistencia aerodinámica de frenado»: promedio por tiempo del par de resistencia aerodinámica de frenado determinado aplicando el método de medición definido en el presente Reglamento.
- 3.3.27. «Formulación del material de un disco o tambor»: producto de la composición química, la microestructura y las propiedades mecánicas.
- 3.3.28. «Formulación del material de un forro o pastilla de freno»: producto de una mezcla específica de materiales y procesos que, en conjunto, determinan las características de un forro de freno.
- 3.4. Ciclo de frenado WLTP
- 3.4.1. «Ciclo de conducción»: una serie de puntos de datos que representan la velocidad de un vehículo en relación con el tiempo. El ciclo de conducción consta de trayectos individuales y cada trayecto consta de una serie de eventos separados y consecutivos. Estos eventos incluyen la pausa de frenado, la aceleración en frenado, la velocidad de crucero en frenado, y la desaceleración en frenado.
- 3.4.2. «Ciclo de frenado WLTP»: ciclo de conducción derivado de la actividad del vehículo de la base de datos Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure con una duración total de 15 826 segundos más los tramos de refrigeración entre trayectos. El ciclo comprende 10 trayectos y 303 eventos de desaceleración en frenado.
- 3.4.3. «Ensayo de emisiones de los frenos»: ensayo dividido en tres tramos (ajuste del aire de refrigeración, asentamiento de los frenos y medición de emisiones de los frenos) para caracterizar las emisiones de partículas suspendidas del freno sometido a ensayo.
- 3.4.4. «Ajuste del aire de refrigeración»: tramo del ensayo en el que se sigue un procedimiento con el freno sometido a ensayo para definir el caudal de aire de refrigeración entrante adecuado para los tramos de asentamiento y medición de emisiones. También se denomina «tramo de ajuste de la refrigeración».
- 3.4.5. «Asentamiento del freno»: tramo del ensayo con una secuencia de eventos de frenado para desarrollar un freno con estabilidad en la capa de transferencia, la eficacia del freno y el comportamiento de las emisiones de los frenos antes de ejecutar el tramo de medición de emisiones de los frenos. También se denomina «procedimiento de asentamiento» o «tramo de asentamiento».
- 3.4.6. «Medición de las emisiones de los frenos»: el tramo del ensayo de emisiones de los frenos en el que se muestrean y miden las emisiones de PM y PN. También se denomina «tramo de medición de emisiones».
- 3.4.7. «Evento de aceleración en frenado»: período medible durante el cual la velocidad lineal aumenta hasta un valor preestablecido a un ritmo conocido. Este evento siempre precede a un evento de velocidad de crucero en frenado o de desaceleración en frenado.
- 3.4.8. «Evento de velocidad de crucero en frenado»: período medible durante el cual la velocidad lineal (distinta de cero) es constante.
- 3.4.9. «Evento de pausa de frenado»: pausa de frenado medible y previsible a velocidad cero durante el ciclo.

- 3.4.10. «Evento de desaceleración nominal en frenado»: período medible durante el cual la velocidad lineal nominal disminuye a un ritmo conocido hasta alcanzar una velocidad predeterminada de desaplicación del freno durante el ciclo. El evento de desaceleración nominal se detecta utilizando la señal de velocidad lineal nominal rápida conforme al apartado 9.4.3, letra h), del anexo 4.
- 3.4.11. «Evento de desaceleración real en frenado»: período medible durante el cual la velocidad lineal disminuye a un ritmo conocido hasta alcanzar una velocidad predeterminada de desaplicación del freno durante el ciclo. El evento de desaceleración real en frenado se detecta utilizando la señal de par real rápido conforme al apartado 13.1 del anexo 4.
- 3.4.12. «Tasa de desaceleración»: tasa total de reducción de la velocidad lineal del vehículo inducida por la aplicación del freno de servicio, la resistencia al avance en carretera y el par sin fricción de la máquina eléctrica.
- 3.4.13. «Frenado hasta parada»: término genérico que denota un evento de desaceleración en frenado que lleva el vehículo a detenerse hasta quedar completamente parado.
- 3.4.14. «Frenazo de asentamiento»: término genérico utilizado para denotar un evento de desaceleración en frenado que reduce la velocidad del vehículo a un nivel distinto de cero.
- 3.4.15. «Tramo de estabilización»: tramo intermedio entre trayectos en el que el freno gira a baja velocidad (aproximadamente a cinco o menos revoluciones por minuto) esperando a enfriarse y que su temperatura inicial alcance el nivel predefinido para comenzar el trayecto del ciclo siguiente.
- 3.4.16. «Velocidad inicial real»: la velocidad del vehículo al inicio efectivo de un evento de desaceleración en frenado. Se determina durante la evaluación de los datos promediando el valor de velocidad lineal real rápida de 1,0 s a 0,5 s antes de que comience el evento de desaceleración real en frenado.
- 3.4.17. «Velocidad de desaplicación real del freno»: velocidad del vehículo en el momento en el que termina efectivamente un evento de desaceleración en frenado. Se determina durante la evaluación de los datos promediando el valor de velocidad lineal real rápida de 0,5 s a 1,0 s una vez finalizado el evento de desaceleración real en frenado.
- 3.4.18. «Velocidad lineal nominal»: velocidad buscada (o preestablecida) del vehículo en el momento *i* conforme al ciclo de frenado WLTP.
- 3.4.19. «Velocidad lineal real»: velocidad lineal del vehículo en el momento *i* durante la ejecución del ciclo de ensayo. También se denomina «velocidad medida».
- 3.4.20. «Velocidad del vehículo preestablecida»: valor de consigna de la velocidad del vehículo en un momento determinado del ensayo.
- 3.4.21. «Incumplimiento de velocidad»: cualquier circunstancia en que la curva de velocidad real del dinamómetro supera las tolerancias de la curva de velocidad prescritas en el presente Reglamento durante el ciclo de frenado WLTP.
- 3.4.22. «Temperatura inicial del freno»: temperatura media interna del disco o tambor de freno al inicio de un evento de frenado determinado durante el ciclo de frenado WLTP. Se determina durante la evaluación de los datos promediando el valor de temperatura real del freno de 1,0 s a 0,5 s antes de que comience el evento de desaceleración real en frenado.
- 3.4.23. «Temperatura final del freno»: temperatura media interna del disco o tambor de freno al final de un evento de frenado determinado durante el ciclo de frenado WLTP. Se determina durante la evaluación de los datos promediando el valor real de temperatura del freno de 0,5 s a 1,0 s una vez finalizado el evento de desaceleración real en frenado.
- 3.4.24. «Temperatura media del freno»: promedio de temperatura con resolución temporal del disco o tambor de freno durante un período predeterminado.

- 3.4.25. «Temperatura máxima del freno»: la temperatura más alta del disco o tambor de freno medida durante un evento de frenado determinado. Se determina durante la evaluación de los datos como el valor máximo de temperatura real del freno durante un determinado evento de desaceleración real en frenado.
- 3.5. Medición de PM y PN
- 3.5.1. Se distingue convencionalmente entre «partícula suspendida», es decir, la materia caracterizada (medida) en la fase aérea, y «partícula depositada», es decir, la materia sedimentada.
- 3.5.2. «Emisiones en número de partículas suspendidas (PN)»: número de partículas suspendidas que emite el freno sometido a ensayo, cuantificado conforme a los métodos de dilución, muestreo y medición que se especifican en el presente Reglamento.
- 3.5.3. Reservado.
- 3.5.4. Reservado.
- 3.5.5. «Emisiones en número de partículas suspendidas sólidas»: número de partículas suspendidas sólidas emitidas por el freno sometido a ensayo.
- 3.5.6. «SPN10»: número de partículas suspendidas sólidas con un tamaño nominal de aproximadamente 10 nm de diámetro de movilidad eléctrica, o mayor, que emite el freno sometido a ensayo y cuantificado de acuerdo con los métodos de dilución, muestreo y medición que se especifican en el presente Reglamento.
- 3.5.7. «Emisiones de partículas depositadas» (PM): masa de cualquier partícula del freno sometido a ensayo cuantificada conforme a los métodos de dilución, muestreo y medición que se especifican en el presente Reglamento.
- 3.5.8. «Emisiones de PM_{2,5}»: PM con un diámetro aerodinámico de aproximadamente 2,5 µm o menor.
- 3.5.9. «Emisiones de PM₁₀»: PM con un diámetro aerodinámico de aproximadamente 10 µm o menor.
- 3.5.10. «Plano de muestreo»: el plano fijo (perpendicular al eje del túnel de muestreo) en el que se encuentran las entradas de las toberas de muestreo.
- 3.5.11. «Sonda de muestreo»: tubo de acero inoxidable de pared delgada diseñado para extraer y transferir una porción representativa de aerosol del túnel de muestreo al sistema de medición.
- 3.5.12. «Tobera de muestreo»: cilindro de acero inoxidable de pared delgada con una boquilla tipo cuchilla que se monta en la entrada de una sonda de muestreo y tiene por objeto extraer aerosol isocinético del túnel de muestreo.
- 3.5.13. «Boquilla de muestreo»: sección transversal anterior de la tobera de muestreo por la que entra aerosol en la tobera.
- 3.5.14. «Sistema de muestreo de PM»: serie de elementos por los que se desplaza el aerosol después de entrar en la boquilla de muestreo. Incluye —en la dirección del flujo— la tobera de muestreo de PM, la sonda de muestreo de PM, el separador de PM, el conducto de muestreo de PM y el portafiltros.
- 3.5.15. «Separador de PM»: dispositivo que separa del aerosol la parte de PM pertinente con arreglo a las especificaciones del presente Reglamento.
- 3.5.16. «Eficiencia de separación»: relación entre las partículas eliminadas por el separador y las partículas totales que entran en el separador con un diámetro aerodinámico determinado.

- 3.5.17. «Conducto de muestreo de PM»: tubos rígidos o flexibles que conectan la salida del separador de PM a la entrada del portafiltros.
- 3.5.18. «Portafiltros»: dispositivo que permite la recogida de PM en filtros de conformidad con las especificaciones establecidas en el presente Reglamento.
- 3.5.19. «Sistema de muestreo de PN»: serie de elementos por los que se desplaza el aerosol después de entrar en la boquilla de muestreo. Incluye —en la dirección del flujo— la tobera de muestreo de PN, la sonda de muestreo de PN, el preclasificador de PN, el tubo de transferencia de partículas suspendidas, el separador de flujo (si procede) y el sistema de medición de PN.
- 3.5.20. «Tubo de transferencia de partículas suspendidas»: tubo flexible que conecta la salida de la sonda de muestreo de PN a la entrada del preclasificador de PN. Cuando el preclasificador de PN está conectado directamente a la salida de la sonda de muestreo de PN, el tubo de transferencia de partículas suspendidas es el tubo flexible que conecta la salida del preclasificador de PN a la entrada del sistema de medición de PN.
- 3.5.21. «Sistema de medición de PN»: sistema que permite determinar las concentraciones en número de partículas suspendidas con arreglo al presente Reglamento. Incluye el sistema de acondicionamiento de la muestra, los conductos de transferencia interna de PN y el contador del número de partículas suspendidas.
- 3.5.22. «Sistema de acondicionamiento de muestras»: las partes de los sistemas de medición de PN que diluyen y acondicionan el aerosol que debe pasar por el contador del número de partículas suspendidas para determinar el SPN10.
- 3.5.23. «Contador del número de partículas suspendidas»: dispositivo para determinar la concentración del número de partículas suspendidas conforme a las especificaciones del presente Reglamento.
- 3.5.24. «Condiciones estándar»: presión igual a 101,325 kPa y temperatura correspondiente a 273,15 K.
- 3.5.25. «Relación isocinética»: relación entre la velocidad del aire en la tobera de muestreo de PM o PN y la velocidad del aire en el túnel de muestreo.
- 3.5.26. «Emisiones de fondo»: medición de las concentraciones en número de partículas suspendidas utilizando la misma instrumentación que para el ensayo de emisiones cuando el sistema de acondicionamiento ambiental y el aire de refrigeración del dinamómetro circulan en las condiciones del ensayo, sin aplicaciones ni rotaciones del freno que puedan influir en el resultado.
- 3.6. Sistema de ensayo
- 3.6.1. «Calibración»: proceso de establecimiento de la respuesta de un sistema de medición de manera que el resultado concuerde con un valor de referencia.
- 3.6.2. «Operación de mantenimiento importante»: operación de ajuste, reparación o sustitución de un componente o módulo que pueda afectar a la exactitud de una medición.
- 3.6.3. «Valor de referencia»: valor relacionable con un patrón nacional o internacional.
- 3.6.4. «Valor de consigna»: valor que un sistema de control pretende alcanzar.
- 3.6.5. «Verificación»: acción de evaluar si los resultados de un sistema de medición concuerdan o no con los valores de referencia aplicados dentro de uno o más umbrales de aceptación predeterminados.

- 3.6.6. «Tiempo de respuesta»: tiempo transcurrido desde el cambio del componente que debe medirse en el punto de referencia y una respuesta del sistema de medición del 90 % del valor final leído (t_{90}), definiéndose la entrada de la tobera de muestreo como el punto de referencia, de modo que el cambio del componente medido corresponde como mínimo al 60 % del fondo de escala (FS) y se produce en menos de 0,1 segundos. El tiempo de respuesta se compone del tiempo de retraso del sistema y el tiempo de subida del sistema.
- 3.6.7. «Tiempo de caída»: tiempo transcurrido entre t_{90} y t_{10} , en el que el cambio del componente medido en el punto de referencia cae del 90 al 10 % del valor medido inicial, si el cambio de la señal preestablecida se produce en menos de 0,1 segundos.
- 3.6.8. «Desviación»: cambio de la señal medida durante un período de tiempo definido para un valor de consigna específico debido a influencias como la temperatura, la presión, la tensión eléctrica, la corriente eléctrica, etcétera.
- 3.6.9. «Exactitud»: diferencia entre un valor medido y un valor de referencia, relacionable con un patrón nacional e indicativa de que un resultado es correcto.
- 3.6.10. «Precisión»: grado en que varias mediciones repetidas en condiciones idénticas arrojan los mismos resultados. En el presente Reglamento, la precisión se refiere siempre a una desviación típica.
- 3.7. Frenado sin fricción
- 3.7.1. «Frenado por fricción»: en el contexto del presente Reglamento, desaceleración del vehículo utilizando el sistema de frenado por fricción en el que las fuerzas de frenado se generan por fricción entre dos partes del vehículo que se mueven una con respecto a otra.
- 3.7.2. «Frenado sin fricción»: en el contexto del presente Reglamento, desaceleración del vehículo también por diferentes medios técnicos sin utilizar únicamente el sistema de frenado por fricción, por ejemplo, el frenado de recuperación. Se aplica a los vehículos eléctricos puros y a los vehículos eléctricos híbridos con una tensión nominal del SAEER de tracción superior a 12 V.
- 3.7.3. «Frenado por fricción pura»: en el contexto del presente Reglamento, desaceleración del vehículo utilizando únicamente un sistema de frenado que funciona totalmente por fricción.
- 3.7.4. «Máquina eléctrica»: convertidor de energía que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.
- 3.7.5. «Categoría de convertidor de la energía de propulsión»: i) un motor de combustión interna o ii) una máquina eléctrica.
- 3.7.6. «Vehículo eléctrico híbrido» (VEH): vehículo híbrido en el que uno de los convertidores de la energía de propulsión es una máquina eléctrica.
- 3.7.7. «Vehículo híbrido»: vehículo equipado con un grupo motopropulsor que contiene como mínimo dos categorías diferentes de convertidores de la energía de propulsión y como mínimo dos categorías diferentes de sistemas de almacenamiento de la energía de propulsión.
- 3.7.8. «Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior» (VEH-SCE): vehículo eléctrico híbrido que no puede cargarse desde una fuente externa. En el presente Reglamento, los VEH-SCE se clasifican en las categorías «VEH-SCE Categoría 0», «VEH-SCE Categoría 1» y «VEH-SCE Categoría 2» en función de la tensión nominal del SAEER de tracción.
- 3.7.8.1. «Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 0 (VEH-SCE Cat. 0)»: vehículo eléctrico híbrido que incorpora un SAEER de tracción con una tensión nominal superior a 12 V e inferior o igual a 20 V que no puede cargarse desde una fuente externa.

- 3.7.8.2. «Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 1 (VEH-SCE Cat. 1)»: vehículo eléctrico híbrido que incorpora un SAEER de tracción con una tensión nominal superior a 20 V e inferior o igual a 60 V que no puede cargarse desde una fuente externa.
- 3.7.8.3. «Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior, categoría 2 (VEH-SCE Cat. 2)»: vehículo eléctrico híbrido que incorpora un SAEER de tracción con una tensión nominal superior a 60 V que no puede cargarse desde una fuente externa.
- 3.7.9. «Vehículo eléctrico híbrido con carga exterior» (VEH-CCE): vehículo eléctrico híbrido que puede cargarse desde una fuente externa.
- 3.7.10. «Vehículo eléctrico puro» (VEP): vehículo equipado con un grupo motopropulsor que contiene exclusivamente máquinas eléctricas como convertidores de la energía de propulsión y exclusivamente sistemas de acumulación de energía eléctrica recargables como sistemas de almacenamiento de la energía de propulsión.
- 3.7.11. «Pila de combustible»: convertidor de energía que transforma la energía química (entrada) en energía eléctrica (salida), o viceversa.
- 3.7.11.1. «Vehículo con pila de combustible» (VPC): vehículo equipado con un grupo motopropulsor que contiene exclusivamente una o varias pilas de combustible y una o varias máquinas eléctricas como convertidores de la energía de propulsión.
- 3.7.11.2. «Vehículo híbrido con pila de combustible» (VHPC): VPC equipado con un grupo motopropulsor que contiene por lo menos un sistema de almacenamiento de combustible y por lo menos un sistema de acumulación de energía eléctrica recargable como sistemas de almacenamiento de la energía de propulsión.
- 3.7.11.3. «Vehículo eléctrico híbrido con pila de combustible sin carga exterior» (VHPC-SCE): vehículo eléctrico híbrido con pila de combustible que no puede cargarse desde una fuente externa.
- 3.7.11.4. «Vehículo eléctrico híbrido con pila de combustible con carga exterior» (VHPC-CCE): vehículo eléctrico híbrido con pila de combustible que puede cargarse desde una fuente externa.
- 3.7.11.5. «Vehículo eléctrico con pila de combustible» (VEPC): vehículo que utiliza un sistema de propulsión similar al de los vehículos eléctricos en el que la energía almacenada en forma de hidrógeno es convertida en electricidad por la pila de combustible.
- 3.7.12. «Vehículo ICE puro»: vehículo en el que todos los convertidores de la energía de propulsión son motores de combustión interna.
- 3.7.13. «Sistema de acumulación de energía eléctrica recargable (SAEER)»: el sistema de acumulación de energía eléctrica recargable que suministra energía eléctrica para la propulsión eléctrica.
- 3.7.14. «Vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno»: configuración con el producto más elevado de WLn^c de todos los vehículos que utilizan la familia de emisiones de una esquina de freno específica (eje delantero o trasero), según se define en el apartado 7.2 del presente Reglamento.
- 3.7.15. «Coeficiente de reparto de frenado por fricción»: relación entre la energía total absorbida por el sistema de frenado por fricción pura durante un ciclo de conducción y la variación de energía cinética total del vehículo durante los eventos de frenado (excluida la resistencia al avance en carretera) durante el mismo ciclo de conducción.
- 3.7.16. «Tipo de electrificación del vehículo»: en el contexto del presente Reglamento, define la separación de los vehículos ligeros sobre la base de su concepto y arquitectura de electrificación.
- 3.7.17. «Modelo de vehículo»: en el contexto del presente Reglamento, el nombre o nombres comerciales del vehículo.

- 3.7.18. «Modo seleccionable por el conductor»: en el contexto del presente Reglamento, una condición diferenciada seleccionable por el conductor que puede afectar a la capacidad de frenado sin fricción de un vehículo.
- 3.7.19. «Función de frenado que aumenta las emisiones»: en el contexto del presente Reglamento, una función que aumenta el nivel de emisiones de los frenos que se activa para un fin específico y en respuesta a un conjunto específico de condiciones ambientales o de funcionamiento, y que solo permanece operativa mientras existan dichas condiciones y no estén sustancialmente incluidas en los ensayos de homologación de tipo.
- 3.7.20. «Familia de interpolación (IP)»: en el contexto del presente Reglamento, tiene el mismo significado que la familia de interpolación definida en el Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas.

4. Solicitud de homologación

- 4.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a los requisitos del presente Reglamento será presentada por el fabricante del vehículo o por su representante autorizado, que es cualquier persona física o jurídica debidamente designada por el fabricante para que le represente ante la autoridad de homologación y actúe en su nombre en los asuntos regulados por el presente Reglamento.
- 4.1.1. La solicitud a que se refiere el apartado 4.1 se elaborará de conformidad con el modelo de ficha de características que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.
- 4.2. Se facilitará al servicio técnico encargado de llevar a cabo los ensayos de homologación un número adecuado de juegos de componentes de freno representativos del tipo de vehículo cuya homologación se solicite.
- 4.3. Los cambios en la fabricación de un sistema, componente o unidad técnica independiente que tengan lugar después de una homologación de tipo no invalidarán automáticamente dicha homologación, a menos que se modifiquen sus características o parámetros técnicos originales de tal manera que las emisiones de los frenos del vehículo resulten negativamente afectadas.
- 4.4. Requisitos de documentación de las funciones de frenado

El fabricante deberá, como mínimo, facilitar a la autoridad de homologación de tipo una visión general de todas las funciones de frenado que aumenten las emisiones y que:

- a) influyan en el comportamiento de recuperación individual con incidencia en las emisiones de los frenos; y/o
- b) requieran la aplicación activa de los elementos de fricción complementarios; y/o
- c) influyan en el nivel de las emisiones de los frenos a través de un dispositivo de control de emisiones (por ejemplo, un filtro de emisiones de los frenos).

El fabricante también podrá incluir una descripción de funciones de frenado distintas de las especificadas anteriormente (por ejemplo, funciones que reduzcan las emisiones de los frenos).

La autoridad de homologación de tipo podrá solicitar al fabricante que facilite más información sobre las funciones de frenado específicas incluidas en la documentación.

El fabricante y la autoridad de homologación de tipo acordarán un formato para facilitar la información especificada en el presente apartado.

La documentación facilitada por el fabricante será aprobada por la autoridad de homologación de tipo como requisito previo para conceder la homologación de tipo con arreglo al presente Reglamento.

5. Homologación

- 5.1. Si el tipo de vehículo presentado para su homologación cumple todos los requisitos pertinentes del presente Reglamento, según se define en el apartado 7, en el anexo 4 y en el anexo 5 si procede, se concederá la homologación de dicho tipo de vehículo.

- 5.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado.
- 5.2.1. El número de homologación de tipo constará de cuatro secciones. Cada sección irá separada por el carácter «*».
- Sección 1: la letra «E» mayúscula, seguida del número que identifica a la Parte contratante que ha concedido la homologación de tipo.
- Sección 2: El número del presente Reglamento de las Naciones Unidas, seguido de la letra mayúscula «R» y de:
- dos dígitos (con ceros delante según proceda) que indican la serie de enmiendas que incorpora las disposiciones técnicas del Reglamento de las Naciones Unidas aplicada a la homologación (00 para el Reglamento de las Naciones Unidas en su forma original);
 - una barra inclinada (/) y dos dígitos (con ceros delante, según proceda) que indican el número de suplementos de la serie de enmiendas aplicada a la homologación (00 para la serie de enmiendas en su forma original).
- Sección 3: Una secuencia numérica de cuatro dígitos (con ceros delante, según proceda). El número 0001 iniciará la secuencia.
- Sección 4: Una secuencia numérica de dos dígitos (con ceros delante si procede) que indica la extensión. El número 00 iniciará la secuencia.
- Todos los dígitos serán arábigos.
- 5.2.2. Ejemplo de un número de homologación con arreglo al presente Reglamento:
- E1*179R01/00*0123*01
- Primera extensión de la homologación, con el número 0123, expedida por Alemania para la serie de enmiendas 01.
- 5.2.3. La misma Parte contratante no asignará el mismo número a otro tipo de vehículo.
- 5.3. La concesión, extensión o denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento se comunicará a las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen dicho Reglamento por medio de un formulario que se ajuste al modelo que figura en su anexo 2.
6. Marcado
- 6.1. En cada vehículo que se ajuste al tipo homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará, de manera visible y en un lugar de fácil acceso especificado en el formulario de homologación, una marca internacional de homologación compuesta por:
- 6.1.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo, seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación⁽¹⁾.
- 6.1.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo descrito en el apartado 6.1.1.
- 6.2. Si el vehículo es conforme a un tipo de vehículo homologado de acuerdo con uno o varios Reglamentos anejos al Acuerdo de 1958 en el país que ha concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo prescrito en los apartados 6.1.1 y 6.4.1; en ese caso, el Reglamento, los números de homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos según los cuales se ha concedido la homologación en el país que la concedió de conformidad con el presente Reglamento se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo exigido en el apartado 6.1.1.

⁽¹⁾ 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, Anexo 3: <https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions>.

- 6.3. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 6.4. La marca de homologación se colocará en la placa de datos del vehículo o cerca de esta.
- 6.4.1. En el anexo 3 del presente Reglamento se ofrecen ejemplos de disposición de la marca de homologación.

7. Requisitos generales

A cada una de las familias que se definen a continuación se le atribuirá un identificador único conforme al siguiente formato:

FT-nnnnnnnnnnnnnnn-WMI

donde:

FT es el identificador del tipo de familia:

- a) FA = familia de emisiones por esquina de freno del eje delantero definida en el apartado 7.2.
- b) RA = familia de emisiones por esquina de freno del eje trasero definida en el apartado 7.2.

nnnnnnnnnnnnnnnn es una cadena con un máximo de quince caracteres, que solo pueden ser números del 0 al 9 y letras de la A a la Z, así como el guion bajo «_».

WMI (identificador mundial de fabricantes, por sus siglas en inglés) es un código que identifica de manera única al fabricante y que se define en la norma ISO 3780:2009.

Corresponde al poseedor del WMI garantizar que la combinación de la cadena nnnnnnnnnnnnnnnnn y el WMI sea exclusiva de la familia y que la cadena nnnnnnnnnnnnnnnnn sea única dentro de dicho WMI para los ensayos realizados con el fin de obtener la homologación.

7.1. Requisitos de conformidad

La conformidad de un tipo de vehículo se evaluará con respecto a los límites de emisiones que figuran en el cuadro 3.

La conformidad se demostrará mediante ensayos de los vehículos de origen de las familias de emisiones por esquina de freno de los ejes delantero y trasero con arreglo al apartado 8 y a los apartados 7 a 14 del anexo 4.

7.1.1. Criterios de tipo de vehículo

Solo los vehículos que tengan la misma combinación de familias de emisiones por esquina de freno en los ejes delantero y trasero podrán formar parte del mismo tipo de vehículo. Se diferenciará la asignación exacta a los ejes del vehículo, por ejemplo, los vehículos con freno delantero A y freno trasero B y los vehículos con freno delantero B y freno trasero A formarán parte de diferentes tipos de vehículos.

Los resultados de las mediciones de las distintas familias de emisiones por esquina de freno podrán utilizarse para varias combinaciones de esquinas delanteras y traseras; por ejemplo, podrá utilizarse un resultado de ensayo del freno delantero A en combinación con los frenos traseros B y C para los tipos de vehículos AB y AC, respectivamente.

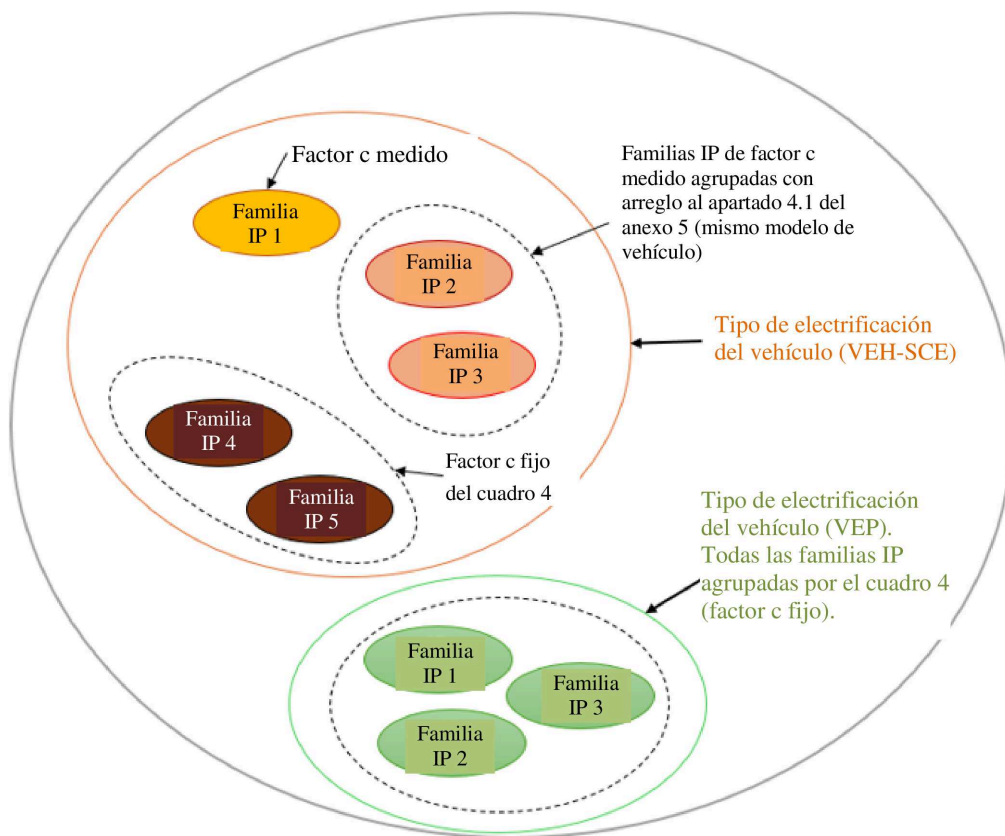
Los vehículos de diferentes tipos de electrificación entre los enumerados en el cuadro 4 podrán formar parte del mismo tipo de vehículo, independientemente de si se les asigna un factor fijo del cuadro 4 o un factor medido de conformidad con el anexo 5.

En el caso de los vehículos del mismo tipo definidos en el apartado 3.0, las emisiones de los frenos se calcularán con arreglo a la ecuación 7.1.

- 7.1.2. Se considera que un tipo de vehículo cumple el presente Reglamento si, para cada tipo de electrificación y familia de interpolación, las emisiones calculadas con arreglo al apartado 7.1.3 para el vehículo con la masa de ensayo más elevada cumplen los límites del cuadro 3, tal como se representa en el gráfico 1a.

Gráfico 1a

Representación esquemática de la selección de la configuración del vehículo para la demostración de la conformidad del tipo de vehículo



Cuadro 3

Límites de emisiones de partículas suspendidas de los frenos en el ciclo de conducción estándar, por categoría de vehículo y tecnología del grupo motopropulsor

Límites de emisiones por vehículo	Vehículos de las categorías M ₁ y N ₁ , excepto N ₁ clase III				
Tecnología del grupo motopropulsor	VEP	VEH-CCE	VEH-SCE	VPC/VHPC	Vehículo ICE puro
Emisiones de partículas depositadas de los frenos (PM ₁₀) [mg/km]	3	7	7	7	7
Emisiones de partículas suspendidas de los frenos (SPN ₁₀) [# /km]	Aún sin especificar				
Límites de emisiones por vehículo	Vehículos de las categorías N ₁ clase III y N ₂				
Tecnología del grupo motopropulsor	VEP	VEH-CCE	VEH-SCE	VPC/VHPC	Vehículo ICE puro
Emisiones de partículas depositadas de los frenos (PM ₁₀) [mg/km]	5	11	11	11	11
Emisiones de partículas suspendidas de los frenos (SPN ₁₀) [# /km]	Aún sin especificar				

7.1.3. Emisiones de los frenos del vehículo completo

Las emisiones de los frenos de un vehículo completo concreto se calcularán con arreglo a la ecuación 7.1, en la que las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y SPN10 de los ejes y esquinas de freno respectivos se consideran el producto del factor de emisiones de referencia FE_{ref} por el coeficiente de frenado por fricción c definido en las ecuaciones 12.9, 12.10 y 12.14 del anexo 4.

$$Emisión_{veh} = 2 \cdot FE_{FA} + 2 \cdot FE_{RA} \quad (\text{Ecuación 7.1})$$

donde:

$Emisión_{veh}$ es el valor de las emisiones de los frenos del vehículo completo concreto, resultante de los factores de emisión de las esquinas de los ejes delantero y trasero, en mg/km o #/km;

$$FE_{FA} = FE_{FA,ref} \cdot \frac{c_{veh} \cdot WL_{veh,FA}}{WL_{FA,ref}} \quad (\text{Ecuación 7.2})$$

$$FE_{RA} = FE_{RA,ref} \cdot \frac{c_{veh} \cdot WL_{veh,RA}}{WL_{RA,ref}} \quad (\text{Ecuación 7.3})$$

donde:

FE_{FA} es el factor de emisión del eje delantero del vehículo concreto, en mg/km o #/km;

FE_{RA} es el factor de emisión del eje trasero del vehículo concreto, en mg/km o #/km;

$FE_{FA,ref}$ es el factor de emisión del eje delantero de referencia del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno del eje delantero, en mg/km o #/km;

$FE_{RA,ref}$ es el factor de emisión de referencia del eje trasero del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno del eje trasero, en mg/km o #/km;

c_{veh} es el coeficiente de reparto de frenado por fricción del vehículo concreto;

$WL_{veh,FA}$ es la carga por rueda del eje delantero del vehículo concreto, en kg;

$WL_{FA,ref}$ es la carga por rueda del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno del eje delantero, en kg;

$WL_{veh,RA}$ es la carga por rueda del eje trasero del vehículo concreto, en kg;

$WL_{RA,ref}$ es la carga por rueda del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno del eje trasero, en kg.

A fin de considerar el tipo correcto de electrificación del vehículo, para c_{veh} se utilizará el coeficiente de reparto de frenado por fricción fijo c_{fix} del cuadro 4 o el coeficiente de reparto de frenado por fricción individual declarado c_{decb} basado en mediciones, con arreglo al anexo 5, apartado 7.1, del presente Reglamento.

7.2. Familia de emisiones por esquina de freno

La familia de emisiones por esquina de freno se define por un conjunto de freno, que se considera que comprende la mordaza, el disco o el conjunto tambor-contraplato, la pastilla o la zapata, y otros parámetros del vehículo.

7.2.1. Características de las familias de emisiones por esquina de freno en el caso de piezas y sistemas de frenado «originales» y «de repuesto originales»

Todos los tipos de electrificación de vehículos, independientemente de su grado de electrificación, pueden formar parte de la familia de emisiones de una esquina de freno. Solo podrán formar parte de una misma familia de emisiones por esquina de freno los vehículos que presenten un conjunto de freno idéntico con respecto a las características enumeradas en las letras a) a d). Esta categorización se aplica a los frenos «originales» y «de repuesto originales», tal como se definen en los apartados 3.3.18 y 3.3.20 del presente Reglamento, respectivamente.

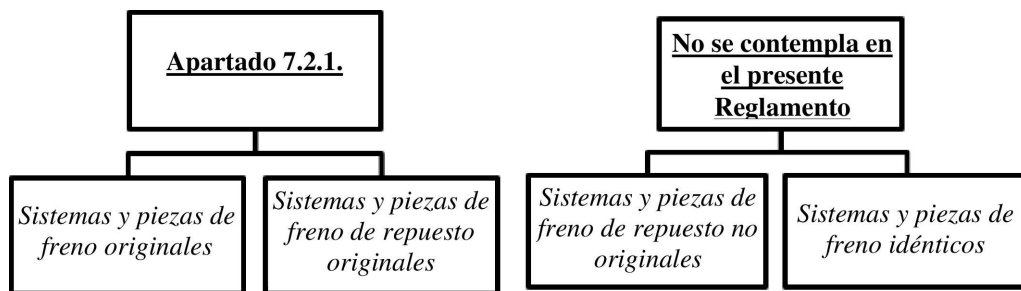
a) Tipo de mordaza (flotante o fija, número y tamaño de los pistones, tipo de elementos de retracción).

- b) Tipo de freno: disco (superficie de fricción, recubrimiento, simple, doble, ventilado, macizo, dimensiones, masa, formulación del material) o conjunto tambor-contraplato (superficie de fricción, simplex, dúplex, dimensiones, masa, formulación del material).
- c) Tipo de material de fricción: pastilla (tamaño y forma de la superficie de fricción, formulación del material de fricción, placa de soporte) o zapata (tamaño y diseño de la superficie de fricción, formulación del material de fricción, contraplato).
- d) Cualquier otra característica que tenga una influencia no desdeñable en las emisiones de los frenos (por ejemplo, sistemas innovadores de reducción de las emisiones de los frenos).

El gráfico 1b ofrece una representación esquemática de la asignación de la familia de emisiones por esquina de freno para los diferentes tipos de frenos definidos en el presente apartado.

Gráfico 1b

Representación esquemática de la asignación de la familia de emisiones por esquina de freno para los diferentes tipos de frenos



7.2.2. Vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno

Para todos los vehículos con un conjunto de freno idéntico, tal como se describe en el apartado 7.2.1, se seleccionará el vehículo con el producto más elevado del coeficiente de reparto del frenado por fricción (*factor c* fijo según el cuadro 4 o específico del vehículo según el anexo 5) y la carga de ensayo por rueda definida en el apartado 3.1.14 ($WL_r * c$) como vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno.

El producto del coeficiente de reparto de frenado por fricción y la carga de ensayo por rueda se utilizará únicamente para identificar al vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno y no como parámetro de entrada al someter a ensayo el conjunto de freno para determinar sus emisiones.

El coeficiente de reparto de frenado por fricción correspondiente a cada tipo de electrificación de vehículos incluido en el ámbito de aplicación del presente Reglamento figura en el cuadro 4. Si el producto de la carga de ensayo por rueda y el coeficiente de reparto de frenado por fricción es el mismo para dos o más vehículos de la misma familia de emisiones por esquina de freno, el fabricante seleccionará como vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno aquel vehículo cuyo neumático tenga el menor radio de rodadura dinámico.

A petición del fabricante, la carga por rueda del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno específica podrá incrementarse para cubrir los aumentos de la carga por rueda o las incertidumbres de la carga por rueda de futuros vehículos del mismo tipo o las variaciones del coeficiente de reparto del frenado por fricción. A continuación, se someterá a ensayo la esquina de freno en el banco de ensayo de componentes de freno con este aumento de la carga por rueda. La carga de ensayo por rueda multiplicada por el coeficiente de reparto de frenado por fricción de cualquier miembro de la familia de emisiones por esquina de freno no deberá ser superior al 10 % del valor del producto de origen original. Este mayor valor se convertirá en el nuevo valor determinante del producto de origen.

Cuadro 4

Coefficientes de reparto de frenado por fricción para todos los tipos de electrificación de vehículos

Tipo de freno	Tipo de electrificación del vehículo	Coefficiente de reparto de frenado por fricción (c_{fix})
Frenado por fricción pura	Motores de combustión interna y otros tipos de electrificación de vehículos no incluidos en las categorías de frenado sin fricción del presente cuadro	1,0
Frenado sin fricción (*)	VEH-SCE Cat. 0 (**)	0,90
	VEH-SCE Cat. 1	0,72
	VEH-SCE Cat. 2	0,52
	VEH-CCE	0,34
	VEP	0,17

(*) *Nota:* Los centros de ensayo podrán utilizar coeficientes de reparto de frenado por fricción específicos de cada vehículo medidos y calculados con arreglo al anexo 5 del presente Reglamento, excepto en el caso de los VEH-SCE Cat. 0.

(**) *Nota:* Los tipos de electrificación de vehículos VHPC-SCE y VHPC-CCE se considerarán VEH-SCE Cat. 0 para los fines de este cuadro.

7.2.3. Ensayo de familia de emisiones por esquina de freno

El conjunto de freno de los sistemas de frenado originales y de repuesto originales se someterá a ensayo en el banco de pruebas utilizando la carga de ensayo por rueda, tal como se describe en el apartado 8.1 del anexo 4, correspondiente al vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno.

Las piezas de freno originales y de repuesto originales (discos, pastillas, tambores, zapatas) se someterán a ensayo en el banco de pruebas acoplado a la pieza de freno original correspondiente (por ejemplo, se utilizará una pastilla de freno original para ensayar un disco de freno de repuesto original). Se aplicará la carga de ensayo por rueda, tal como se describe en el apartado 8.1 del anexo 4, correspondiente al vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno.

Los factores de emisiones finales de PM y PN de los frenos correspondientes al vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno se calculan después de multiplicar las emisiones de referencia de PM y PN del freno sometido a ensayo por el coeficiente de reparto de frenado por fricción del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno, tal como se describe en los apartados 12.1.5 y 12.2.4 del anexo 4, respectivamente.

7.3. Requisitos de redondeo

Todos los datos deben tratarse utilizando al menos seis dígitos significativos. Si se dispone de menos dígitos significativos, los datos deben tratarse utilizando todos los dígitos significativos disponibles. No está permitido redondear valores intermedios. Los valores finales de un parámetro determinado podrán redondearse al número de dígitos significativos necesario para coincidir con el número de decimales definido para el parámetro en el apartado 13 del anexo 4. Los criterios de redondeo tienen en cuenta lo siguiente:

- La resolución del valor no puede superar su incertidumbre de medición.
- Si existe un valor preestablecido (por ejemplo, velocidad del vehículo, tasa de desaceleración, duración del evento), se consignará el valor real con un decimal más que el valor preestablecido.
- Si el sistema de medición se utiliza para evaluar resultados con una especificación bilateral (por ejemplo, $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 1\text{ kPa}$), la resolución será 1/20 del intervalo de especificación por defecto o mejor. En una especificación unilateral (por ejemplo, incumplimientos de velocidad $\leq 3\%$), la resolución deberá ser inferior a 1/10 del intervalo de especificación o mejor.
- Los valores obtenidos mediante cálculo (por ejemplo, concentración de fondo de partículas, factores de emisión, promedios) se indicarán con un decimal adicional a los valores de las letras a) y b) del presente apartado.

7.4. Requisitos de filtrado de señales

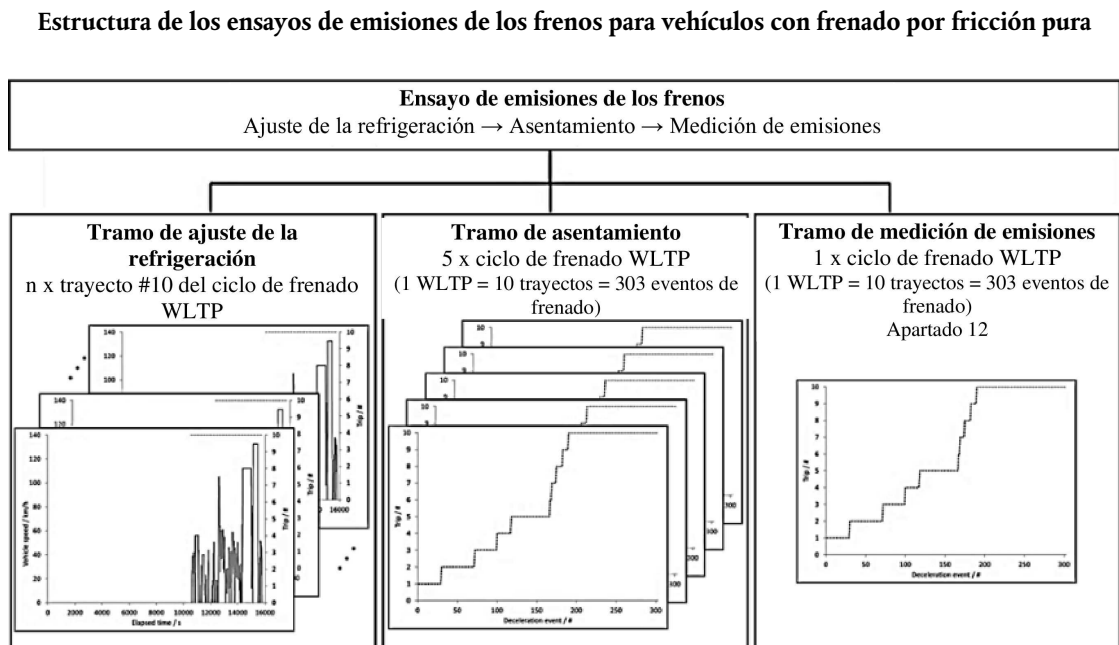
La adquisición de datos, el registro de datos y cada fase de evaluación que reduzca el muestreo a una frecuencia menor de adquisición/registro requieren el filtrado de señales para cumplir el teorema de muestreo de Nyquist-Shannon. Se considera que un filtro de segundo orden con una frecuencia de corte comprendida entre el 25 y el 50 % de esa frecuencia menor de muestreo/registro cumple este criterio y evita el alisado involuntario de la señal.

8. Consideraciones generales

8.1. Tramos del ensayo

Un ensayo de emisiones de frenos se divide en tres tramos. Cada tramo contiene uno o más trayectos con una serie de eventos. Los principales eventos que inducen el trabajo de frenado y generan emisiones de los frenos son los eventos de desaceleración. El gráfico 2 ofrece una visión esquemática de un ensayo de emisiones de frenos.

Gráfico 2



Los tres tramos del ensayo de emisiones de los frenos son:

- a) Ajuste de la refrigeración de los frenos. En este tramo se utiliza el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP. El tramo de ajuste de la refrigeración se describe con detalle en el apartado 10 del anexo 4.
- b) Asentamiento de los frenos. Este tramo incluye la ejecución de cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP. Se lleva a cabo con piezas de freno nuevas. El tramo de asentamiento se describe con detalle en el apartado 11 del anexo 4.
- c) Medición de las emisiones de los frenos. Este tramo incluye la ejecución de un ciclo de frenado WLTP. El tramo de medición de emisiones se describe con detalle en el apartado 12 del anexo 4.

8.2. Etapas de ejecución del ensayo

La correcta ejecución de un ensayo de emisiones de frenos exige que el centro lleve a cabo y documente las siguientes etapas:

- a) Se comprobará que el sistema de ensayo cumple los requisitos definidos en el apartado 7 del anexo 4 en lo que respecta a la disposición del sistema, el caudal de aire de refrigeración, el control de la temperatura y la humedad, las capacidades del dinamómetro de frenos, el diseño de la carcasa del freno, el diseño del túnel de muestreo y el diseño del plano de muestreo.

- b) Se cumplirán todos los requisitos definidos en el apartado 8 del anexo 4 para la preparación del ensayo que impliquen el cálculo y la aplicación de los parámetros de entrada correctos, la configuración del ensayo, la medición de la temperatura del freno y el posicionamiento del freno en la carcasa.
 - c) Se ha de tener la capacidad de ejecutar el ciclo de frenado WLTP conforme al apartado 9 del anexo 4 y demostrar el cumplimiento de los controles de calidad.
 - d) Se ejecutará el tramo de ajuste de la refrigeración de los frenos según se define en el apartado 10 del anexo 4.
 - e) Se ejecutará el tramo de asentamiento de los frenos según se define en el apartado 11 del anexo 4.
 - f) Se ejecutarán todos los elementos del apartado 12 del anexo 4 para la medición de las emisiones de los frenos, incluida la masa de partículas depositadas, el número de partículas suspendidas y la pérdida de masa de los componentes desgastables de los frenos.
 - g) Se consignarán los resultados del ensayo con arreglo al apartado 13 del anexo 4.
 - h) Se cumplirá lo dispuesto en el apartado 14 del anexo 4 en lo que respecta a los requisitos mínimos de calibración y las evaluaciones periódicas de los instrumentos y la configuración utilizados.
9. Modificación y extensión de la homologación de tipo
- 9.1. Toda modificación del tipo de vehículo en cuanto a las emisiones de los frenos y toda inclusión de un nuevo tipo de electrificación o familia de interpolación en una homologación existente deberán notificarse a la autoridad que haya homologado el tipo de vehículo. A continuación, la autoridad de homologación de tipo podrá:
- 9.1.1. considerar que las modificaciones realizadas están contenidas en las familias de emisiones por esquina de freno incluidas en la homologación o que dichas modificaciones probablemente no tengan consecuencias negativas apreciables sobre los valores de la homologación de tipo y, en ese caso, la homologación inicial será válida para el tipo de vehículo modificado, o
 - 9.1.2. solicitar un nuevo acta de ensayo al servicio técnico responsable de la realización de los ensayos.
 - 9.1.3. En caso de que se incluya un nuevo tipo de electrificación o una nueva familia de interpolación, se facilitará una demostración de conformidad con arreglo al apartado 7.1.2 y se notificará de conformidad con el apéndice 3 del anexo 1.
- 9.2. La confirmación o la denegación de la homologación se comunicará a las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante el procedimiento indicado en el apartado 5.3, especificando las modificaciones.
- 9.3. La autoridad de homologación de tipo que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a la extensión e informará de ello a las demás Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme con el modelo del anexo 2 del presente Reglamento.
- 9.4. Extensión de una homologación
- Una homologación de tipo existente podrá extenderse, por ejemplo, añadiendo nuevos modelos de vehículos. Los vehículos añadidos también deberán cumplir los requisitos del apartado 9.1. Para ello puede ser necesaria una verificación adicional por parte de la autoridad de homologación de tipo (por ejemplo, cuando se apliquen diferentes coeficientes de reparto de frenado por fricción).
10. Conformidad de la producción
- Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el apéndice 1 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.3) y cumplirán los requisitos que figuran a continuación.
- A efectos de la comprobación de la conformidad de la producción de los sistemas de frenado por parte del fabricante, se tomarán muestras de la familia de emisiones por esquina de freno de la serie de producción con arreglo al apartado 10.1 y se someterán a ensayo con arreglo al apartado 10.2. A continuación, se evaluará la conformidad del tipo de vehículo con arreglo al apartado 10.3.

10.1. Frecuencia del ensayo de conformidad de la producción de los ensayos de emisiones de los frenos en el banco de ensayo de componentes

Una vez cada doce meses se llevará a cabo una verificación de la conformidad de la producción con arreglo al procedimiento siguiente y al procedimiento estadístico descrito en el apartado 10.4:

- a) Una vez cada doce meses, se elegirán aleatoriamente al menos una y no más de cuatro muestras de cada familia de emisiones por esquina de freno (delantera y trasera) y se someterán a ensayo con la misma configuración del vehículo de origen de la familia que se haya utilizado en la homologación de tipo durante el ciclo de frenado WLTP en un banco de ensayo de componentes.
- b) Una vez cada doce meses, se realizarán al menos una y no más de cuatro evaluaciones de la conformidad de la producción con arreglo al apartado 10.3 y teniendo en cuenta las emisiones por esquina de freno establecidas en la letra a) para la combinación de ejes delantero y trasero.

A efectos del apartado 10.3, los resultados de las emisiones de los componentes de freno delanteros y traseros muestreados y sometidos a ensayo con arreglo a la letra a) podrán utilizarse durante doce meses en diferentes combinaciones para varios tipos de vehículos.

10.2. Medición de las emisiones de los frenos en el banco de ensayo de componentes

Los ensayos de conformidad de la producción de los vehículos de origen de las familias de emisiones por esquina de freno (definidos durante la homologación de tipo) se realizarán en un banco de ensayo de componentes en condiciones de frenado por fricción pura, midiendo las emisiones de PM₁₀ y SPN10. Los ensayos de conformidad de la producción se llevarán a cabo en las siguientes etapas del procedimiento de ensayo de homologación de tipo, pero añadiendo otras dos repeticiones de las mediciones de emisiones después del asentamiento para reducir las incertidumbres de medición y las variabilidades interlaboratorios:

- a) Tramo de ajuste de la refrigeración con arreglo a los datos de homologación de tipo del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno; durante la conformidad de la producción no se producirá ningún cambio de los componentes de freno entre el «tramo de ajuste de la refrigeración» y el «tramo de asentamiento».
- b) Tramo de asentamiento (5 x ciclo de frenado WLTP).
- c) Tramo de medición de emisiones (3 x ciclo de frenado WLTP).

Una vez finalizados los tres ensayos de emisiones, se promediarán aritméticamente los resultados de PM₁₀ del vehículo de origen de cada familia de emisiones por esquina de freno, y estos resultados se utilizarán para la evaluación de la conformidad de la producción descrita en el apartado 10.3.

Los resultados de SPN10 de los tres ensayos de emisiones se medirán a efectos de notificación únicamente hasta que se introduzca un límite.

10.3. Evaluación de la conformidad de la producción

Se considerará que la producción es conforme si se completa con éxito el procedimiento de verificación descrito en el apartado 7.1.2 teniendo en cuenta los factores de emisión de referencia de los vehículos de origen de las familias de emisiones por esquina de freno de los ejes delantero y trasero medidos en el apartado 10.2.

Si falla la verificación mencionada, se elegirá aleatoriamente otra muestra de ambas familias de emisiones por esquina de freno de que se trate, que se someterá a ensayo en las mismas condiciones que las indicadas en el apartado 10.1, letra a), y se completará un nuevo procedimiento de verificación como el descrito anteriormente teniendo en cuenta esta nueva muestra, cuyo resultado se incorporará al procedimiento estadístico descrito en el apartado 10.4.

10.4. Evaluación estadística de las muestras de conformidad de la producción

La decisión depende del tamaño acumulativo de la muestra «n» y de los recuentos de los resultados del ensayo que pasan «p» y fallan «f» respectivamente. Las muestras procederán de diferentes lotes. Para decidir si una muestra de verificación pasa o falla el ensayo, se utilizará el diagrama de decisión del cuadro 5a. Este diagrama indica la decisión que debe tomarse con respecto a un determinado tamaño acumulativo de la muestra «n» y un recuento de resultados fallidos «f».

Es posible adoptar dos decisiones para un procedimiento estadístico relativo al tipo de vehículo y a su valor de emisiones de los frenos del vehículo completo (para ambas familias de frenos delanteros y traseros):

- a) Se decidirá que la «muestra pasa» el ensayo cuando el diagrama de decisión del cuadro 5a arroje el resultado «PASS» con respecto al actual tamaño acumulativo de la muestra «n» y al recuento de resultados fallidos «f»;

- b) Se decidirá que la «muestra falla» el ensayo cuando, para un determinado tamaño acumulativo de la muestra «n», el diagrama de decisión del cuadro 5a arroje el resultado «FAIL» con respecto al actual tamaño acumulativo de la muestra «n» y al recuento de resultados fallidos «f».

Si no se adopta ninguna decisión («UND» = sin decidir), el procedimiento estadístico permanecerá abierto y se incorporarán más resultados hasta que se adopte una decisión.

Para la fase I, hasta el 31 de diciembre de 2029, solo se evaluarán las PM₁₀ con arreglo al cuadro 5a. Cuando los ensayos de conformidad de la producción sean realizados por la autoridad de homologación, en caso de $n = 2$ y $f = 2$, la autoridad de homologación someterá a ensayo las siguientes muestras en un centro de ensayo diferente. A petición del fabricante y con el acuerdo de la autoridad de homologación, en caso de que $n = 2$ y $f = 2$, los ensayos restantes se realizarán en el mismo centro utilizado para la homologación de tipo bajo la supervisión del servicio técnico o la autoridad de homologación de tipo.

Cuadro 5a

Diagrama de decisión para la verificación de pasa/falla

Recuento de resultados fallidos f	3			FAIL	FAIL
	2		UND	UND	PASS
	1	UND	PASS	PASS	PASS
	0	PASS	PASS	PASS	PASS
		1	2	3	4
		n			

n = tamaño acumulativo de la muestra (combinación de componentes de los frenos delanteros y traseros = «emisión de los frenos del vehículo completo»)

A partir del 1 de enero de 2030, las emisiones de PM₁₀ y SPN10 se evaluarán conforme al cuadro 5b. Durante la fase II, en caso de que las emisiones de PM₁₀ de una muestra n superen el límite reglamentario en más de 2,0 mg/km, la evaluación de la conformidad de la producción dará un resultado fallido sin necesidad de realizar más muestreos y ensayos.

Cuadro 5b

Diagrama de decisión para la verificación de pasa/falla

[Reservado]

11. Sanciones por falta de conformidad de la producción
 - 11.1. La homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos descritos en el apartado 10 del presente Reglamento.
 - 11.2. Si una Parte contratante del Acuerdo de 1958 que aplique el presente Reglamento retira una homologación que haya concedido anteriormente, deberá comunicarlo de inmediato a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario conforme con el modelo que figura en el anexo 2 del presente Reglamento.
12. Cese definitivo de la producción
 - 12.1. Si el titular de una homologación cesa por completo la fabricación de un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. Una vez recibida la correspondiente comunicación, dicha autoridad informará a las demás Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante copias del formulario de comunicación conforme con el modelo que figura en el anexo 2 del presente Reglamento.

13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
- 13.1. Las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría General de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que conceden la homologación y a las cuales deban remitirse los formularios de certificación de la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.
14. Disposiciones especiales
- 14.1. Disposiciones relativas a vehículos especiales
- 14.1.1. Disposiciones relativas a vehículos blindados

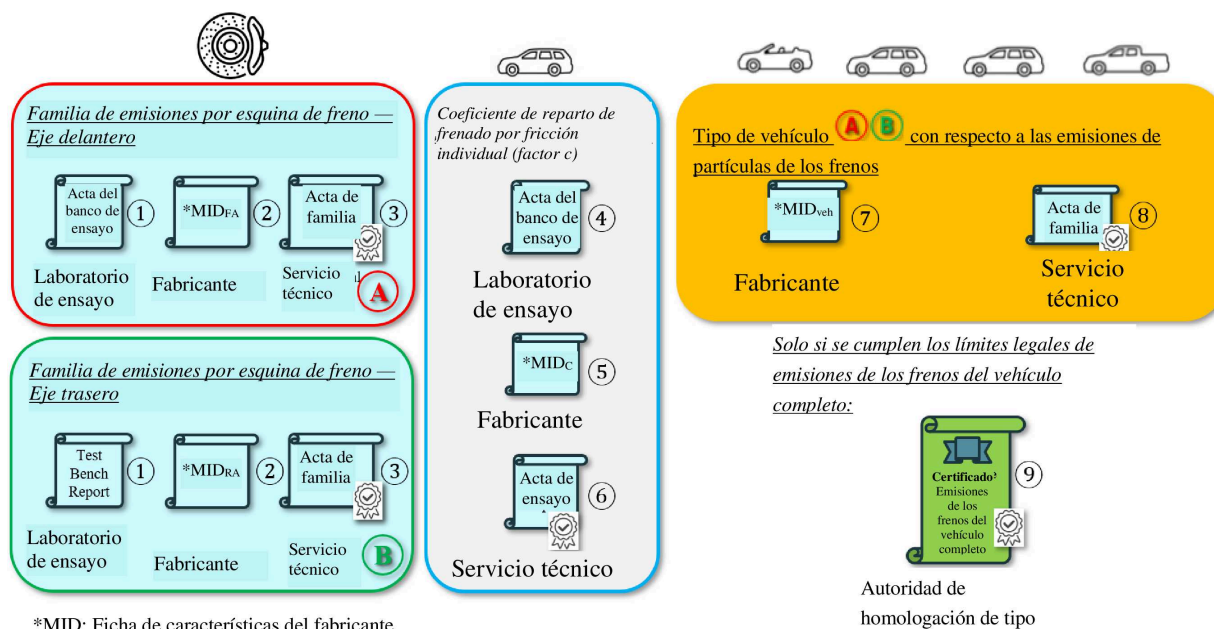
La autoridad de homologación de tipo podrá conceder homologaciones de tipo, incluidas exenciones de los requisitos del presente Reglamento, a vehículos blindados de conformidad con el apartado 2.5.2 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), si el fabricante demuestra que el vehículo no puede cumplir los requisitos debido a su finalidad especial.
- 14.2. El tipo de vehículo especial y las exenciones concedidas se describirán en el certificado de homologación de tipo de conformidad con el anexo 2 del presente Reglamento.

ANEXO 1

Ficha de características

Gráfico A1/1

Resumen de las diferentes actas durante la homologación de las emisiones de los frenos, únicamente con fines de referencia y orientación



Parámetros de entrada

Los parámetros de la ficha de características deberán especificarse utilizando las unidades y el número de decimales adecuados de conformidad con el cuadro 1.

Cuadro 1

Parámetros de la ficha de características

Apartado	Parámetros	Unidad	Decimales
8.13.4.1.1.1.	Distribución de la fuerza de frenado	%	1
8.13.4.2.2.	Emisiones de partículas de los frenos	mg/km	3
8.13.4.2.1.	Coeficiente de reparto de frenado por fricción	-	2
8.13.2.4.2.	Diámetro del disco	mm	0
8.13.3.5.	Diámetro del tambor	mm	0
8.13.2.6.5.	Diámetro del pistón	mm	2
8.13.2.4.1.	Masa del disco	g	0
8.13.3.4.	Masa del tambor	g	0
8.13.4.1.1.2	Carga nominal por rueda	kg	3
8.13.2.6.4.	Número de pistones por mordaza	-	0
8.13.2.7.3.	Tamaño de la pastilla de freno	cm ²	1
8.13.3.7.4.	Tamaño de la zapata de freno	cm ²	1
8.13.2.4.3.	Espesor del disco	mm	0

Ficha de características

Acta ⑦ en el gráfico A1/1 del presente Reglamento.

MODELO DE FICHA DE CARACTERÍSTICAS N.º

0	DISPOSICIONES GENERALES
0.1.	Marca (nombre comercial del fabricante):
0.2.	Tipo:
0.2.1.	Nombres comerciales (si están disponibles):
0.2.3.	Identificadores de familia:
0.2.3.14.	Tipo de vehículo en cuanto a las emisiones de los frenos:
0.2.3.15.	Familia de emisiones por esquina de freno del eje delantero:
0.2.3.16.	Familia de emisiones por esquina de freno del eje trasero:
0.2.3.17.	Coefficiente de reparto de frenado por fricción (fijo o identificador del acta)
0.4.	Categoría del vehículo (c):
0.4.1.	Tipos de electrificación del vehículo (ICE, VHPC-SCE, VHPC-CCE, VEP, VEPC):...
0.5.	Nombre y dirección del fabricante
0.8.	Nombre y dirección de las plantas de montaje:
0.9.	Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso):
1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN
1.1.	Fotografías o dibujos de un vehículo, un componente o una unidad técnica independiente de carácter representativo (1):
1.3.	Número de ruedas:
1.3.3.	Ejes motores (número, localización, interconexión):
2.	MASAS Y DIMENSIONES (f) (g) (7) (en kg y mm) (remítase a un dibujo si procede)
2.6.	Masa en orden de marcha (h) (a) máxima y mínima de cada variante:
2.6.1.	Distribución de dicha masa entre los ejes (máxima y mínima de cada variante):
2.6.3.	Masa rotacional: 3 % de la suma de la masa en orden de marcha más 25 kg, o valor, por eje (kg):
2.8.	Masa máxima en carga técnicamente admisible declarada por el fabricante (i) (3):

3. CONVERTIDOR DE LA ENERGÍA DE PROPULSIÓN (k) (repítase según proceda para cada tipo de electrificación)
 - 3.1. Fabricante de los convertidores de la energía de propulsión:
 - 3.1.1. Código del fabricante (marcado en el convertidor de energía de propulsión o por otro medio de identificación):
 - 3.2. Motor de combustión interna
 - 3.2.1.1. Principio de funcionamiento: encendido por chispa / encendido por compresión / combustible dual (1)
Ciclo: de cuatro tiempos / de dos tiempos / rotativo (1)
 - 3.2.1.2. Número y disposición de los cilindros:
 - 3.2.1.3. Cilindrada (m):cm³
 - 3.2.1.4. Relación volumétrica de compresión (2):
 - 3.2.1.8. Potencia nominal del motor (n):kW amin⁻¹ (valor declarado por el fabricante)
 - 3.2.1.10. Par neto máximo (n):Nm amin⁻¹ (valor declarado por el fabricante)
 - 3.2.2. Combustible
 - 3.2.2.1. Gasóleo/Gasolina/GLP/GN o biometano/etanol (E 85)/biodiésel/hidrógeno (1), (6)
 - 3.2.4.3.4.1. Marca y tipo de la unidad de control electrónico (ECU):
 - 3.2.4.3.4.1.1. Versión del *software* de la unidad de control electrónico:
 - 3.3. Grupo motopropulsor eléctrico (únicamente para VEP)
 - 3.3.1. Descripción general de un grupo motopropulsor eléctrico
 - 3.3.1.1. Marca:
 - 3.3.1.2. Tipo:
 - 3.3.1.3. Utilización (1): monomotor/multimotor (número):
 - 3.3.1.4. Disposición de la transmisión: paralela/transversal/otras (especifíquese):
 - 3.3.1.5. Tensión de ensayo:V
 - 3.3.1.6. Régimen nominal del motor:min⁻¹
 - 3.3.1.9. Potencia máxima:kW
 - 3.3.2. SAEER de tracción
 - 3.3.2.1. Nombre comercial y marca del SAEER:
 - 3.3.2.2. Tipo de par electroquímico:
 - 3.3.2.3. Tensión nominal:V
 - 3.3.2.5.1. Energía del SAEER:kWh

- 3.3.2.5.2. Capacidad del SAEER: Ah en 2 h
- 3.3.2.5.3. Tensión al final de la descarga: V
- 3.3.2.8. Número de celdas:
- 3.3.2.11. Unidad de control del sistema de gestión de la batería
 - 3.3.2.11.1. Marca:
 - 3.3.2.11.2. Tipo:
 - 3.3.2.11.3. Número de identificación:
- 3.3.3. Motor eléctrico
 - 3.3.3.1. Principio de funcionamiento:
 - 3.3.3.1.1. corriente continua / corriente alterna (1) / número de fases:
 - 3.3.3.1.2. excitación separada / en serie / compuesta (1)
 - 3.3.3.1.3. síncrono/asíncrono (1)
 - 3.3.3.1.4. rotor bobinado / con imanes permanentes / con bastidor (1)
 - 3.3.3.1.5. número de polos del motor:
 - 3.3.3.2. Masa de inercia:
- 3.3.4. Controlador de potencia
 - 3.3.4.1. Marca:
 - 3.3.4.2. Tipo:
 - 3.3.4.2.1. Número de identificación:
 - 3.3.4.3. Principio de control: vectorial / de bucle abierto / cerrado / otros (especifíquese): (1)
- 3.4. Combinaciones de convertidores de energía de propulsión
 - 3.4.1. Vehículo eléctrico híbrido: sí/no (1)
 - 3.4.2. Categoría de vehículo eléctrico híbrido: con carga exterior (CCE) / sin carga exterior (SCE) (1)
 - 3.4.3. Conmutador del modo de funcionamiento: con/sin (1)
 - 3.4.3.1. Modos seleccionables
 - 3.4.3.1.1. Eléctrico puro: sí/no (1)
 - 3.4.3.1.2. Solo combustible: sí/no (1)
 - 3.4.3.1.3. Modos híbridos: sí/no (1)
(en caso afirmativo, breve descripción):

- 3.4.4. Descripción del dispositivo de acumulación de energía: (SAEER, condensador, volante de inercia / generador)
 - 3.4.4.1. Marca(s):
 - 3.4.4.2. Tipo(s):
 - 3.4.4.3. Número de identificación:
 - 3.4.4.4. Tipo de par electroquímico:
 - 3.4.4.5. Energía:(para el SAEER: tensión y capacidad, Ah en 2 h; para el condensador: J,)
 - 3.4.4.6. Cargador: a bordo / externo / sin cargador (1)
 - 3.4.4.8. Unidad de control del sistema de gestión de la batería
 - 3.4.4.8.1. Marca:
 - 3.4.4.8.2. Tipo:
 - 3.4.4.8.3. Número de identificación:
- 3.4.5. Máquina eléctrica (describese cada tipo de máquina eléctrica por separado)
 - 3.4.5.1. Marca:
 - 3.4.5.2. Tipo:
 - 3.4.5.3. Uso básico: motor de tracción / generador (1)
 - 3.4.5.3.1. Cuando se usa como motor de tracción: monomotor/multimotor (número) (1):
 - 3.4.5.4. Potencia máxima:kW
 - 3.4.5.5. Principio de funcionamiento
 - 3.4.5.5.1. Corriente continua / corriente alterna / número de fases:
 - 3.4.5.5.2. Excitación separada / en serie / compuesta (1)
 - 3.4.5.5.3. Síncrono/asíncrono (1)
- 3.4.6. Unidad de control
 - 3.4.6.1. Marca(s):
 - 3.4.6.2. Tipo(s):
 - 3.4.6.3. Número de identificación:
- 3.4.7. Controlador de potencia
 - 3.4.7.1. Marca:
 - 3.4.7.2. Tipo:

- 3.4.7.3. Número de identificación:
- 3.4.10. VHPC: sí/no (1)
 - 3.4.10.1. Tipo de pila de combustible
 - 3.4.10.1.2. Marca:
 - 3.4.10.1.3. Tipo:
 - 3.4.10.1.4. Tensión nominal (V):
 - 3.4.10.2. Descripción del sistema (principio de funcionamiento de la pila de combustible, dibujo, etc.):
- 3.4.11. Convertidores de energía eléctrica
 - 3.4.11.1. Convertidor de energía eléctrica entre la máquina eléctrica y el SAEER de tracción
 - 3.4.11.1.1. Marca:
 - 3.4.11.1.2. Tipo:
 - 3.4.11.1.3. Potencia nominal declarada: W
 - 3.4.11.2. Convertidor de energía eléctrica entre el SAEER de tracción y la fuente de alimentación de baja tensión
 - 3.4.11.2.1. Marca:
 - 3.4.11.2.2. Tipo:
 - 3.4.11.2.3. Potencia nominal declarada: W
 - 3.4.11.3. Convertidor de energía eléctrica entre el enchufe de recarga y el SAEER de tracción
 - 3.4.11.3.1. Marca:
 - 3.4.11.3.2. Tipo:
 - 3.4.11.3.3. Potencia nominal declarada: W
- 4 TRANSMISIÓN (p)
 - 4.4. Embragues
 - 4.4.1. Tipo:
 - 4.5. Caja de cambios
 - 4.5.1. Tipo [manual/automática/CVT (transmisión variable continua)] (1)
 - 4.5.1.5. Número de embragues:

- 4.6. Relaciones de transmisión
- Marcha Relaciones internas de la caja de cambios (relaciones entre las revoluciones del motor y las del eje de transmisión de la caja de cambios)
- Relaciones de transmisión finales (relaciones entre las revoluciones del eje de transmisión de la caja de cambios y las de las ruedas motrices)
- Total de relaciones de transmisión
- Máxima para CVT 1
- 2
- 3
-
- Mínima para CVT
- 4.6.1 Cambio de marcha (no aplicable en caso de transmisión automática)
- 4.6.1.1. Se excluye la primera: sí/no (1)
- 4.6.1.2. n_{95_high} para cada marcha: min^{-1}
- 4.6.1.3. n_{min_drive}
- 4.6.1.3.1. Primera: min^{-1}
- 4.6.1.3.2. Primera a segunda: min^{-1}
- 4.6.1.3.3. Segunda hasta parada: min^{-1}
- 4.6.1.3.4. Segunda: min^{-1}
- 4.6.1.3.5. Tercera en adelante: min^{-1}
- 4.6.1.4. $n_{min_drive_set}$ para las fases de aceleración/ velocidad constante ($n_{min_drive_up}$): min^{-1}
- 4.6.1.5. $n_{min_drive_set}$ para las fases de desaceleración ($n_{min_drive_down}$):
- 4.6.1.6. Período de tiempo inicial
- 4.6.1.6.1. t_{start_phase} : s
- 4.6.1.6.2. $n_{min_drive_start}$: min^{-1}
- 4.6.1.6.3. $n_{min_drive_up_start}$: min^{-1}
- 4.6.1.7. Utilización de ASM: sí/no (1)
- 4.6.1.7.1. Valores del ASM: a min^{-1}
- 4.7. Velocidad máxima por construcción del vehículo (en km/h) (q):

6	SUSPENSIÓN
6.6.	Neumáticos y ruedas
6.6.1.	Combinaciones de neumático y rueda
6.6.1.1.	Ejes
6.6.1.1.1.	Eje 1:
6.6.1.1.1.1.	Designación del tamaño de los neumáticos
6.6.1.1.2.	Eje 2:
6.6.1.1.2.1.	Designación del tamaño de los neumáticos etc.
6.6.2.	Límites superior e inferior de los radios de rodadura
6.6.2.1.	Eje 1:
6.6.2.2.	Eje 2:
6.6.3.	Presión de los neumáticos recomendada por el fabricante: kPa
8.13.	FRENO DE FRICCIÓN
8.13.1.	Conjunto del sistema de frenado
8.13.1.1.	Tipo de conjunto del sistema de frenado (familias de emisiones por esquina de freno del eje delantero y del eje trasero en combinación con el coeficiente de reparto de frenado por fricción)
8.13.1.2.	Disco/tambor del eje delantero
8.13.1.3.	Disco/tambor del eje trasero
8.13.2.	Disco
8.13.2.1.	Tipo de disco (identificación)
8.13.2.2.	Construcción del disco (macizo, ventilado \ simple, doble)
8.13.2.3.	Marca del disco
8.13.2.4.	Masa y dimensiones del disco
8.13.2.4.1.	Masa del disco [g]
8.13.2.4.2.	Diámetro del disco [mm]
8.13.2.4.3.	Espesor del disco [mm]
8.13.2.5.	Superficie de fricción del disco
8.13.2.5.1.	Formulación del material de las superficies de fricción (por ejemplo, código de material)

8.13.2.5.2.	Recubrimiento (sí/no)	
8.13.2.5.2.1.	Tipo de recubrimiento	
8.13.2.6.	Mordaza	
8.13.2.6.1.	Tipo de mordaza (identificación)	
8.13.2.6.2.	Construcción de la mordaza (flotante o fija)	
8.13.2.6.3.	Marca de la mordaza	
8.13.2.6.4.	Número de pistones	
8.13.2.6.5.	Diámetro de los pistones	
8.13.2.6.6.	Tipo de elementos de retracción	
8.13.2.7.	Pastillas de freno	
8.13.2.7.1.	Tipo de pastillas de freno (identificación)	
8.13.2.7.2.	Marca de las pastillas de freno	
8.13.2.7.3.	Tamaño de las pastillas de freno [cm ²]	
8.13.2.7.4.	Forma de las pastillas de freno (por ejemplo, dibujo)	
8.13.2.7.5.	Superficie de fricción de las pastillas de freno	
8.13.2.7.6.	Formulación del material de las pastillas de freno (por ejemplo, código de material)	
8.13.2.7.7.	Placa de soporte	
8.13.3.	Tambor de freno	
8.13.3.1.	Tipo de tambor (identificación)	
8.13.3.2.	Construcción del tambor (simplex o dúplex)	
8.13.3.3.	Marca del tambor	
8.13.3.4.	Masa del tambor [g]	
8.13.3.5.	Diámetro del tambor [mm]	
8.13.3.6.	Superficie de fricción del tambor	
8.13.3.6.1.	Formulación del material del tambor (por ejemplo, código de material)	
8.13.3.7.	Zapatas de freno	
8.13.3.7.1.	Tipo de zapatas de freno (identificación)	
8.13.3.7.2.	Construcción de las zapatas de freno	
8.13.3.7.3.	Marca de las zapatas de freno	

- 8.13.3.7.4. Tamaño de las zapatas de freno [cm²]
- 8.13.3.7.5. Diseño de las zapatas de freno (por ejemplo, dibujo)
- 8.13.3.7.6. Superficie de fricción de las zapatas de freno
- 8.13.3.7.7. Formulación del material de las zapatas de freno (por ejemplo, código de material)
- 8.13.3.7.8. Contraplato
- 8.13.4. Valores declarados por el fabricante
- 8.13.4.1. Parámetros de ensayo
- 8.13.4.1.1. Parámetro del ensayo de emisiones de partículas de los frenos (para cada familia de emisiones por esquina de freno)
- 8.13.4.1.1.1. Distribución de la fuerza de frenado
- 8.13.4.1.1.2. Carga nominal por rueda
- 8.13.4.1.2. Parámetros del vehículo de ensayo para la medición del coeficiente de reparto del frenado por fricción (si procede).

Vehículo	Vehículo de ensayo	V representativo [solo para la familia de matrices de resistencia al avance en carretera (*)]	Valores por defecto
Tipo de carrocería del vehículo			
Método de resistencia al avance en carretera utilizado (medición o cálculo por familia de resistencia al avance en carretera)		—	
Marca y tipo de los neumáticos, en caso de medición			
Dimensiones de los neumáticos (delanteros/traseros), en caso de medición			
Resistencia a la rodadura de los neumáticos (delanteros/traseros) (kg/t)			
Presión de los neumáticos (delanteros/traseros) (kPa), en caso de medición			
Masa de ensayo del vehículo (kg)			
Masa en orden de marcha (kg)		—	—
Masa máxima en carga técnicamente admisible (kg)		—	—
f_0 (N)			
f_1 [N/(km/h)]			
f_2 [N/(km/h) ²]			
Superficie delantera m ² (0,000 m ²)	—		
Demanda de energía del ciclo (J)			

- 8.13.4.2. Valores declarados por el fabricante
 - 8.13.4.2.1. Valor declarado por el fabricante para el coeficiente de reparto de frenado por fricción (si procede)
 - 8.13.4.2.2. Valor declarado por el fabricante para las emisiones de partículas de los frenos
 - 12. VARIOS
 - 12.10. Dispositivos o sistemas con modos seleccionables por el conductor que influyen en las emisiones de CO₂, el consumo de combustible, el consumo de energía eléctrica o las emisiones de referencia y carecen de un modo predominante: sí/no (1)
 - 12.10.4. Ensayo de factor c (si procede) (indíquese con respecto a cada dispositivo o sistema)
 - 12.10.4.1. Modo más desfavorable:(referencia al documento para funciones específicas de frenado con incidencia en el coeficiente de reparto de frenado por fricción)
-

Anexo 1 — Apéndice 1

Acta de ensayo de la familia de emisiones por esquina de freno (repítase para los ejes delantero y trasero)

Acta ③ en el gráfico A1/1 del presente Reglamento.

Identificador de familia:

Fabricante:

Acta del ensayo de familia de emisiones por esquina de freno

Reglamento n.º 179 de las Naciones Unidas

Modificado por:

Solicitante	:	
Fabricante	:	
Asunto	:	
Identificador de familia de emisiones por esquina de freno	:	
ID del ensayo	:	

Identificador de familia:

Fabricante:

Generalidades		
Masa de ensayo del vehículo [kg]	:	
Coefficiente de reparto de frenado por fricción	:	
Eje	:	
Orientación del freno	:	
Distribución de la fuerza de frenado [%]	:	
Tipo de dispositivo de fijación	:	
Código de identificación del disco o tambor	:	
Código de identificación del material de fricción	:	
Carga nominal por rueda [kg]	:	
Carga de ensayo (o aplicada) por rueda [kg]	:	
Radio de rodadura dinámico del neumático [mm]	:	
Radio efectivo del freno [mm]	:	
Inercia nominal de frenado [kgm ²]	:	
Inercia de ensayo de frenado (o aplicada al freno) [kgm ²]	:	

Diámetro exterior del disco/tambor [mm]	:	
Masa del disco [kg]	:	
Relación WL_{n-f} / DM [--]	:	
Número de pistones por lado	:	
Diámetro medio (o hidráulico) del pistón [mm]	:	
Posición de montaje de la mordaza	:	
Par de apriete del tornillo que sujeta la mordaza al dispositivo de fijación [Nm]	:	
Par de apriete del tornillo que sujeta el disco o tambor al cubo de la rueda [Nm]	:	
Eficiencia de la mordaza de freno o del tambor de freno [%]	:	

Identificador de familia:

Fabricante:

Presión umbral [kPa]	:	
Valor real de alabeo del freno [μm]	:	
Control de fugas del sistema		
El caudal medio de aire cumple los requisitos establecidos en el presente Reglamento	:	

Dinamómetro de frenos y sistema de automatización		
El equipo de medición cumple los requisitos del apartado 7 del anexo 4 del presente Reglamento	:	

Diseño de la carcasa del freno		
Número Reynolds a la entrada de la carcasa [--]	:	
La velocidad del aire en cada posición del plano C utilizado para verificar la uniformidad de la velocidad no varía en más del ± 35 % de la media aritmética de todas las mediciones del caudal de aire operativo mínimo de la configuración de ensayo	:	
La velocidad del aire en cada posición del plano C utilizado para verificar la uniformidad de la velocidad no varía en más del ± 20 % de la media aritmética de todas las mediciones del caudal de aire operativo máximo de la configuración de ensayo	:	

El diseño de la carcasa del freno cumple las especificaciones del apartado 7.4.2, letras a) a i), del anexo 4 del presente Reglamento	:	
---	---	--

Conjunto de freno		
Se cumplen las condiciones de ensayo establecidas en el apartado 8 del anexo 4 del presente Reglamento	:	
Rotación de los frenos	:	
El disco o tambor de freno sometido a ensayo gira en la dirección de la evacuación	:	

Identificador de familia:

Fabricante:

Temperatura inicial		
Se cumplen los requisitos de ensayo	:	

Interrupciones del ciclo de frenado WLTP		
Incidencia	:	
Se han tomado todas las medidas necesarias de conformidad con las especificaciones definidas en los apartados 9.3.1. a 9.3.3 del anexo 4 del presente Reglamento.	:	

Caudal medio de aire de refrigeración		Tramo		
		Ajuste de refrigeración	Asentamiento	Medición de emisiones
Ciclo	[--]	1	1...5	1
Temperatura media del aire de refrigeración 1)	[°C]			
Incumplimientos de valores instantáneos 1)	[%]			
Humedad relativa media del aire de refrigeración 1)	[%]			
Incumplimientos de valores instantáneos 1)	[%]			
Humedad específica media del aire de refrigeración 1)	[mg H ₂ O/g] (aire seco)			

1) Se verifican las pruebas del cumplimiento de todas las especificaciones con arreglo al presente Reglamento.

Identificador de familia:

Fabricante:

Caudal de aire de refrigeración		Tramo		
		Ajuste de refrigeración	Asentamiento	Medición de emisiones
Ciclo	[--]	1	1...5	1
Caudal de aire nominal (o preestablecido) 1)	[m ³ /h]			
Caudal de aire medio 1)	[m ³ /h]			
Diferencia con el caudal de aire nominal 1)	[%]			
Caudal de aire medio normalizado 1)	[Nm ³ /h]			
Incumplimientos de valores instantáneos de caudal de aire 1)	[%]		--	

1) Se verifican las pruebas del cumplimiento de todas las especificaciones con arreglo al presente Reglamento.

Incumplimientos de velocidad		Tramo		
		Ajuste de refrigeración	Asentamiento	Medición de emisiones
Ciclo	[--]	1	1...5	1
Incumplimientos de velocidad 1)	[%]			

1) Se verifican las pruebas del cumplimiento de todas las especificaciones con arreglo al presente Reglamento.

Identificador(es) de familia:

Fabricante:

Número de desaceleraciones	
Recuento con «Duración hasta parada»	:
Recuento con «Tasa de desaceleración»	:

Disipación de energía cinética				
		Tramo		
		Ajuste de refrigeración	Asentamiento	Medición de emisiones
Ciclo	[--]	1	1...5	1
wf 1)	[J/kg]			
Desviación respecto al valor nominal 1)	[%]			

1) Se verifican las pruebas del cumplimiento de todas las especificaciones con arreglo al presente Reglamento.

Identificador(es) de familia:

Fabricante:

Relación entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco o tambor [--]

:

Ajuste del caudal de aire de refrigeración

Temperaturas del freno durante el trayecto #10

ABT — Valor medido [°C]

:

ABT — Diferencia con el valor buscado [°C]

:

IBT — Valor medido [°C]

:

IBT — Diferencia con el valor buscado [°C]

:

FBT — Valor medido [°C]

:

FBT — Diferencia con el valor buscado [°C]

:

Definición del caudal nominal (preestablecido) de aire de refrigeración para el freno específico

FBT — Diferencia con el valor buscado [°C]

:

Tramo de asentamiento

Se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 11 del anexo 4 del presente Reglamento

:

Caudal de muestreo de PM			
		PM2,5	PM10
Caudal nominal [l/min]	:		
Caudal medido normalizado [Nl/min]	:		
Relación isocinética [--]	:		
El caudal de muestreo de PM para la relación isocinética cumple las especificaciones del apartado 12.1.2.3, letras a) a i), del anexo 4 del presente Reglamento	:		

Identificador de familia:

Fabricante:

Caudal de muestreo de PN			
			SPN10
Caudal medido normalizado [Nl/min]	:		
Relación isocinética [--]	:		
El caudal de muestreo para la relación isocinética cumple las especificaciones del apartado 12.2.3.2, letras a) a h), del anexo 4 del presente Reglamento	:		

Muestreo de PM/PN			
Se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 12 del anexo 4 del presente Reglamento	:		
Esquema de disposición del muestreo	:		

Procedimiento de pesaje			
Primera medición de emisiones		PM2,5	PM10
Peso del filtro antes del muestreo, corregido [μg]	:		
Peso del filtro después del muestreo, corregido [μg]	:		
Segunda medición de emisiones		PM2,5	PM10
Peso del filtro antes del muestreo, corregido [μg]	:		
Peso del filtro después del muestreo, corregido [μg]	:		

Tercera medición de emisiones		PM2,5	PM10
Peso del filtro antes del muestreo, corregido [μg]	:		
Peso del filtro después del muestreo, corregido [μg]	:		

Identificador(es) de familia:

Fabricante:

Media de la primera, segunda y tercera mediciones de emisiones		PM2,5	PM10
Peso del filtro antes del muestreo, corregido [μg]	:		
Peso del filtro después del muestreo, corregido [μg]	:		

Carga final del filtro [μg]	:		
--	---	--	--

Cálculo del factor de emisión de PM			
Primera medición de emisiones		PM2,5	PM10
Factor de emisión de referencia [mg/km]	:		

Segunda medición de emisiones		PM2,5	PM10
Factor de emisión de referencia [mg/km]	:		

Tercera medición de emisiones		PM2,5	PM10
Factor de emisión de referencia [mg/km]	:		

Factor de emisión final [mg/km]	:		
---	---	--	--

Factor de emisión de PN			
Primera medición de emisiones			SPN10
Factor de emisión de referencia [$\#/ \text{km}$]	:		

Segunda medición de emisiones			SPN10
Factor de emisión de referencia [$\#/ \text{km}$]	:		

Identificador de familia:

Fabricante:

Tercera medición de emisiones		SPN10
Factor de emisión de referencia [# /km]	:	
FE _{ref} final [# /km]	:	
Las emisiones en [# /Ncm ³] se encuentran dentro del intervalo de medición especificado del dispositivo PNC	:	

Medición de la pérdida de masa	
Masa anterior al ensayo del disco/tambor [mg]	:
Masa anterior al ensayo del material de fricción [mg]	:
Masa posterior al ensayo del disco/tambor [mg]	:
Masa posterior al ensayo del material de fricción [mg]	:
Pérdida de masa total [mg]	:
Distancia total recorrida [km]	:
Factor de emisión basado en la pérdida de peso [mg / km]	:

Requisitos de calibración	
Se cumplen los requisitos de calibración establecidos en el apartado 14 del anexo 4 del presente Reglamento	:

Conclusión

N.º de orden

Correo electrónico

Teléfono

Fax

Fin del acta de ensayo

Anexo 1 — Apéndice 2

Acta de ensayo del coeficiente de reparto de frenado por fricción (factor c) individual (repítase según proceda para cada medición individual)

Acta © en el gráfico A1/1 del presente Reglamento.

Acta de ensayo n.º:

Identificador del acta del coeficiente de reparto de frenado por fricción:

Fabricante:

Acta de ensayo del coeficiente de reparto de frenado por fricción individual (factor c)

Reglamento n.º 179 de las Naciones Unidas

Modificado por:

Solicitante	:	
Fabricante	:	
Asunto	:	Determinación de los factores c según el anexo 5 del Reglamento de las Naciones Unidas
Identificador del acta del coeficiente de reparto de frenado por fricción	:	

Objeto sometido a ensayo	
Marca del vehículo	:
Identificador de la familia IP	:

Ficha de características	
N.º	:
Fecha de expedición	:
Fecha de la última modificación	:

Generalidades	
Número de prototipo	:
NIV	:
Categoría	:
Carrocería	:
Ruedas motrices	:

Freno de fricción (se repetirán los puntos siguientes por cada eje)				
Tipo de conjunto del sistema de frenado (eje delantero/ trasero)	:			
Disco o tambor (eje delantero/trasero)	:			
Marca del disco/tambor (eje delantero/trasero)	:			
Tipo de disco/tambor (eje delantero/trasero)	:			
Tipo de mordaza (eje delantero/trasero)	:			
Construcción de la mordaza (eje delantero/trasero)	:			
Marca de la mordaza (eje delantero/trasero)	:			
Tipo de elementos de retracción (eje delantero/ trasero)	:			
Tipo de pastillas o zapatas de freno (eje delantero/trasero)	:			
Marca de las pastillas o zapatas de freno (eje delantero/trasero)	:			
Arquitectura del grupo motopropulsor				
Tipo de electrificación del vehículo	:			
Motor de combustión interna (si procede)				
Marca	:			
Tipo	:			
Principio de funcionamiento	:			
Número de cilindros y disposición	:			
Cilindrada [cm ³]	:			
Potencia nominal del motor	:	[kW] a		[rpm]
Par neto máximo	:	[Nm] a		[rpm]

Unidad de control		
Referencia de la pieza (igual que en la ficha de características)	:	
Software sometido a ensayo (lectura mediante escáner, por ejemplo)	:	
Software (carácter de los datos)	:	

Transmisión		
Caja de cambios	:	
Modo con menor recuperación (normal / de tracción / eco / ... / ...)	:	
Referencia de la pieza (igual que en la ficha de características)	:	
Software sometido a ensayo (lectura mediante escáner, por ejemplo)	:	
Software (carácter de los datos)	:	

Neumáticos		
Marca	:	
Tipo	:	
Dimensiones (delanteros/ traseros)	:	
Circunferencia dinámica del neumático delantero [m]	:	
Presión de los neumáticos (delanteros/traseros) [kPa]	:	

Máquina eléctrica (si procede)		
Marca	:	
Tipo	:	
Potencia de pico [kW]	:	

SAEER de tracción (si procede)		
Marca	:	
Tipo	:	

Capacidad [Ah]	:	
Tensión nominal [V]	:	

Pila de combustible (si procede)		
Marca	:	
Tipo	:	
Potencia máxima [kW]	:	
Tensión nominal [V]	:	

Electrónica de potencia (si procede)		
Convertidor de propulsión Marca / tipo	:	
Potencia [kW]	:	
Sistema de baja tensión Marca / tipo	:	
Potencia [kW]	:	

Sistema de gestión de baterías (si procede)		
Marca	:	
Tipo	:	
Referencia de la pieza (igual que en la ficha de características)	:	
Software sometido a ensayo (lectura mediante escáner, por ejemplo)	:	
Software (carácter de los datos)	:	

Descripción del vehículo		
Masa de ensayo [kg]	:	
MRO [kg]	:	
f0 [N]	:	
f1 [N/(km/h)]	:	
f2 [N/(km/h) ²]	:	

Descripción del ensayo		
Ciclo	:	
Método de ajuste del dinamómetro de chasis	:	
Dinamómetro en modo de tracción a las cuatro ruedas	:	
Modo de funcionamiento en dinamómetro	:	
Modo de desaceleración libre	:	
Método para la determinación del par de frenado por fricción	:	
$P_{\text{threshold}}$ delantero / trasero [kPa] (si procede)	:	
$C_{p,b}$ delantero / trasero [Nm/kPa] (si procede)	:	
Inicio y final del estado de carga del SAEER de tracción [%]	:	
Fecha de los ensayos (dd.mm.aaaa)	:	
Lugar de los ensayos (dinamómetro de chasis, ubicación, país)	:	
Altura del borde inferior del ventilador de refrigeración respecto del suelo [cm]	:	
Posición lateral del centro del ventilador (si se ha modificado a petición del fabricante)	:	
Distancia desde la parte delantera del vehículo [cm]	:	
IWR: Índice de inercia [%]	:	
RMSSE: Error cuadrático medio de la velocidad [km/h]	:	
IPDW: Trabajo por diferencia de potencia inercial [J/kg]	:	
IPDR: Índice de diferencia de potencia inercial [%]	:	

Resultados del ensayo					
Número de ensayo					
Frenos b	FL	FR	RL	RR	Combinados
Wbrake, b [J]					
Wref [J]	--				
Coefficiente de reparto de frenado por fricción	--				
Coefficiente de reparto de frenado por fricción declarado	--				

Acta de ensayo n.º

N.º de orden

Correo electrónico

Teléfono

Fax

Fin del acta de ensayo

Anexo 1 — Apéndice 3

Acta de demostración de la conformidad del tipo de vehículo

Acta ⑧ en el gráfico A1/1 del presente Reglamento.

Tipo de vehículo:	-	Revisión/corrección	:	00
Fabricante:	-			

Acta de demostración de la conformidad del tipo de vehículo

Acuerdo sobre la aprobación de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en estos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones.

Acta	:	
Solicitante	:	
Fabricante	:	
Asunto	:	Determinación del coeficiente de reparto de frenado por fricción y de las emisiones de los frenos
Identificador de familia de emisiones por esquina de freno	:	
Identificador del acta de ensayo del factor c	:	
Objeto sometido a ensayo		
Marca	:	
Identificador IP	:	
Clase de emisiones	:	
- Acta de familia		
X Concesión de la homologación de tipo n.º		
- Extensión de la homologación de tipo n.º	:	
- Corrección de la homologación de tipo n.º	:	
- Revisión de la homologación de tipo n.º	:	
Conclusión		El objeto sometido a ensayo cumple los requisitos mencionados en el asunto.

<i>Tipo de vehículo:</i>		-	Revisión/corrección	:	00
<i>Fabricante:</i>		-			
Lista de revisiones					

N.º de rev.	Fecha de revisión	Modificado por	Motivo de la revisión/corrección
00	DD.MM.AAAA	Nombre y apellidos	Primera versión

0. Generalidades

0.1. Marca (nombre comercial del fabricante) : -

0.2. Tipo : -

0.3. Denominaciones comerciales : -

0.4. Nombre y dirección del fabricante : -

0.4.1. Nombre y dirección del representante : -

0.4.2. Nombre y dirección de las plantas de montaje : -

0.5. Ficha de características

N.º : -

Fecha de expedición : -

Fecha de la última modificación : -

0.6. Datos complementarios :

<i>Tipo de vehículo:</i>		Revisión/corrección	:	00
<i>Fabricante:</i>				

1. Descripción de los objetos sometidos a ensayo

1.1. Combinación de frenos

1.1.1. Freno del eje delantero

Familia de emisiones por esquina de freno :

Acta del ensayo de emisiones por esquina de freno :

1.1.2. Freno del eje trasero

Familia de emisiones por esquina de freno :

Acta del ensayo de emisiones por esquina de freno :

1.2. Coeficiente de reparto de frenado por fricción (para cada ensayo se repetirán los puntos siguientes)

Vehículos sometidos a ensayo (a continuación se incluye un ejemplo de cómo rellenar el cuadro, deberá sustituirse por datos reales antes de presentar la solicitud)

Familia IP	Identificador del acta de ensayo del factor c	Factor c
IP 1	Identificador del acta de ensayo 1	
IP 3, IP 4, IP 5	Identificador del acta de ensayo 2	

Tipo de vehículo:		Revisión/corrección	:	00
Fabricante:				

2. Resultados del ensayo

2.2. Coeficiente de reparto de frenado por fricción (a continuación se incluye un ejemplo de cómo rellenar el cuadro, deberá sustituirse por datos reales antes de presentar la solicitud)

Familia IP	Fijo/declarado	Factor c
IP 1	Declarado	
IP 2	Fijo	
IP 3, IP 4, IP 5	Declarado	

2.2. Conjunto de freno

2.2.1. Información general

Eje	ID del ensayo	Banco de ensayo	Fecha

Familia IP	Carga por rueda - delantera [kg]	c * Carga por rueda - delantera [kg]

Familia IP	Carga por rueda - trasera [kg]	c * Carga por rueda - trasera [kg]

Tipo de vehículo:		Revisión/corrección	:	00
Fabricante:				

2.2.2. Resultados finales - eje delantero

Familia IP	PM ₁₀ freno [mg/km]	PM ₁₀ eje [mg/km]	c*PM _{Axle} [mg/km]

2.2.3. Resultados finales: eje trasero

Familia IP	PM ₁₀ freno [mg/km]	PM ₁₀ eje [mg/km]	c*PM _{Axle} [mg/km]

2.2.4. Resultados finales: vehículo completo

Familia IP	PM ₁₀ total [mg/km]

2.3. Observaciones

Tipo de vehículo:	-	Revisión/corrección	:	00
Fabricante:	-			

3. Declaración de conformidad

La presente acta de ensayo solo es válida para la muestra descrita. La muestra representativa de este tipo cumple los requisitos de la especificación de ensayo antes mencionada con respecto al método de ensayo documentado.

La presente acta incluye las páginas 1 a X y está aprobada por el firmante.

La duplicación del acta de ensayo y la publicación de extractos solo están permitidas previa autorización por escrito del laboratorio de ensayo.

El centro de pruebas de automoción XXXX es un laboratorio de ensayo acreditado por YYYY de conformidad con la norma DIN EN ISO/IEC 17025. La acreditación solo es válida para el ámbito de acreditación que figura en el anexo XXXX-01-00 documentado.

Lugar Fecha

Título, nombre y apellidos

Especialista

Tel.: XXXXXXXXXXXX – Fax: XXXXXXXXXXXX – e-mail: firstname.surname@XXXXX.com

Fin del acta de ensayo

ANEXO 2

Comunicación

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: (Nombre de la Administración)
.....
.....
.....

relativa a ^(?): Homologación concedida
Homologación extendida
Homologación denegada
Homologación retirada
Cese definitivo de la producción

de determinación de las emisiones de los frenos.

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

1. Nombre o marca comercial del fabricante:
2. Designación de tipo del fabricante
3. Nombre y dirección del fabricante
4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante
5. Descripción sucinta:

⁽¹⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones sobre homologación que figuran en el Reglamento).
^(?) Táchese lo que no proceda.

ANEXO 3

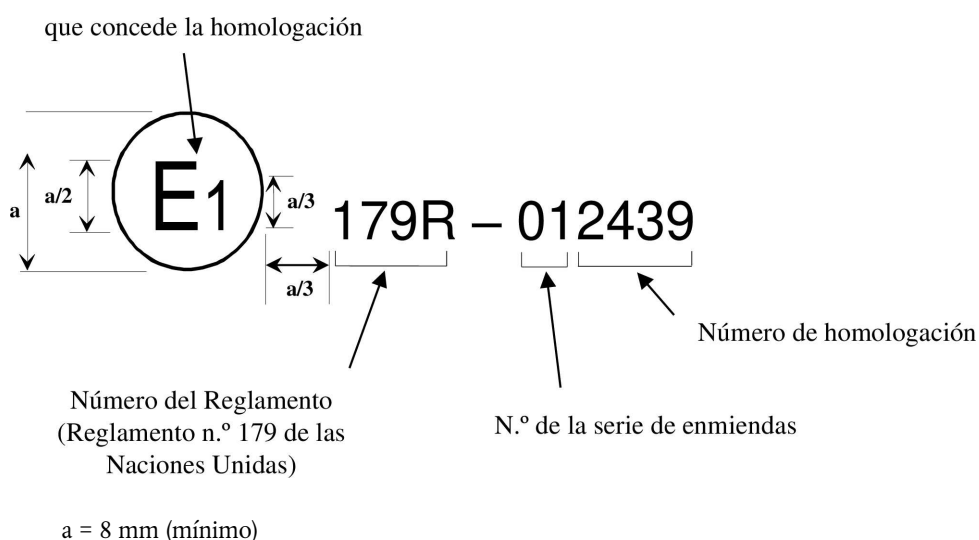
Disposición de la marca de homologación

En la marca de homologación expedida y colocada en un vehículo conforme al apartado 7 del presente Reglamento, el número de homologación de tipo irá acompañado de un carácter alfanumérico que refleje el nivel al que se limita la homologación.

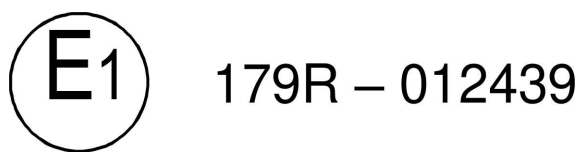
En el presente anexo se aborda la apariencia de dicha marca y se ofrece un ejemplo de su composición.

El esquema gráfico que figura a continuación presenta la disposición general, las proporciones y el contenido del marcado. Se indica el significado de los números y las letras, así como las fuentes para determinar las alternativas correspondientes a cada supuesto de homologación.

Número del país (¹)



El gráfico siguiente es un ejemplo práctico de cómo debe estar compuesta la marca.



(¹) Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones sobre homologación que figuran en el Reglamento).

ANEXO 4

Procedimiento de ensayo de emisiones de los frenos

1. Introducción

En este anexo se establece el procedimiento para llevar a cabo los ensayos de emisiones de los frenos establecidos en los apartados 7 y 8 del presente Reglamento.

Todas las referencias que se hagan en el presente anexo a otros apartados deberán considerarse referencias a apartados del presente anexo, salvo que se especifique otra cosa, por ejemplo, «apartado x del presente Reglamento» o «apartado x del anexo x/apéndice x».

2. a 6. Reservado

7. Requisitos del sistema de ensayo

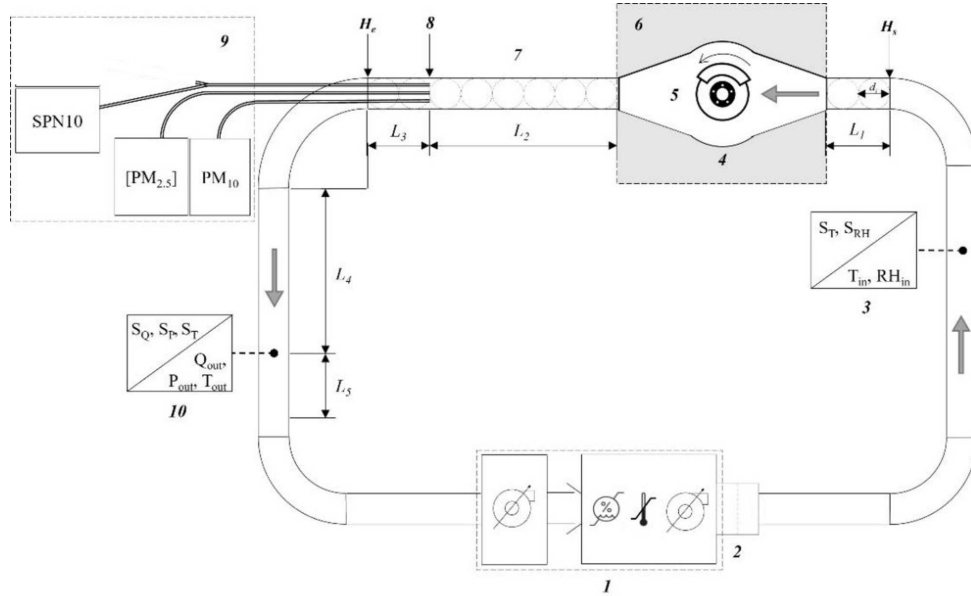
7.1. Esquema de disposición general del sistema de ensayo

En el presente Reglamento se define un método normalizado de ensayo en dinamómetro para realizar mediciones repetibles y reproducibles de las emisiones de partículas de los frenos. El sistema técnico para realizar los ensayos de emisiones de los frenos requiere un enfoque sistémico. La realización de un ensayo válido de emisiones de los frenos requiere una integración consistente de varios subsistemas para garantizar que el ciclo de conducción, el aire de refrigeración, el control dinamométrico, la carcasa del freno, el túnel de muestreo, los sistemas de muestreo de aerosol y la recogida de datos cumplan en conjunto los requisitos especificados en el presente Reglamento.

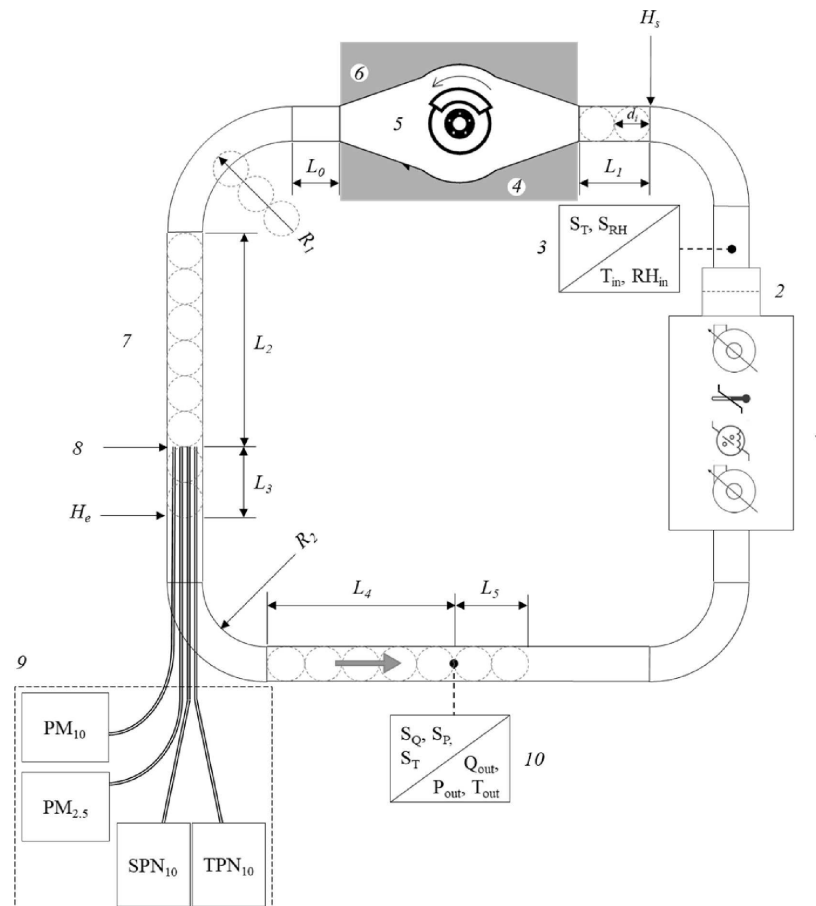
El gráfico A4/1 presenta dos esquemas indicativos que incluyen los subsistemas mínimos necesarios para llevar a cabo un ensayo de emisiones de frenos utilizando un dinamómetro de frenos. Los esquemas ilustrados incluyen una unidad de acondicionamiento climático con ventiladores de caudal variable que suministran aire acondicionado a la configuración. El aire acondicionado entra en una carcasa de freno diseñada para incorporar todo el conjunto de freno sometido a ensayo. El dinamómetro de frenos permite realizar y controlar el ensayo del freno. La carcasa está directamente conectada al túnel de muestreo, y cerca del extremo de este se montan tres o cuatro sondas de muestreo. Las sondas se utilizan para extraer el aerosol del túnel hacia la configuración de medición de PM y PN. Se instala un caudalímetro en el túnel situado después del plano de muestreo. Se indican la ubicación y las dimensiones de los diferentes elementos a título ilustrativo; por lo tanto, no se requiere una conformidad exacta con el gráfico A4/1.

Gráfico A4/1

Esquema indicativo de la disposición para realizar el ensayo de emisiones de los frenos en el laboratorio: a) sin codo después de la carcasa y b) con un codo de 90° después de la carcasa



Nota: a) El esquema de la disposición presenta el túnel de muestreo conectado directamente a la carcasa del freno y contempla cuatro sondas de muestreo. El dinamómetro de frenos no está representado en el esquema, sino únicamente indicado (zona gris); en el gráfico A4/2 figura una representación gráfica del dinamómetro de frenos.



Nota: b) El esquema de la disposición presenta un codo después de la carcasa y antes del plano de muestreo y contempla cuatro sondas de muestreo. El dinamómetro de frenos no está representado en el esquema, sino únicamente indicado (zona gris); en el gráfico A4/2 figura una representación gráfica del dinamómetro de frenos.

Existen varias configuraciones aceptadas para disponer los subsistemas de manipulación y control del aire. El dinamómetro de frenos (no representado), el *software* de control, el sistema de adquisición de datos y el dispositivo de fijación del freno pueden ser los mismos en todos los diseños. No obstante, el centro de ensayo se asegurará de que todas las configuraciones incluyan, como mínimo, los subsistemas y las características establecidos en el cuadro A4/1. Los detalles relativos a los diferentes elementos de la configuración figuran en los apartados correspondientes del presente Reglamento, tal como se indica en el cuadro A4/1.

Cuadro A4/1

Subsistemas y características requeridos para la configuración del ensayo de emisiones de los frenos, como se muestra en el gráfico A4/1

Elemento	Subsistema
1	Unidad de acondicionamiento climático con ventiladores de caudal variable y control de temperatura y humedad del aire conforme al apartado 7.2.1.
2	Medio filtrante del aire de refrigeración conforme al apartado 7.2.2.1.
3	Sensores de temperatura y humedad del aire de refrigeración situados antes de la carcasa de freno conforme a los apartados 7.2.1.1 y 7.2.1.2.
4	Carcasa del freno conforme al apartado 7.4.
5	Conjunto de freno conectado al dinamómetro de frenos conforme al apartado 8.4.1.
6	Dinamómetro de frenos (no representado, sino indicado únicamente en gris) conforme al apartado 7.3.
7	Túnel de muestreo conforme al apartado 7.5.
8	Plano de muestreo con las sondas de muestreo de PM y PN correspondientes conforme al apartado 7.6.
9	Instrumentos para recoger la masa de PM y medir las concentraciones de PN conforme a los apartados 12.1 y 12.2, respectivamente
SPN10	Sistemas para controlar, medir y enviar la señal de SPN10 conforme al apartado 12.2.
PM _{2,5} , PM ₁₀	Sistemas para controlar el caudal de muestreo, la toma de muestras de partículas de los frenos depositadas en los filtros y las señales de salida con arreglo al apartado 12.1.
10	Caudalímetro situado después del plano de muestreo conforme al apartado 7.2.3.
Símbolo	Característica
L ₀	Longitud del conducto recto después de la salida de la carcasa. L ₀ =L ₂ cuando no hay ningún codo después de la carcasa y antes del plano de muestreo
L ₁	Longitud mínima del conducto recto antes de la entrada de la carcasa del freno conforme al apartado 7.4.2.
L ₂	Longitud mínima del conducto recto desde la última perturbación del flujo anterior al plano de muestreo hasta el propio plano de muestreo conforme al apartado 7.5.
L ₃	Longitud mínima del conducto recto desde el plano de muestreo hasta la siguiente perturbación del flujo posterior al plano de muestreo conforme al apartado 7.5.
L ₄	Longitud mínima del conducto recto desde la última perturbación del flujo anterior al caudalímetro hasta el propio caudalímetro conforme al apartado 7.2.3.

Elemento	Subsistema
L_5	Longitud mínima del conducto recto desde el caudalímetro hasta la siguiente perturbación del flujo posterior al caudalímetro conforme al apartado 7.2.3.
S_Q, S_P, S_T, S_{RH}	Señales electrónicas de salida correspondientes al caudal, la presión, la temperatura y la humedad del aire de refrigeración conforme a los apartados 7.2.1 y 7.2.3.
d_i	Diámetro interior del conducto de referencia. Es igual al diámetro interior del túnel de muestreo.
H_s, H_e	Puntos que definen el principio (H_s) y el final (H_e) de la parte horizontal obligatoria en la disposición (en la dirección del flujo) conforme al apartado 7.4.2.

7.2. Unidad de acondicionamiento climático y aire de refrigeración

El aire de refrigeración acondicionado a) refrigera el conjunto de freno de forma limpia y continua y b) transporta el aerosol desde la carcasa hasta el túnel de muestreo y las sondas de muestreo de PM/PN. El aire de refrigeración debe estar en condiciones estables de temperatura y humedad de conformidad con las especificaciones descritas en el apartado 7.2.1, debe ser limpio, con bajos valores de concentración de fondo, tal como se definen en el apartado 7.2.2, y debe circular con un caudal constante para garantizar unas condiciones de ensayo repetibles y reproducibles de conformidad con las especificaciones descritas en el apartado 7.2.3.

El aire de refrigeración acondicionado es suministrado a la configuración de ensayo por la unidad de acondicionamiento climático. Una configuración típica del sistema puede incluir dispositivos refrigerantes para enfriar y deshumidificar el aire, dispositivos calefactores para aumentar la temperatura del aire y nebulizadores de vapor o agua para aumentar la humedad del aire. Forman parte integrante de la unidad los reguladores de acción proporcional, integral y derivada de circuito cerrado, con alarmas y sensores para supervisar el estado de todos los dispositivos e interfaces. El sistema consta de un ventilador de caudal variable capaz de suministrar a la disposición aire de refrigeración acondicionado con una gran variedad de caudales. El sistema se definirá por sus caudales operativos mínimo y máximo. En relación con estos, se aplican las siguientes especificaciones:

- El caudal operativo mínimo se definirá en el intervalo comprendido entre 100 y 300 m³/h.
- El caudal operativo máximo será, como mínimo, cinco veces el caudal operativo mínimo.
- El caudal operativo máximo será al menos 1 000 m³/h superior al caudal operativo mínimo.

El sistema también puede combinar dos ventiladores de caudal variable (uno para impulsar y otro para extraer) a fin de establecer una ligera presión negativa en el interior del túnel de muestreo. El mando de la unidad de acondicionamiento climático deberá ser capaz de proporcionar las interfaces necesarias para el operador y el dinamómetro.

7.2.1. Acondicionamiento del aire de refrigeración

El centro de ensayo supervisará y controlará continuamente la temperatura y la humedad del aire de refrigeración acondicionado. Para ello deberá incorporar sensores de temperatura y humedad antes de la carcasa del freno. Los sensores se instalan antes de la carcasa del freno para evitar influir en las señales de retorno con la carga térmica derivada de los eventos de frenado. El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa de los sensores de temperatura y humedad del aire (elemento 3).

El sensor de temperatura tendrá una exactitud de ± 1 °C. El sensor aplicado para medir la humedad específica y relativa tendrá una exactitud del ± 5 % del valor nominal (es decir, el 50 %). El centro de ensayo utilizará las señales de estos sensores para evaluar la estabilidad de la temperatura y la humedad del aire de refrigeración. En el cuadro A4/2 se resumen los requisitos relativos a la temperatura, la humedad y el caudal del aire de refrigeración.

Cuadro A4/2

Resumen de los requisitos de temperatura, humedad relativa y caudal del aire de refrigeración

Parámetro	Temperatura del aire de refrigeración	Humedad relativa del aire de refrigeración	Caudal de aire de refrigeración
Valor nominal	23 °C	50 %	Valor preestablecido (Q_{set}) conforme al apartado 10.
Valor medio: tolerancia máxima admisible	$\pm 2\text{ °C}$ ($21\text{ °C} \leq T \leq 25\text{ °C}$)	$\pm 5\%$ ($45\% \leq RH \leq 55\%$)	$\pm 5\%$ de Q_{set}
Valores instantáneos (1 Hz): tolerancia máxima admisible	$\pm 5\text{ °C}$ ($18\text{ °C} \leq T \leq 28\text{ °C}$)	$\pm 30\%$ ($20\% \leq RH \leq 80\%$)	$\pm 5\%$ de Q_{set}
Valores instantáneos (1 Hz): Desviación admisible por encima de la tolerancia máxima admisible	Sin definir	Sin definir	$\pm 10\%$ de Q_{set}
Valores instantáneos (1 Hz): Tiempo máximo por encima de la tolerancia máxima admisible	10 % de la duración de cada tramo de ensayo	10 % de la duración de cada tramo de ensayo	5 % de la duración de cada tramo de ensayo

7.2.1.1. Temperatura del aire de refrigeración

La temperatura del aire de refrigeración en el punto de medición deberá ser constante, tal como se define a continuación. El centro de ensayo efectuará el siguiente procedimiento:

- a) Se establecerá la temperatura del aire de refrigeración en 23 °C. La temperatura media del aire de refrigeración no deberá desviarse más del $\pm 2\text{ °C}$ del valor (nominal) preestablecido (es decir, $21\text{ °C} \leq T \leq 25\text{ °C}$). Los centros de ensayo procurarán mantener la temperatura lo más cerca posible del valor nominal de 23 °C.
- b) Los requisitos de temperatura media del aire de refrigeración definidos en la letra a) del presente apartado se aplican a todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos, incluidos el ajuste del aire de refrigeración, el procedimiento de asentamiento y la medición de las emisiones (pero no los tramos de estabilización).
- c) Se calculará y se consignará la temperatura media del aire de refrigeración en todos los tramos, tal como se define en el cuadro A4/14.
- d) El valor instantáneo de temperatura del aire de refrigeración no deberá desviarse más de $\pm 5\text{ °C}$ del valor nominal (es decir, $18\text{ °C} \leq T \leq 28\text{ °C}$). Si el valor instantáneo de temperatura del aire de refrigeración se desvía más de $\pm 5\text{ °C}$ del valor nominal, el centro de ensayo garantizará el cumplimiento de lo dispuesto en la letra e) del presente apartado.
- e) El valor instantáneo de temperatura del aire de refrigeración podrá desviarse más de $\pm 5\text{ °C}$ del valor nominal ($T < 18\text{ °C}$ o $T > 28\text{ °C}$) durante no más del 10 % de la duración del ensayo (sin incluir los tramos de estabilización), siempre que la temperatura media cumpla los requisitos definidos en la letra a) del presente apartado:
 - i) el número total de lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C será menor de 527 durante el tramo de ajuste de la refrigeración;
 - ii) el número total de lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C será menor de 1 583 por cada ciclo de frenado WLTP del tramo de asentamiento;

- iii) el número total de lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C será menor de 1 583 durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de las emisiones (sin incluir los tramos de estabilización).
- f) Si la temperatura media o instantánea del aire de refrigeración queda fuera de los límites especificados en el presente apartado, el ensayo no será válido.

7.2.1.2. Humedad del aire de refrigeración

La humedad relativa del aire de refrigeración deberá ser constante, tal como se define a continuación. El centro de ensayo efectuará el siguiente procedimiento:

- a) Se establecerá la humedad relativa del aire de refrigeración en un valor nominal del 50 %. La humedad media del aire de refrigeración no deberá desviarse más del ± 5 % del valor nominal (es decir, $45 \% \leq RH \leq 55 \%$). Los centros de ensayo procurarán mantener la humedad relativa lo más cerca posible del valor buscado del 50 %.
- b) Los requisitos de humedad relativa media del aire de refrigeración definidos en la letra a) del presente apartado se aplican a todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos, incluidos el ajuste del aire de refrigeración, el procedimiento de asentamiento y la medición de las emisiones (pero no los tramos de estabilización).
- c) Se calculará y se consignará la humedad relativa media del aire de refrigeración en todos los tramos, tal como se define en el cuadro A4/14.
- d) El valor instantáneo de humedad relativa del aire de refrigeración no deberá desviarse más del ± 30 % del valor nominal (es decir, $20 \% \leq RH \leq 80 \%$). Si el valor instantáneo de humedad relativa del aire de refrigeración se desvía más del ± 30 % del valor nominal, el centro de ensayo garantizará el cumplimiento de lo dispuesto en la letra e) del presente apartado.
- e) El valor instantáneo de humedad relativa del aire de refrigeración podrá desviarse más del ± 30 % del valor nominal ($RH < 20 \%$ o $> 80 \%$) durante no más del 10 % de la duración del ensayo (sin incluir los tramos de estabilización), siempre que la humedad relativa media cumpla los requisitos definidos en la letra a) del presente apartado:
 - i) el número total de lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a un 20 % o superior a un 80 % de humedad relativa será menor de 527 durante el tramo de ajuste de la refrigeración;
 - ii) el número total de lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a un 20 % o superior a un 80 % de humedad relativa será menor de 1 583 por cada ciclo de frenado WLTP del tramo de asentamiento;
 - iii) el número total de lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a un 20 % o superior a un 80 % de humedad relativa será menor de 1 583 durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de las emisiones (sin incluir los tramos de estabilización).
- f) Si la humedad relativa media o instantánea queda fuera de los límites predefinidos especificados en el presente apartado, el ensayo no será válido.
- g) Además de las especificaciones definidas para la humedad relativa, el centro de ensayo garantizará que la humedad específica media del aire de refrigeración se mantenga entre 6 g H₂O/kg y 11 g H₂O/kg de aire seco durante todo el ensayo de emisiones de los frenos (no se incluyen los tramos de estabilización durante la medición de las emisiones).

Si la humedad específica media queda fuera de los límites especificados en el presente apartado, el ensayo no será válido.

7.2.2. Purificación del aire de refrigeración

7.2.2.1. Filtrado del aire de refrigeración

El aire de refrigeración que entre en el sistema de ensayo deberá pasar a través de un medio capaz de reducir al menos en un 99,95 % el tamaño de las partículas más penetrantes en el material filtrante o a través de un filtro al menos de clase H13, tal como se especifica en la norma EN 1822. Cualquier otro tipo de filtro aplicado para eliminar especies orgánicas volátiles (carbón vegetal, carbón activado o equivalente) se instalará antes del filtro H13 (o equivalente). El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa del dispositivo filtrador de aire (elemento 2).

7.2.2.2. Verificación de la concentración de fondo de partículas suspendidas

La concentración de fondo de partículas suspendidas en la disposición general se definirá en función de la concentración de PN. El centro de ensayo medirá la concentración de fondo de partículas suspendidas utilizando la misma instrumentación empleada en las mediciones de las emisiones de PN. En el apartado 12.2 se ofrece información detallada sobre el sistema de medición de PN. El centro de ensayo medirá y consignará las concentraciones de fondo de SPN10 a dos niveles: a nivel de sistema y a nivel de ensayo de emisiones de frenos.

7.2.2.2.1. Verificación de la concentración de fondo de las partículas suspendidas a nivel de sistema

El primer nivel se refiere a la verificación de la concentración de fondo del sistema tras la instalación de la configuración del banco de ensayo, después de cualquier operación de mantenimiento importante, o cuando existan indicios de un mal funcionamiento del sistema. El centro de ensayo realizará el siguiente procedimiento de verificación completa de la concentración de fondo a nivel de sistema:

- a) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo sin el dispositivo de fijación de freno y sin ningún componente de freno instalado en el interior de la carcasa del freno.
- b) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo con el sistema de medición de SPN10 funcionando con el ajuste mínimo de PCRF calibrado.
- c) Se iniciará la verificación de la concentración de fondo al menos cinco minutos después de estabilizar el caudal de aire de refrigeración en los valores medios conforme al apartado 7.2.3 en lo que respecta a la estabilidad del caudal de aire de refrigeración y en los valores medios del apartado 7.2.1 en lo que respecta a la temperatura y la humedad del aire de refrigeración.
- d) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo con dos ajustes diferentes del caudal de aire de refrigeración. Se aplicarán los caudales operativos mínimo y máximo del sistema. El centro de ensayo tomará muestras de SPN10 durante la verificación de la concentración de fondo del sistema. El centro podrá utilizar una tobera de un único tamaño para el muestreo de SPN10 durante la verificación de la concentración de fondo del sistema cuando aplique diferentes ajustes del caudal de aire.
- e) El procedimiento de verificación durará el tiempo necesario para que la concentración de fondo se estabilice. La concentración de fondo se considera estable cuando el valor promediado de PN con corrección de PCRF, calculado como media móvil de 5 minutos, se mantiene por debajo del nivel máximo admisible con arreglo al apartado 7.2.2.2.3. La media móvil de 5 minutos se obtendrá a partir de muestras de 1 segundo (1 Hz).

7.2.2.2.2. Verificación de la concentración de fondo de las partículas suspendidas a nivel de ensayo

El segundo nivel se refiere a la verificación de la concentración de fondo antes y después de la realización de un ensayo de emisiones de frenos. El centro de ensayo llevará a cabo el siguiente procedimiento de verificación anterior al ensayo:

- a) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo antes del tramo de asentamiento con el conjunto de freno montado. El disco/tambor no deberá girar y las pastillas/zapatillas no deberán verse perturbadas. No se aplicará frenado durante el procedimiento de verificación de la concentración de fondo (presión de frenado cero).
- b) Se llevará a cabo la verificación anterior al ensayo con el ajuste del caudal de aire de refrigeración definido para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. El sistema de medición de SPN10 funcionará con el ajuste de PCRF seleccionado para el ensayo de emisiones de los frenos.

- c) Se iniciará la verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo al menos 5 minutos después de estabilizar el caudal de aire de refrigeración en los valores medios conforme al apartado 7.2.3 en lo que respecta a la estabilidad del caudal de aire de refrigeración y en los valores medios del apartado 7.2.1 en lo que respecta a la temperatura y la humedad del aire de refrigeración.
- d) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo durante el tiempo que sea necesario para que la concentración de fondo se estabilice. La concentración de fondo se considera estable cuando el valor de PN con corrección de PCRf, calculado como media móvil de 5 minutos, se mantiene por debajo del nivel máximo admisible con arreglo al apartado 7.2.2.2.3. La media móvil de 5 minutos se obtendrá a partir de muestras de 1 segundo (1 Hz). No desconecte el sistema de PN una vez finalizada la verificación anterior al ensayo y antes de completar la verificación posterior al ensayo.

El centro de ensayo llevará a cabo el siguiente procedimiento de verificación posterior al ensayo:

- e) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo antes de purgar el sistema de PN y con el conjunto de freno montado. El disco/tambor no deberá girar y las pastillas/zapatillas no deberán verse perturbadas. No se aplicará frenado durante el procedimiento de verificación de la concentración de fondo (presión de frenado cero).
- f) Se llevará a cabo la verificación posterior al ensayo con el ajuste del caudal de aire de refrigeración utilizado para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. El sistema de medición de SPN10 funcionará con el ajuste de PCRf seleccionado para el ensayo de emisiones de los frenos.
- g) Se iniciará la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo justo después del ensayo de emisiones y con el caudal de aire de refrigeración estabilizado en los valores medios conforme al apartado 7.2.3 en lo que respecta a la estabilidad del caudal de aire de refrigeración y en los valores medios del apartado 7.2.1 en lo que respecta a la temperatura y la humedad del aire de refrigeración. No desconecte el sistema de PN una vez finalizado el tramo de medición de emisiones y antes de completar la verificación posterior al ensayo.
- h) Se llevará a cabo la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo durante el tiempo que sea necesario para que la concentración de fondo se estabilice. La concentración de fondo se considera estable cuando el valor de PN con corrección de PCRf, calculado como media móvil de 5 minutos, se mantiene por debajo del nivel máximo admisible con arreglo al apartado 7.2.2.2.3. La media móvil de 5 minutos se obtendrá a partir de muestras de 1 segundo (1 Hz).

7.2.2.2.3. Cálculo y consignación de la concentración de fondo de partículas suspendidas

La concentración de fondo se medirá y se consignará con una concentración de SPN10 en condiciones estándar. El centro de ensayo aplicará el siguiente procedimiento:

- a) Se llevará a cabo una verificación del cero del contador del número de partículas suspendidas (PNC). Se aplicará un filtro de prestaciones adecuadas en la entrada del PNC conforme a las especificaciones del fabricante del equipo y se registrará la concentración de PN. El valor medido no deberá exceder de $0,2 \text{ \#/cm}^3$ en la entrada del PNC. Al retirar el filtro, el PNC deberá mostrar un aumento de la concentración medida, y al volver a colocarlo, deberá regresar a $\leq 0,2 \text{ \#/cm}^3$. El medidor de PN no comunicará ningún error.
- b) Se medirá el valor medio de las concentraciones de fondo de SPN10 ($\text{SPN10}_{b\#}$) a nivel de sistema y a nivel de ensayo conforme a los apartados 7.2.2.2.1 y 7.2.2.2.2. Se indicarán los valores de fondo de la concentración en número de partículas suspendidas normalizada (\#/Ncm^3), tal como se especifica en el cuadro A4/14.
- c) La concentración media de fondo de SPN10 en el túnel durante 5 minutos no superará el límite máximo de 20 \#/Ncm^3 . Este límite de 20 \#/Ncm^3 se aplica a la concentración de fondo tanto a nivel de sistema como a nivel de ensayo, tal como se describe en los apartados 7.2.2.2.1 y 7.2.2.2.2.
- d) El ensayo no será válido en caso de incumplimiento de la verificación del cero del PNC descrita en la letra a) y de los límites de la concentración de fondo de partículas suspendidas definidos en la letra c) del presente apartado.
- e) El centro de ensayo no restará el valor de la concentración de fondo al consignar el valor de la concentración de SPN10 del tramo de medición de emisiones de los frenos con arreglo al apartado 12.2.4.

7.2.2.2.4. Cálculo y consignación de la concentración de fondo de partículas suspendidas por distancia recorrida

El centro de ensayo también consignará la concentración de fondo expresada en número de partículas suspendidas por distancia recorrida para reflejar los cambios en los ajustes del aire de refrigeración al someter a ensayo diferentes frenos. El cálculo de la concentración de fondo por distancia recorrida se determina mediante las ecuaciones 7.1 y 7.2:

reservado (Ecuación 7.1)

$$\text{SPN10}_{bFE} = 10^6 \times \text{SPN10}_{b\#} \times \text{NQ} \div V_{\text{Set}} \quad (\text{Ecuación 7.2})$$

donde:

SPN10_{bFE} es la concentración de fondo de SPN10 en el túnel de muestreo, en #/km;

$\text{SPN10}_{b\#}$ es la concentración media de fondo SPN10 normalizada y con corrección de PCRF en el túnel de muestreo, en #/Ncm;

NQ es el caudal de aire medio normalizado en el túnel de muestreo, en Nm^3/h ;

V_{Set} es la velocidad lineal nominal media del ciclo de frenado WLTP, en km/h .

- La concentración de fondo de PN ($\text{SPN10}_{b\#}$) corresponde al valor de medio de SPN10 normalizado y con corrección de PCRF calculado a lo largo de la verificación de la concentración de fondo a partir de los parámetros especificados en el cuadro A4/14.
- Se calcula el caudal medio normalizado de aire de refrigeración (NQ) durante el procedimiento de verificación de la concentración de fondo a partir de los parámetros especificados en el cuadro A4/14.
- La velocidad lineal nominal media del ciclo de frenado WLTP es igual a 43,7 km/h ($V_{\text{set}} = 43,7 \text{ km}/\text{h}$).
- Se calcularán y se consignarán los valores de concentración de fondo de partículas suspendidas por distancia recorrida únicamente a nivel de ensayo, tanto antes como después del ensayo, tal como se especifica en el cuadro A4/14.

7.2.3. Caudal de aire de refrigeración

El centro de ensayo medirá y consignará el caudal de aire de refrigeración a lo largo de todo el procedimiento de ensayo de emisiones de los frenos. La medición del caudal de aire de refrigeración deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El método de medición del caudal de aire de refrigeración deberá ser tal que la medición tenga una exactitud del $\pm 2 \%$ del valor preestablecido en todas las condiciones de funcionamiento.
- Se medirá el caudal de aire de refrigeración después del plano de muestreo. El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa del caudalímetro (elemento 10).
- En caso de medición en un único punto, se situará el caudalímetro en el centro del conducto, al menos cinco diámetros de conducto después y dos diámetros de conducto antes de cualquier elemento de perturbación del flujo. La zona de medición del caudal puede tener un diámetro interior diferente al del túnel de muestreo. En tal caso, por «diámetro del conducto» se entenderá el diámetro interior del conducto en el que esté situado el caudalímetro. La instalación del caudalímetro no deberá introducir cambios significativos de presión (es decir, la presión en el caudalímetro no deberá diferir más de $\pm 1 \text{ kPa}$ de la presión ambiente). El diámetro interior del conducto será como mínimo el 35 % del diámetro interior del túnel de muestreo.
- En caso de medición en varios puntos, se instalará el caudalímetro en perpendicular a la dirección del flujo, al menos cinco diámetros de conducto después y dos diámetros de conducto antes de cualquier elemento de perturbación del flujo. Por «diámetro del conducto» se entenderá el diámetro interior del conducto en el que estén situados los caudalímetros. Las especificaciones para la instalación del caudalímetro definidas en la letra c) del presente apartado se aplicarán cuando el diámetro interior del conducto sea diferente del diámetro interior del túnel de muestreo.
- Se utilizará un caudalímetro calibrado para indicar el caudal de aire en condiciones estándar. Para garantizar una conversión adecuada a las condiciones de funcionamiento, el sensor de temperatura deberá tener una exactitud de $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ y las mediciones de presión deberán tener una precisión y exactitud de $\pm 0,4 \text{ kPa}$.

- f) Cuando el caudalímetro no esté calibrado para indicar valores en condiciones estándar, se comprobará que incluye un sensor de temperatura instalado inmediatamente antes del medidor. El sensor de temperatura deberá cumplir los requisitos de exactitud descritos en la letra e) del presente apartado. Se utilizará esta medición para normalizar los valores de caudal de aire.
- g) Cuando el caudalímetro no esté calibrado para indicar valores en condiciones estándar, se comprobará que incluye la medición de la presión absoluta o la diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica tomada antes del medidor. Las mediciones de presión deberán cumplir los requisitos de precisión y exactitud descritos en la letra e) del presente apartado. Se utilizará esta medición para normalizar los valores de caudal de aire.
- h) Cuando se utilicen filtros de aire para proteger el caudalímetro frente a la contaminación, se instalará el filtro al menos cinco diámetros de conducto antes del caudalímetro. Se controlará la caída de presión de forma continua y, cuando sea necesario, se corregirá el caudal de aire medido según corresponda. Se seguirán las recomendaciones relativas al tipo y las especificaciones del filtro de protección facilitadas por el fabricante del caudalímetro.

El centro de ensayo garantizará que el caudal de aire de refrigeración sea constante a lo largo de todo el ensayo de emisiones de los frenos, de la manera siguiente:

- i) El valor preestablecido (nominal) para el caudal de aire de refrigeración (Q_{set}) será el mismo y constante durante todos los tramos de un ensayo de emisiones de frenos. Se aplicará el mismo valor preestablecido a los tramos de ajuste de la refrigeración, asentamiento y medición de emisiones (incluida la estabilización). Esto no se aplica a las iteraciones infructuosas del tramo de ajuste de la refrigeración, que pueden tener diferente valor preestablecido de caudal de aire de refrigeración.
- j) Durante el tramo de ajuste de la refrigeración, el caudal medido medio de aire de refrigeración deberá situarse dentro de un margen del $\pm 5\%$ del valor preestablecido al inicio del ensayo.
- k) Durante el tramo de asentamiento, el caudal medido medio de aire de refrigeración no deberá diferir más de un $\pm 5\%$ del valor nominal definido durante el tramo de ajuste de la refrigeración para el freno de que se trate.
- l) Durante el tramo de medición de las emisiones, el caudal medido medio de aire de refrigeración deberá situarse dentro de un margen del $\pm 5\%$ del valor nominal definido durante el tramo de ajuste de la refrigeración para el freno de que se trate.
- m) Se calculará y se consignará el caudal de aire de refrigeración medido y promediado por tiempo en todos los tramos, tal como se define en el cuadro A4/14.
- n) En caso de que el caudal medio de aire de refrigeración nominal o medido no cumpla los requisitos definidos en el presente apartado, el ensayo no será válido.
- o) El valor instantáneo del caudal de aire de refrigeración puede desviarse más de un $\pm 5\%$ y hasta un $\pm 10\%$ del valor nominal durante no más del 5 % de la duración del ciclo, siempre que el caudal medido medio de aire de refrigeración cumpla los requisitos definidos en el presente apartado. Esto se aplica a los tramos de ajuste de la refrigeración y de medición de las emisiones:
 - i) en lo que respecta al tramo de ajuste de la refrigeración, el valor instantáneo de caudal de aire de refrigeración puede desviarse entre un $\pm 5\%$ y un $\pm 10\%$ del valor preestablecido durante no más de 264 s;
 - ii) en lo que respecta al tramo de medición de emisiones, el valor instantáneo de caudal de aire de refrigeración puede desviarse entre un $\pm 5\%$ y un $\pm 10\%$ del valor preestablecido durante un máximo de 792 s (sin incluir los tramos de estabilización).
- p) Además del cumplimiento de los límites medio e instantáneo definidos en el presente apartado, el caudal de aire de refrigeración en combinación con el caudal de aire de muestreo en los conductos de muestreo de PM y PN deberá cumplir los requisitos isocinéticos que figuran en los apartados 12.1.2.3 y 12.2.3.2, respectivamente.

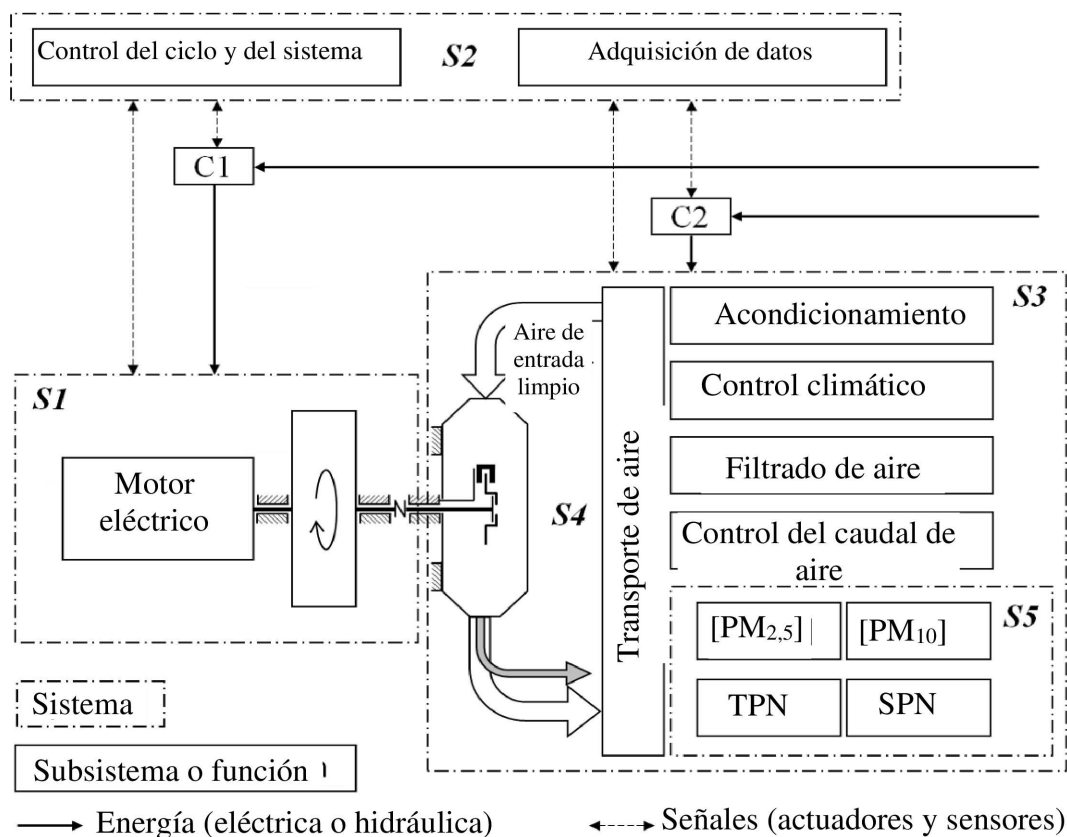
- q) Antes del ensayo se llevará a cabo un control de fugas del sistema en el conducto y la carcasa. Se establecerá el caudal de aire de refrigeración en el ajuste de la refrigeración definido para someter a ensayo el freno de que se trate y se medirá durante al menos 2 minutos después de que se establezca el caudal. Si el caudal medido medio se encuentra dentro de un margen del $\pm 5\%$ del valor preestablecido, se procederá a realizar el ensayo. Si el caudal fluctúa más del $\pm 5\%$ respecto del valor preestablecido, se interrumpirán las actividades de ensayo, se verificará el caudalímetro, se determinarán las posibles fuentes de las fugas, se adoptarán medidas correctoras para resolver el problema y se reanudará el ensayo, no sin antes realizar un control de fugas que demuestre que efectivamente se ha resuelto. Podrán aplicarse métodos alternativos que sigan las especificaciones del fabricante del sistema para determinar la tasa de fuga del sistema; no obstante, el centro de ensayo deberá consignar siempre el nivel real de fluctuación del caudal con respecto al valor preestablecido.
- r) El centro de ensayo consignará el caudal de aire de refrigeración en el archivo de tiempos del ensayo de emisiones de los frenos. Además, el centro deberá consignar tanto el caudal de aire real como el normalizado, tal como se definen en el cuadro A4/14.

7.3. Dinamómetro de frenos y sistemas de automatización

El dinamómetro de frenos es un sistema técnico que proporciona la energía cinética controlada al freno sometido a ensayo. Principalmente transforma la energía cinética rotatoria en energía térmica (gráfico A4/2 — S1). El gráfico A4/2 presenta la disposición del sistema de ensayo con el dinamómetro de frenos y muestra las interacciones con los subsistemas mínimos necesarios para realizar un ensayo de emisiones de frenos con arreglo al presente Reglamento.

Gráfico A4/2

El dinamómetro de frenos y los sistemas de automatización en la disposición general del ensayo



Nota: S1: Dinamómetro de frenos, S2: Sistema de automatización, control y adquisición de datos, S3: Unidad de acondicionamiento climático, S4: Carcasa del freno y plano de muestreo, S5: Sistema de medición de emisiones. C1 y C2: Sistema de control y supervisión de la energía del centro de ensayo. La flecha gris representa la muestra de aerosol del freno sometido a ensayo.

El dinamómetro de frenos constará, como mínimo, de los elementos siguientes:

- a) Un motor eléctrico de régimen variable para acelerar o mantener la velocidad de rotación constante y modular la inercia en función de las necesidades del ensayo.
- b) Un servocontrol (hidráulico o eléctrico) para accionar el freno sometido a ensayo.
- c) Un conjunto mecánico para montar el freno sometido a ensayo, permitir la rotación libre del disco o tambor y absorber las fuerzas de reacción del frenado.
- d) Una estructura rígida para montar todos los subsistemas obligatorios. La estructura deberá ser capaz de absorber las fuerzas y el par generados por el freno sometido a ensayo.
- e) Sensores y dispositivos para recoger datos y supervisar el funcionamiento del sistema de ensayo.

Parte integrante del sistema de ensayo es el sistema de automatización, control y adquisición de datos (gráfico A4/2 — S2). Este controla continuamente la velocidad de rotación del motor, así como el funcionamiento y las interacciones entre los diferentes sistemas (gráfico A4/2 — S3, S4, S5). Los subsistemas S3, S4 y S5 se describen detalladamente en los apartados 7.2, 7.4-7.5 y 12.1-12.2, respectivamente. Los diferentes elementos y subsistemas del gráfico A4/2 son indicativos; por lo tanto, no es obligatoria la conformidad exacta con el gráfico.

El sistema de automatización, control y adquisición de datos realiza todas las funciones que permiten el ensayo de emisiones de los frenos. Acelera el freno durante los eventos de aceleración, mantiene una velocidad constante durante los eventos de velocidad de cruce y modula el par de fricción durante los eventos de desaceleración para reducir la energía cinética de las masas rotacionales. Además, el sistema de automatización, control y adquisición de datos proporciona una interfaz al operador, almacena los datos del ensayo y gestiona las interfaces con otros sistemas del centro de ensayo. El sistema de automatización deberá ser capaz de utilizar un control activo del par en el motor eléctrico para aumentar o reducir la inercia efectiva total del ensayo durante los eventos de desaceleración. El motor eléctrico también deberá ser capaz de absorber parte de la energía cinética equivalente a la resistencia al avance en carretera y al frenado sin fricción del grupo motopropulsor del vehículo. El *software* que utilice el sistema de ensayo deberá ser capaz de realizar al menos las siguientes funciones:

- f) Ejecutar el ciclo de conducción automáticamente haciendo funcionar todos los procesos de circuito cerrado (principalmente para los controles de freno, la manipulación del aire de refrigeración y los instrumentos de medición de emisiones).
- g) Muestrear y registrar continuamente los datos de todos los sensores pertinentes para generar las señales de salida definidas en el apartado 13 del presente anexo.
- h) Supervisar señales, mensajes, alarmas o paradas de emergencia del operador y los diferentes sistemas conectados al sistema de ensayo.

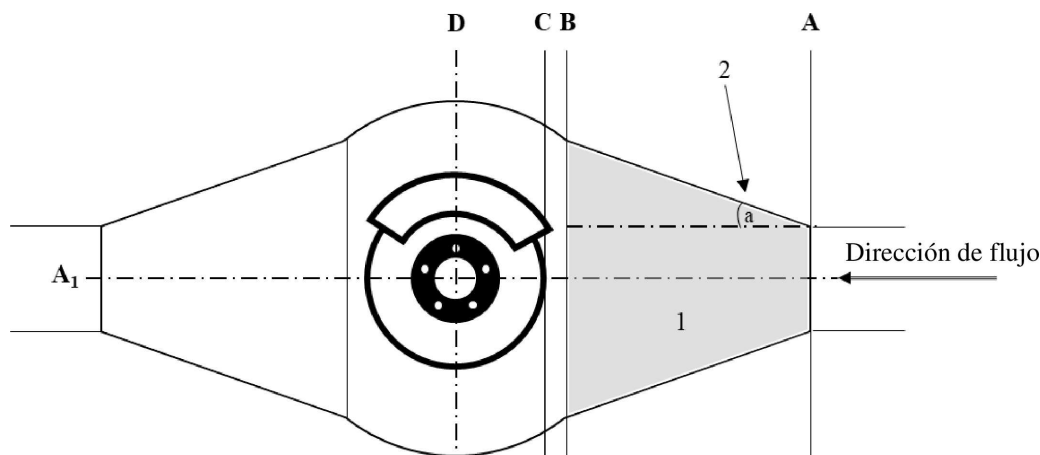
7.4. Diseño de la carcasa del freno

La carcasa del freno es la cámara de ensayo en la que se instala el conjunto de freno durante los ensayos de emisiones de los frenos. Es una cámara sellada que impide que entre aire no tratado y contamine el aire que circula alrededor del conjunto de freno. La carcasa dirige aire acondicionado uniforme para enfriar el freno y transportar el aerosol al túnel de muestreo. Los requisitos de diseño de la carcasa tienen por objeto proporcionar directrices generales para garantizar la comparabilidad de los sistemas relacionados con la refrigeración de los frenos y la eficiencia del transporte de partículas suspendidas. El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa de la carcasa del freno (elemento 4).

7.4.1. Elementos generales

El gráfico A4/3 ilustra una forma indicativa de la carcasa, definida por un plano horizontal y cuatro planos verticales. El plano A₁ representa el nivel horizontal alineado con el eje de rotación del freno y el eje de los conductos de entrada y salida. El plano A representa el plano vertical alineado con la entrada de la carcasa. El plano B representa el plano vertical al final de la transición del conducto de entrada a la sección central de la carcasa. El plano C estará definido por el conjunto de freno más grande aplicado en los vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento o cualquier freno de dimensiones similares (es decir, de un diámetro de 450 mm). El plano D representa el plano vertical alineado con el eje de rotación del freno.

Gráfico A4/3

Representación esquemática indicativa de la carcasa del freno

El volumen de transición de entrada (gráfico A4/3 — 1) se define como la sección de la carcasa que se encuentra entre los planos A y B y se representa de color gris. El ángulo de transición «a» (gráfico A4/3 — 2) define el grado de uniformidad de la zona de transición a la carcasa. En el gráfico A4/3, el aire de refrigeración fluye de derecha a izquierda.

7.4.2. Especificaciones de diseño

Deberán cumplirse las siguientes especificaciones generales para el diseño de la carcasa del freno y la verificación de la correcta uniformidad de mezcla y caudal:

- La carcasa del freno tendrá dos secciones cónicas o trapecoidales intersecantes con un cilindro en el centro, concéntrico con el eje de rotación del freno.
- La transición del plano A al plano B será uniforme y continua, sin cambios bruscos. Los requisitos se aplican al plano vertical, a lo largo del eje del conducto, y al plano horizontal A₁, a lo largo de la sección transversal de la carcasa (cilindro intersecante).
- Las secciones transversales de entrada y salida estarán diseñadas para garantizar ángulos de transición uniformes ($15^\circ \leq a \leq 30^\circ$) a fin de evitar cambios repentinos en la forma o el tamaño de la sección transversal.
- Los puntos de transición entre los segmentos no presentarán imperfecciones ni características que puedan recoger partículas de los frenos que pudieran quedar suspendidas en el aire más adelante durante el ensayo.
- Si se aplican elementos de fijación en los puntos de transición, no deberán sobresalir tanto que invadan la zona de la carcasa.
- El aire de refrigeración solo entrará y saldrá de la carcasa en dirección horizontal (es decir, el eje central de la carcasa definido en el plano A₁ se alineará con la dirección del flujo de aire). El túnel será horizontal y recto durante al menos dos diámetros de conducto ($2 d_i$) antes de la entrada de la carcasa. El conducto del túnel también deberá ser horizontal después de la carcasa al menos hasta dos diámetros de conducto ($2 d_i$) después del plano de muestreo especificado en el apartado 7.5.
- La construcción de las superficies de la carcasa de freno que entren en contacto con el aerosol deberá ser continua, sin juntas. Se utilizará acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) para obtener una superficie ultralimpia y ultrafina y aumentar la resistencia a la corrosión.
- La selección de todos los materiales (incluidos los sellos) tendrá por objeto garantizar una protección suficiente contra los medios utilizados (por ejemplo, el líquido de frenos) durante la configuración. Todas las cavidades e interfaces de la carcasa se impermeabilizarán con empaquetadura o equivalente.

- i) El flujo de aire a la entrada de la carcasa será turbulento, con un número Reynolds de al menos 4 000 para todos los ajustes de ensayo del caudal de aire a fin de garantizar una mezcla suficiente. Se calculará el número Reynolds R_e para un ensayo de emisiones de frenado determinado utilizando la ecuación 7.3.

$$R_e = (U \times d_i) / (v \times 3,6 \times 1000) \tag{Ecuación 7.3}$$

donde:

- R_e es el número Reynolds correspondiente al ensayo de emisiones de los frenos de que se trate (sin unidades);
- U es la velocidad media del aire de refrigeración en el túnel de muestreo, en km/h;
- d_i es el diámetro del túnel de muestreo en mm según el cuadro A4/1;
- v es la viscosidad cinemática del aire (se utilizará un valor predeterminado de $1,48 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$).

La velocidad media del aire de refrigeración en el túnel de muestreo puede calcularse utilizando el caudal de aire medido y el diámetro interior del túnel de muestreo sobre la base de la ecuación 7.4.

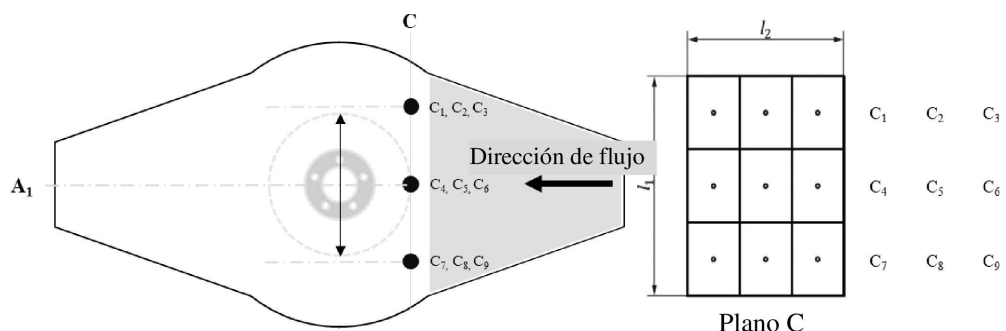
$$U = (4 \times 10^3 \times Q) / (\pi \times d_i^2) \tag{Ecuación 7.4}$$

donde:

- Q es el caudal de aire de refrigeración medido en m^3/h según el cuadro A4/10;
 - d_i es el diámetro del túnel de muestreo en mm según el cuadro A4/1.
- j) El plano C es tangencial a un disco arbitrario de 450 mm de diámetro. Se diseñará el área de sección transversal en la entrada de la carcasa de modo que la velocidad del aire en el plano C se mantenga por debajo de la tolerancia máxima admisible para la uniformidad de la velocidad definida en la letra l) del presente apartado. En caso necesario, se utilizarán estabilizadores de flujo o difusores en el lado de entrada antes del plano B para garantizar el mayor nivel posible de caudal uniforme en el plano C.
 - k) Se calcularán los valores de velocidad del aire en nueve posiciones en el plano C, tal como se define en el gráfico A4/4. Se dividirá el plano C en nueve zonas iguales mediante líneas paralelas a los lados del plano (l_1 representa la altura del plano C y l_2 representa la profundidad axial del plano C). El punto C5 será el centro del plano C. Los ocho puntos restantes se distribuirán uniformemente en torno al punto C5 y se colocarán en el centro de las líneas imaginarias entre el punto C5 y las paredes de la carcasa en el plano C, como se muestra en el gráfico A4/4.

Gráfico A4/4

Posiciones de referencia para la verificación de la velocidad del aire



Nota: Lado izquierdo — Verificación de la correcta uniformidad de mezcla y caudal utilizando el plano C para un disco de 450 mm de diámetro exterior. Lado derecho — Distribución de las posiciones de medición en el plano C (vista en la dirección del flujo).

- l) Se medirán los valores de velocidad del aire en las nueve posiciones del plano C sin haber instalado ni un conjunto de freno ni un dispositivo de fijación. Todos los conductos de aire de refrigeración utilizados para el ensayo de emisiones de los frenos permanecerán conectados a la carcasa durante estas mediciones. Se realizarán las mediciones con los caudales operativos mínimo y máximo del sistema de ensayo. Se dejará que el caudal se estabilice durante al menos 2 minutos antes de efectuar cada medición. El caudal de aire se considera estabilizado cuando el caudal medio medido en el túnel de muestreo se encuentre dentro de un margen del $\pm 5\%$ del valor preestablecido. Se efectuará la medición de la velocidad del aire durante al menos 2 minutos después de la estabilización. El tiempo de medición será suficiente para detectar cualquier inestabilidad en el patrón de velocidad del aire que pueda afectar a los valores medidos. La velocidad del aire en cada posición no variará en más del $\pm 35\%$ de la media aritmética de todas las mediciones para un caudal determinado.

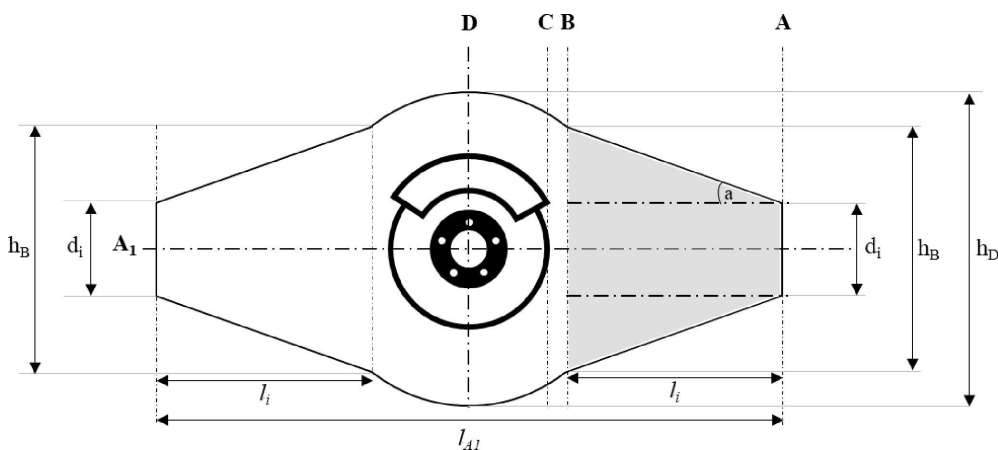
La limpieza y el mantenimiento de la carcasa del freno se ajustarán a las especificaciones facilitadas por el fabricante en cuanto a frecuencia y medios. El centro de ensayo se asegurará de que la carcasa esté limpia antes de iniciar un ensayo de emisiones de frenos.

7.4.3. Dimensiones

El centro de ensayo actuará con la diligencia debida para seleccionar la carcasa del freno de manera que se ajuste al conjunto de freno más grande aplicado a los vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento. Esto incluye posibles piezas adicionales diseñadas para reducir las emisiones de partículas suspendidas (por ejemplo, dispositivos de filtrado de frenos), siempre que sus dimensiones se ajusten a las dimensiones correspondientes de la rueda en la que esté montado el freno. Además, el centro de ensayo verificará que la selección se ajusta a las capacidades de velocidad, inercia de ensayo de frenado y par de frenado previstas durante el ensayo. Una carcasa de freno sobredimensionada puede causar regiones de baja presión, bajas velocidades del aire para alcanzar las temperaturas de frenado buscadas y tiempos de transporte de partículas más largos. El gráfico A4/5 ilustra una disposición indicativa con las principales dimensiones de la carcasa.

Gráfico A4/5

Representación esquemática indicativa de la carcasa del freno y sus dimensiones principales



A continuación se describen las especificaciones mínimas relativas a las dimensiones de la carcasa del freno. Además de las especificaciones de dimensiones descritas en el presente apartado, el centro de ensayo garantizará que las dimensiones seleccionadas proporcionen un diseño que cumpla todos los requisitos definidos en el apartado 7.4.2.

- a) Se diseñará la carcasa del freno en simetría con el plano A_1 . La longitud del plano A_1 (l_{A1}) representa la longitud más extensa de la carcasa en la dirección del flujo. La longitud del plano A_1 será de entre 1 200 y 1 400 mm ($1\,200 \leq l_{A1} \leq 1\,400$ mm).

- b) Se diseñará la carcasa del freno en simetría con el plano D. La longitud del plano D (h_D) representa la distancia (altura) más larga de la carcasa perpendicular a la dirección del flujo. La altura del plano D será de entre 600 y 750 mm ($600 \leq h_D \leq 750$ mm).
- c) La distancia del plano C al plano D es igual al radio del mayor freno disponible en el mercado en los vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento. La posición del plano C en el gráfico A4/5 se indica a título ilustrativo y no corresponde a ninguna especificación de dimensiones real.
- d) Se diseñará la altura en el plano B (h_B) de manera que la relación h_B/h_D sea siempre superior al 60 % ($h_B/h_D > 60$ %). Se diseñará la profundidad de transición de la sección transversal en el plano B para que sea igual a la profundidad axial de la carcasa, tal como se define en la letra g) del presente apartado.
- e) Se diseñará la longitud (l_i) y la altura (h_B) de transición de la salida de manera que equivalgan a la longitud (l_i) y la altura (h_B) de transición de la entrada.
- f) Los diámetros de entrada y de salida (d_i) serán iguales al diámetro del conducto en el túnel de muestreo, tal como se especifica en el apartado 7.5.
- g) La profundidad axial máxima de la carcasa del freno en el plano D (paralelo al eje de rotación del freno) estará comprendida entre 400 y 500 mm.

7.4.4. Sistemas de filtrado de frenos

La instalación de sistemas de filtrado de frenos u otros dispositivos de recogida de polvo de los frenos no afectará negativamente al funcionamiento del centro. El posicionamiento, la longitud y los codos de los latiguillos del sistema serán representativos de las aplicaciones en condiciones reales. Podrán instalarse partes de los sistemas fuera de la carcasa siempre que no afecten a la eficiencia de la recogida de partículas del sistema de filtrado de frenos. Todo flujo extraído de la carcasa retornará a la entrada del túnel, aproximadamente en el centro de la sección transversal. Si un sistema activo está diseñado para utilizar uno o varios filtros y un ventilador para más de un freno en aplicaciones en vehículos, el flujo volumétrico adicional necesario para compensar el flujo volumétrico de los demás frenos será extraído por el túnel antes de la carcasa (y después de la medición del flujo volumétrico). Si procede, se utilizará un nuevo filtro para los tramos de asentamiento y medición de emisiones conforme al gráfico 2.

Deberán cumplirse todos los requisitos del presente Reglamento. Por ejemplo, los ajustes del caudal de aire de refrigeración se realizarán con el sistema instalado y funcionando como durante las mediciones de las emisiones.

7.5. Diseño del túnel de muestreo

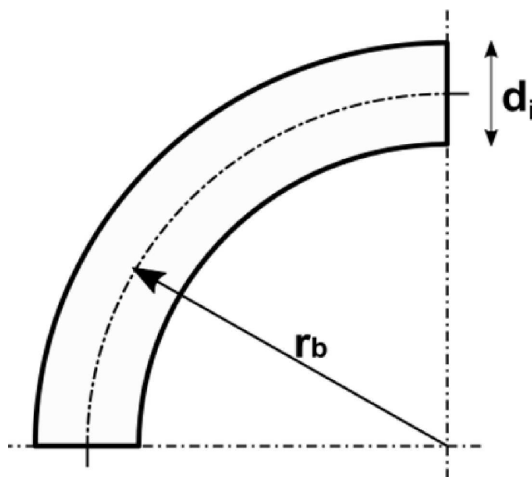
El túnel de muestreo se define como la parte situada entre la salida de la carcasa del freno y la entrada de las sondas de muestreo. El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa del túnel de muestreo en la disposición general (elemento 7). Existen dos posibilidades para el diseño del túnel de muestreo: una disposición sin codo [gráfico A4/1 (a)] y una disposición con codo [gráfico A4/1 (b)]. El centro de ensayo garantizará que el diseño del túnel de muestreo cumpla los siguientes requisitos:

- a) El aire de refrigeración fluirá a través de conductos redondos sin variaciones de sección transversal entre la salida de la carcasa y el plano de muestreo.
- b) Se utilizará acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) para las superficies del túnel que entren en contacto con el aerosol.
- c) Ninguna transición entre sectores adyacentes tendrá imperfecciones o características que puedan acumular partículas depositadas de los frenos. Cuando esto no sea posible, se garantizará que las transiciones estén diseñadas técnicamente para minimizar la acumulación de partículas depositadas.
- d) Los conductos tendrán un diámetro interior constante d_i de 190 mm como mínimo y 225 mm como máximo ($190 \leq d_i \leq 225$ mm). El diámetro interior del conducto d_i se define como se muestra en el gráfico A4/6.
- e) Podrá aplicarse un único codo de 90° como máximo en el túnel de muestreo (es decir, después de la carcasa del freno y antes del plano de muestreo), siempre que se cumplan las especificaciones descritas en las letras f) y g).

- f) Si se aplica un codo en el túnel de muestreo, el radio de flexión r_b será al menos dos veces el diámetro interior del conducto ($2 \cdot d_i$). El radio del codo se define como se muestra en el gráfico A4/6.

Gráfico A4/6

Definición del diámetro del conducto (d_i) y del radio de curvatura (r_b)



- g) Si se aplica un codo en el túnel de muestreo, este codo irá seguido de un conducto recto con una longitud de al menos seis veces el diámetro del conducto ($6 \cdot d_i$) antes del plano de muestreo. Además, el plano de muestreo irá seguido de un conducto recto con una longitud de al menos dos veces el diámetro del conducto ($2 \cdot d_i$) antes de cualquier elemento de perturbación del flujo (por ejemplo, un segundo codo en la configuración).
- h) Si no hay ningún codo en el túnel de muestreo, a la salida de la carcasa se colocará un conducto recto con una longitud de al menos seis veces el diámetro del conducto ($6 \cdot d_i$) antes del plano de muestreo. Además, el plano de muestreo irá seguido de un conducto recto con una longitud de al menos dos veces el diámetro del conducto ($2 \cdot d_i$) antes de cualquier elemento de perturbación del flujo (por ejemplo, un codo en la configuración o un filtro para proteger el caudalímetro frente a la contaminación).
- i) Las disposiciones relativas a los conductos descritos en las letras a), c) y d) del presente apartado se aplicarán al menos a los conductos del túnel desde dos veces el diámetro interior del conducto ($2 \cdot d_i$) antes de la entrada de la carcasa hasta dos veces el diámetro interior del conducto ($2 \cdot d_i$) después del plano de muestreo.

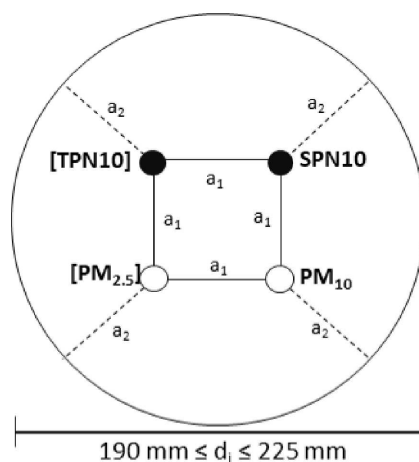
7.6. Plano de muestreo

El plano de muestreo es el plano vertical del túnel de muestreo en el que se coloca la entrada de las sondas de muestreo. El gráfico A4/1 presenta una posición indicativa del plano de muestreo en la disposición general (elemento 8). Se aplican las siguientes disposiciones al plano de muestreo:

- a) El muestreo de PM y PN se realizará en la misma sección transversal del túnel de muestreo. Consúltense los apartados 12.1.1.1 y 12.2.1.1 en relación con el muestreo de PM y PN, respectivamente.
- b) Se utilizará una configuración de cuatro sondas que cumpla los requisitos del presente apartado. El gráfico A4/7 ilustra el posicionamiento adecuado de las sondas de muestreo de PM y PN. Cuando se utilice un separador de flujo en relación con el muestreo de PN conforme al apartado 12.2.1.1, existe la posibilidad de colocar los dispositivos de medición en posiciones alternativas en la disposición de cuatro sondas.

Gráfico A4/7

Representación gráfica de la separación de las sondas en el túnel



Nota: Vista de la parte vertical en la dirección del flujo en el túnel de muestreo que define el plano de muestreo. Los puntos blancos representan las sondas de muestreo de PM ($PM_{2,5}/PM_{10}$). Los puntos negros representan las sondas de muestreo de PN (SPN10)

- c) Se colocarán las sondas de muestreo separadas uniformemente entre sí en torno al eje longitudinal central del túnel de muestreo con respecto al centro de la entrada de la sonda.
- d) Se colocarán las sondas de muestreo con una distancia mínima entre sí de 47,5 mm (gráfico A4/7 — $a_1 \geq 47,5$ mm). Se medirá la distancia entre las sondas de muestreo utilizando su diámetro exterior.
- e) Se colocarán las sondas de muestreo garantizando una distancia radial mínima respecto de la pared del túnel (distancia de la sonda al conducto) de 47,5 mm (gráfico A4/7 — $a_2 \geq 47,5$ mm). Se medirá la distancia de la sonda al conducto utilizando el diámetro exterior de las sondas de muestreo.

8. Requisitos de preparación del ensayo

8.1. Parámetros de entrada

Los siguientes parámetros relacionados con el freno —y con el vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo— estarán a disposición del centro de ensayo para llevar a cabo los ensayos de emisiones de los frenos con arreglo al presente Reglamento.

Cuadro A4/3

Parámetros de ensayo requeridos

N.º	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Símbolo	Unidad	Decimales
1	Marca y modelo del vehículo	Marca y modelo del vehículo en el que está montado el freno sometido a ensayo		-	No aplicable
2	Tipo de electrificación del vehículo	El tipo de electrificación del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno (VEP, VEH-CCE, VHE-SCE Cat. 0, VEH-SCE Cat. 1, VEH-SCE Cat. 2, ICE) en el que está montado el freno sometido a ensayo		-	No aplicable
3	Coefficiente de reparto de frenado específico del vehículo	El coeficiente de reparto de frenado específico del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno	c	-	2

N.º	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Símbolo	Unidad	Decimales
4	Eje del vehículo	El eje del vehículo, delantero o trasero, en el que está montado el freno sometido a ensayo	FA o RA	-	No aplicable
5	Posición de montaje del freno en el vehículo	Emplazamiento del freno sometido a ensayo en el vehículo, en la esquina derecha o en la esquina izquierda	RHC o LHC	-	No aplicable
6	Masa de ensayo del vehículo	La masa del vehículo que debe simularse en el dinamómetro de frenos, tal como se define en la letra a) del presente apartado	M_{veh}	kg	0
7	Distribución de la fuerza de frenado	Relación entre la fuerza de frenado de cada eje y la fuerza de frenado total aplicada al vehículo, tal como se describe en la letra b) del presente apartado	FAF o RAF	%	0
8	Tipo de dispositivo de fijación	El dispositivo de fijación del conjunto de freno conforme al apartado 8.4.1.	L0-U o L0-P	-	No aplicable
9	Código de identificación del disco o tambor	El código etiquetado por el fabricante del freno en el disco/tambor		-	No aplicable
10	Código de identificación del material de fricción	El código etiquetado por el fabricante de material de fricción en las pastillas/zapatas		-	No aplicable
11	Carga nominal por rueda	La carga en la esquina de freno sometida a ensayo (delantera o trasera) antes de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida según se define en la letra c) del presente apartado	WL_{n-f} o WL_{n-r}	kg	1
12	Carga de ensayo (o aplicada) por rueda	La carga en la esquina de freno sometida a ensayo (delantera o trasera) después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida según se define en la letra d) del presente apartado	WL_{t-f} o WL_{t-r}	kg	1
13	Radio de rodadura dinámico del neumático	Radio del neumático equivalente a las revoluciones por distancia recorrida publicadas por el fabricante del neumático con respecto al tamaño de neumático concreto	r_R	mm	0
14	Radio efectivo del freno	La distancia definida en la letra e) del presente apartado	r_{eff}	mm	1
15	Inercia nominal de frenado	Carga por rueda con un radio de giro igual al radio de rodadura dinámico del neumático que impone al freno de servicio la misma energía cinética que en el vehículo real. Se define en la letra f) del presente apartado.	I_n	kg·m ²	1
16	Inercia de ensayo de frenado (o aplicada al freno)	Inercia nominal de frenado después de restar las fuerzas de desaceleración inducidas por la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida según se define en la letra g) del presente apartado	I_t	kg·m ²	1
17	Diámetro exterior máximo del disco/tambor	El mayor diámetro del disco o tambor sometido a ensayo	OD	mm	1

N.º	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Símbolo	Unidad	Decimales
18	Masa del disco	Masa del disco antes del ensayo: se utiliza para asignar el freno sometido a ensayo a un grupo definido por la relación entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco, tal como se describe en el apartado 10	DM	kg	4
19	Número de pistones por lado	Número de pistones a un lado de la mordaza de freno		-	No aplicable
20	Diámetro medio (o hidráulico) del pistón	Diámetro del pistón del freno sometido a ensayo, tal como se define en la letra h) del presente apartado		mm	2
21	Par de apriete del tornillo que sujeta la mordaza al dispositivo de fijación	Par recomendado para el apriete del tornillo de la mordaza, si así lo especifica el fabricante del freno		N·m	1
22	Par de apriete del tornillo que sujeta el disco o tambor al cubo de la rueda	Par recomendado para el apriete del tornillo del disco/tambor, si así lo especifica el fabricante del freno		N·m	1
23	Eficiencia de la mordaza de freno o del tambor de freno	Eficiencia para computar las pérdidas internas por fricción entre interfaces deslizantes o la carrera del pistón, si así lo especifica el fabricante del freno. Si no se especifica, utilícese el 100 %.	H	%	0
24	Presión umbral	Presión mínima para superar la resistencia interna antes del inicio del par de frenado, tal como se define en el apartado 3.1.19 del presente Reglamento	$P_{\text{threshold}}$	kPa	1
25	Límite de alabeo del freno	El alabeo máximo permitido para el disco/tambor instalado en el dispositivo de fijación del freno	BRO	μm	0

Al calcular algunos de los parámetros de ensayo exigidos que figuran en el cuadro A4/3, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La masa de ensayo del vehículo (M_{veh}) es la masa en orden de marcha (MRO) más la masa del equipamiento opcional instalado en el vehículo (kg) en el que está montado el freno sometido a ensayo, más:
 - i) 37,5 kg, que corresponde a una masa adicional de 0,5 pasajeros, para los vehículos de categoría 1-1;
 - ii) 25 kg más el 28 % de la carga máxima del vehículo (MVL), para los vehículos de categoría 2 con una masa total en carga inferior a 3 500 kg.
- b) La distribución de la fuerza de frenado (FAF o RAF) representa la relación entre la fuerza de frenado de cada eje y la fuerza de frenado total aplicada al vehículo, respectivamente. FAF representa la parte de la fuerza de frenado aplicada al eje delantero. RAF representa la parte de la fuerza de frenado aplicada al eje trasero. La distribución de la fuerza de frenado se expresa en porcentaje. La distribución de la fuerza de frenado para cada vehículo (FAF o RAF) será facilitada por el fabricante del vehículo. La distribución de la fuerza de frenado según el método predeterminado que figura en el Reglamento n.º 90 de las Naciones Unidas solo se aplicará cuando no se disponga del valor específico del fabricante del vehículo, es decir:
 - i) el 77 % para el eje delantero y el 32 % para el eje trasero en el caso de los vehículos de categoría M1;

- ii) el 66 % para el eje delantero y el 39 % para el eje trasero en el caso de los vehículos de categoría 2 con una masa total en carga inferior a 3 500 kg.
- c) La carga nominal por rueda (WL_n) representa la carga aplicada al freno sometido a ensayo (delantero o trasero) antes de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida. Está en función de la masa de ensayo del vehículo y de la distribución de la fuerza de frenado y se calcula a partir de las ecuaciones 8.1a y 8.1b. La carga nominal por rueda se utiliza para calcular la carga de ensayo por rueda. Además, se utiliza para clasificar el freno sometido a ensayo en un grupo definido por la relación entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco (WL_{n-f}/DM) cuando se ajusta la refrigeración como se especifica en el apartado 10.

$$WL_{n-f} = 0,5 \times M_{veh} \times FAF \quad (\text{Ecuación 8.1a})$$

$$WL_{n-r} = 0,5 \times M_{veh} \times RAF \quad (\text{Ecuación 8.1b})$$

donde:

WL_{n-f} es la carga nominal por rueda delantera en kg según el cuadro A4/3;

WL_{n-r} es la carga nominal por rueda trasera en kg según el cuadro A4/3;

M_{veh} es la masa de ensayo del vehículo en kg según el cuadro A4/3;

FAF es la distribución de la fuerza de frenado delantera según el cuadro A4/3;

RAF es la distribución de la fuerza de frenado trasera según el cuadro A4/3.

- d) La carga de ensayo (o carga aplicada) por rueda (WL_t) representa la carga aplicada al freno sometido a ensayo (delantero o trasero) después de computar la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida. Está en función de la carga nominal por rueda y se calcula a partir de las ecuaciones 8.2a y 8.2b. El valor de WL_t se reduce en un 13 % en comparación con el valor de WL_n para computar la resistencia al avance en carretera del vehículo durante el funcionamiento en condiciones reales. La carga WL_t se aplica durante todo el ensayo de emisiones de los frenos, incluidos los tramos de ajuste de la refrigeración, asentamiento y medición de las emisiones.

$$WL_{t-f} = 0,87 \times WL_{n-f} \quad (\text{Ecuación 8.2a})$$

$$WL_{t-r} = 0,87 \times WL_{n-r} \quad (\text{Ecuación 8.2b})$$

- e) El radio efectivo del freno (r_{eff}) es, en el caso de los frenos de disco, la distancia entre el centro de rotación y la línea media del pistón o pistones de la mordaza montado en el dispositivo de fijación. En el caso de un freno de tambor, el radio efectivo es la mitad del diámetro interior del tambor.
- f) La inercia nominal de frenado (I_n) representa la carga por rueda con un radio de giro igual al radio de rodadura dinámico del neumático que impone al freno de servicio la misma energía cinética que en el vehículo real. Está en función de la carga nominal por rueda y del radio de rodadura dinámico del neumático y se calcula a partir de la ecuación 8.3:

$$I_n = WL_n \times r_R^2 \quad (\text{Ecuación 8.3})$$

donde:

I_n es la inercia nominal de frenado en $kg \cdot m^2$ según el cuadro A4/3;

WL_n es la carga nominal por rueda en kg según el cuadro A4/3;

r_R^2 es el radio de rodadura dinámico del neumático en m según el cuadro A4/3.

- g) La inercia de ensayo de frenado (o aplicada al freno) (I_t) representa la inercia nominal de frenado después de restar las fuerzas de desaceleración inducidas por la resistencia al avance en carretera del vehículo o cualquier otro tipo de pérdida. La inercia de ensayo de frenado es la fuente primaria de energía cinética durante el frenado. Está en función de la inercia nominal de frenado y se calcula a partir de la ecuación 8.4. La inercia de ensayo de frenado se reduce en un 13 % en comparación con la inercia nominal de frenado para computar las pérdidas de resistencia al avance en carretera del vehículo durante el funcionamiento en condiciones reales. La inercia de ensayo de frenado se aplica durante todo el ensayo de emisiones de los frenos, incluidos los tramos de ajuste de la refrigeración, asentamiento y medición de las emisiones.

$$I_t = 0,87 \times I_n \quad (\text{Ecuación 8.4})$$

- h) El diámetro medio (o hidráulico) del pistón (d_{piston}), en el caso de los frenos de tambor, es el diámetro del pistón del cilindro de rueda. El valor d_{piston} , en el caso de los frenos de disco, representa el diámetro equivalente del pistón del freno sometido a ensayo. Si la mordaza contiene varios pistones (n), el centro de ensayo determinará el diámetro hidráulico del pistón utilizando los diámetros individuales equivalentes de los pistones que actúan a un lado de la mordaza con la ecuación 8.5:

$$d_{\text{piston}} = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (\text{Ecuación 8.5})$$

8.2. Preparación de la configuración del ensayo

El centro de ensayo realizará las siguientes tareas antes de iniciar un ensayo de emisiones de frenos:

- Se verificará la disponibilidad de toda la documentación de ensayo, la información sobre los frenos, el programa de control, las capacidades del dinamómetro y las condiciones de ensayo.
- Se actualizarán o se cargarán el programa de control, los parámetros y condiciones del ensayo y la información sobre los frenos en el sistema de control del dinamómetro de frenos.
- Se instalará el disco/tambor de freno en el dispositivo de fijación y en el contrapunto del dinamómetro de acuerdo con las especificaciones descritas en el apartado 8.4.1. Se conectará con los adaptadores al árbol principal del dinamómetro.
- Se medirá el alabeo del freno (BRO) colocando la punta de la galga para cuadrantes a 10 mm del borde exterior (OD) en la superficie exterior o interior (frenos de disco). En el caso de los frenos de tambor, se medirá el rodaje del freno colocando la galga para cuadrantes radialmente hacia el exterior y a 10 mm de la línea media de la superficie interior del tambor. Durante esta medición no habrá pastillas ni zapatas de freno montadas. Se verificará que el BRO es inferior a 50 μm girando manualmente el disco o tambor instalado en el dinamómetro. Una vez medido el BRO, se completará el montaje del tambor. Si es preciso separar piezas del freno para completar el conjunto de freno, se efectuará una medición de verificación para demostrar que el alabeo en el conjunto final es correcto. Si el BRO es superior a 50 μm , se realizarán ajustes en la fijación del freno o se inspeccionarán las piezas del freno de cara a reducir el BRO a un valor inferior a 50 μm . En caso de que el BRO antes del inicio del ensayo se mantenga por encima del límite definido en el presente apartado, el ensayo no será válido. Se consignará el alabeo medido (real) del freno en el cuadro A4/14.
- Se verificarán los niveles cero de par y presión antes de iniciar un ensayo de emisiones de frenos. La verificación se llevará a cabo con los pistones y las pastillas de freno completamente retraídos. Las piezas de freno no deberán tocar el disco y el sistema de accionamiento hidráulico del dinamómetro deberá estar sin aplicar. En esta posición, cada uno de los sensores de par y presión se ajustará de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo para que la lectura sea cero o lo más aproximada posible dentro de las tolerancias definidas en el cuadro A4/18. La lectura se observará durante al menos 30 segundos con el freno parado para confirmar que se estabiliza. En el caso de un freno de tambor, se realizará el ajuste con el conjunto del contraplato (con zapatas de freno) instalado, pero sin la parte giratoria (tambor) instalada.
- Se instalarán las pastillas o zapatas de freno y se realizará una purga completa del freno para eliminar las burbujas de aire de los conductos que van desde el cilindro maestro hasta el freno.

- g) Se realizará una inspección visual del freno sometido a ensayo, del dispositivo de fijación del freno, de los cables de los termopares y de los conductos de freno hidráulicos para comprobar que están bien encaminados y conectados.
- h) Se comprobará que todos los instrumentos estén disponibles con arreglo al procedimiento operativo estándar definido por los fabricantes de los instrumentos sobre uso y limpieza. Se comprobará que todos los medios de filtrado estén disponibles con arreglo al procedimiento operativo estándar definido por el fabricante sobre acondicionamiento, manipulación y almacenamiento de filtros.
- i) La purga del freno es importante para garantizar que no queden burbujas de aire dentro del latiguillo de freno. Se efectuarán aplicaciones estáticas del freno a presiones de frenado de entre 300 y 3 000 kPa para verificar la curva de desplazamiento del líquido a modo de comprobación de la purga y para efectuar una inspección visual a fin de detectar posibles fugas de líquido en el interior de la carcasa. Para esta operación podrá utilizarse un sensor de desplazamiento del líquido de frenos o un método de evaluación alternativo. La mordaza y las pastillas de freno se retraerán para garantizar que las pastillas no entren en contacto con el disco (en el caso de un freno de tambor, se comprobará que la distancia entre las zapatas y el tambor se ajusta al valor nominal recomendado por el fabricante).
- j) Se cerrará la carcasa del freno, se activará el sistema de climatización y se verificará el funcionamiento del sistema de aire de refrigeración de acuerdo con las especificaciones definidas en el apartado 7.2.
- k) Se aplicará una presión de 2 000 kPa en tres ocasiones (manteniendo la presión durante 2 segundos cada vez) para restablecer el freno (con frenos de tambor se puede omitir este paso). Se realizarán mediciones a tres velocidades lineales diferentes (5 km/h, 50 km/h y 135 km/h) acelerando hasta la velocidad buscada, manteniéndola durante 120 segundos (a presión de frenado cero) para que se establezca y, a continuación, midiendo la señal de par durante 30 segundos más. La medición de la resistencia aerodinámica es la media de esta señal de par basada en tiempos para el período de 30 segundos. Se aplicará un nivel de aceleración de 1 m/s² para la velocidad de 5 km/h y de 2 m/s² para los otros dos valores de velocidad buscados. Se verificará que, durante los últimos 30 segundos de cada evento de velocidad de crucero, el valor medido del par de resistencia aerodinámica de frenado (tal como se define en el apartado 3.3.26 del presente Reglamento) no supera los 10 N·m (excluido el par absorbido por los rodamientos del dinamómetro, si procede, que puede medirse por separado sin el freno instalado). Si la medición del par de resistencia aerodinámica supera este valor, se repetirá el procedimiento tras volver a comprobar el BRO, el espacio libre entre los componentes móviles y los fijos (incluido el cableado de los termopares), la purga del freno y la alineación del dispositivo de fijación. En caso de que el valor del par de resistencia aerodinámica del conjunto de freno medido en el ensayo sea superior a 10 N·m, el ensayo no será válido.
- l) Se repetirá diez veces el primer evento de frenado del ciclo de frenado WLTP para verificar la recogida de datos, los parámetros de ensayo, la inercia del ensayo de frenado y el funcionamiento global del sistema.
- m) Cuando no se conozca el caudal de aire de refrigeración para el eje y el tipo de freno objeto de ensayo, se ajustará a un valor conocido utilizado para frenos similares, tal como se describe en el apartado 10.1.4. Se verificará que el caudal de aire de refrigeración seleccionado cumple las especificaciones definidas en el apartado 10. En caso contrario, se ajustará su valor siguiendo las instrucciones del apartado 10.1.4 hasta que se defina el valor nominal.
- n) Se verificará que los niveles de emisiones de fondo anteriores al ensayo se encuentran dentro de los límites aceptables definidos en el apartado 7.2.2.2.2 utilizando el caudal de aire de refrigeración nominal.
- o) Se verificará que todos los instrumentos y dispositivos para medir las emisiones de los frenos están habilitados y funcionan sin errores ni advertencias.
- p) Si no surgen problemas, se continuará con los tramos de asentamiento y medición de emisiones siguiendo los procedimientos definidos en los apartados 11 y 12, respectivamente.

Cuando se conozca el caudal de aire de refrigeración para el eje y el tipo de freno objeto de ensayo, el centro de ensayo llevará a cabo el asentamiento y la medición de las emisiones con las piezas de freno nuevas y no con las utilizadas para el ajuste de la refrigeración. En ese caso, todas las etapas del presente apartado, excepto la letra m), se aplicarán a los tramos de asentamiento y medición de emisiones.

Cuando no se conozca el caudal de aire de refrigeración para el eje y el tipo de freno objeto de ensayo, el centro de ensayo llevará a cabo el tramo de ajuste de la refrigeración, aplicando todas las etapas del presente apartado, excepto las letras h), n), o) y p). Una vez ajustado el caudal de aire de refrigeración, el centro llevará a cabo los tramos de asentamiento y medición de emisiones con piezas de freno nuevas, aplicando todas las etapas del presente apartado, excepto la letra m).

8.3. Medición de la temperatura del freno

El centro de ensayo utilizará termopares integrados para medir la temperatura del disco o tambor de freno. Se aplicarán las siguientes especificaciones:

- a) Se utilizarán sensores de temperatura disponibles en el mercado que contengan conductores de níquel-cromo (Chromel) y níquel-aluminio (Alumel) (termopares de tipo K).
- b) Se utilizarán termopares integrados con una temperatura de medición comprendida entre 0 °C y un mínimo de 800 °C y un error máximo admisible (tolerancia) de $\pm 2,2$ °C o un $\pm 0,75$ % del valor medido.
- c) Se utilizarán termopares integrados con una punta sólida de fácil instalación para insertarlos en los componentes de freno.

Además, se aplicarán las siguientes disposiciones para colocar los termopares integrados en los componentes de freno:

- d) Frenos de disco: se colocará el termopar integrado en la superficie de rozamiento del plato exterior — posicionado radialmente 10 mm hacia el exterior del centro de la trayectoria de fricción— y empotrado a $(0,5 \pm 0,1)$ mm de profundidad bajo la superficie del disco. En discos ventilados, se situará el termopar centrado entre dos aletas del rotor. El gráfico A4/8 ilustra la correcta instalación de termopares integrados en discos de freno. El símbolo «X» indica el radio de contacto de la superficie del disco y de las pastillas.
- e) Frenos de tambor: se colocará el termopar integrado en el centro de la trayectoria de fricción empotrado a $(0,5 \pm 0,1)$ mm de profundidad por debajo de la superficie interior del tambor de freno. El gráfico A4/9 ilustra la correcta instalación de termopares integrados en tambores de freno.
- f) Se desaconseja vivamente la instalación de termopares integrados o de cualquier otro tipo para medir la temperatura de las pastillas o zapatas de freno durante los ensayos de emisiones de partículas suspendidas de los frenos en el contexto del presente Reglamento.

Gráfico A4/8

Instalación esquemática de termopares integrados para discos de freno

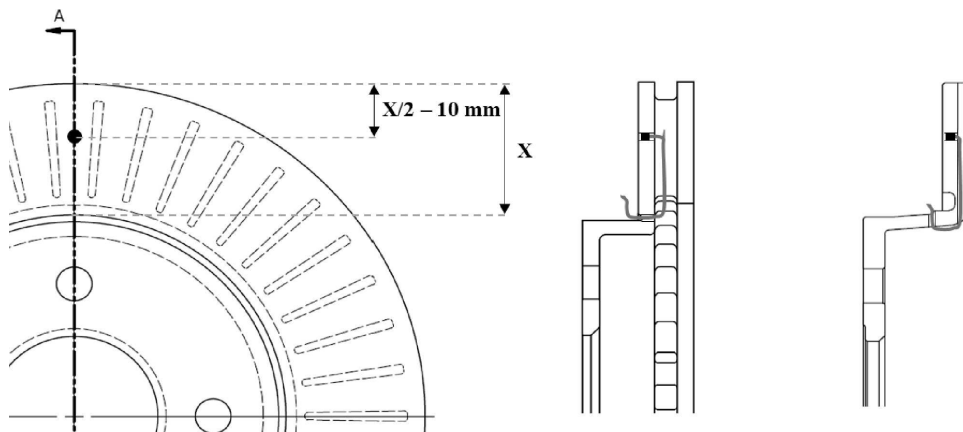
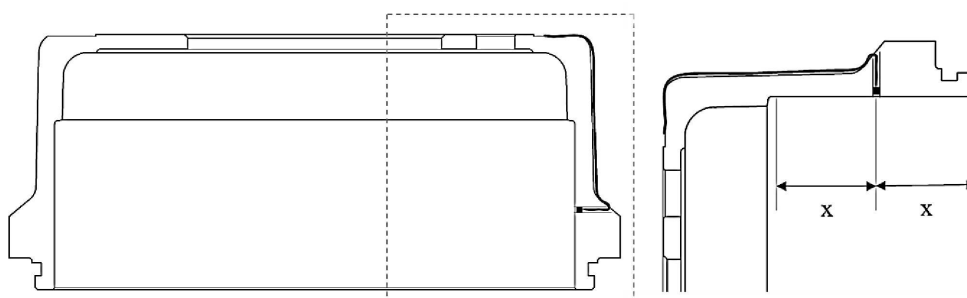


Gráfico A4/9

Instalación esquemática de termopares integrados para tambores de freno



Se consignará la temperatura del freno en el archivo de tiempos, tal como se describe en el cuadro A4/14. El centro de ensayo utilizará las lecturas de los termopares para consignar la temperatura del freno durante todos los tramos del ensayo. Por ejemplo, el centro de ensayo utilizará las lecturas de temperatura de los termopares integrados en el archivo de tiempos (T_{brake}) para verificar la correcta aplicación de la temperatura inicial en el trayecto individual del ciclo de frenado WLTP, de conformidad con las especificaciones descritas en el apartado 9.2.

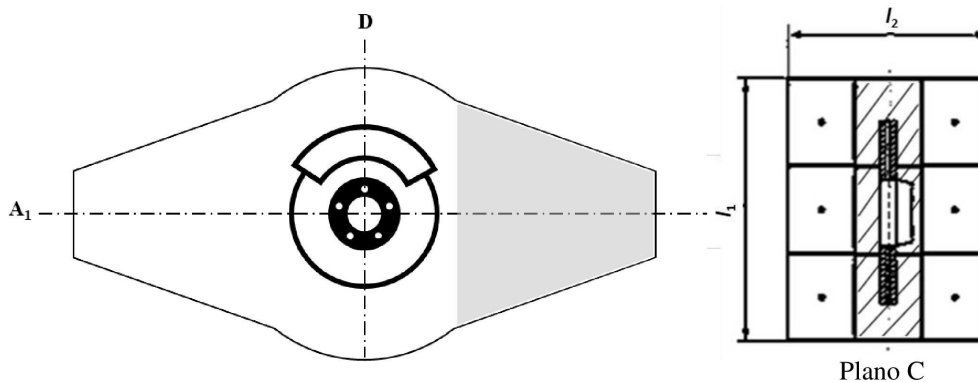
8.4. Posicionamiento del freno

8.4.1. Conjunto de freno

La posición de instalación del conjunto de freno define el eje de rotación de este y, al mismo tiempo, la ubicación de los planos A_1 y D de la carcasa. La posición de instalación adecuada se ilustra en el gráfico A4/10 (a), donde A_1 y D intersecan el eje de rotación en perpendicular en toda la medida de lo posible. Al mismo tiempo, el conjunto de freno se instalará aplicando buenas prácticas técnicas y garantizando en la medida de lo posible que el disco permanezca en todo su espesor dentro de la sección central del plano C (zona rayada), como se muestra en el gráfico A4/10 (b). En el caso de los frenos de tambor, el anillo de fricción del tambor se colocará, en la medida de lo posible, dentro de esta sección central del plano C.

Gráfico A4/10

Posición de instalación del conjunto de freno y de la mordaza: a la izquierda, con respecto a los planos A_1 y D; a la derecha, con respecto al plano C



El centro de ensayo utilizará un dispositivo de fijación del freno adecuado para montar el conjunto de freno conectando el contrapunto (lado no giratorio) al árbol del dinamómetro (lado giratorio). Como mínimo, el dispositivo de fijación del freno del dinamómetro incluirá los siguientes subsistemas:

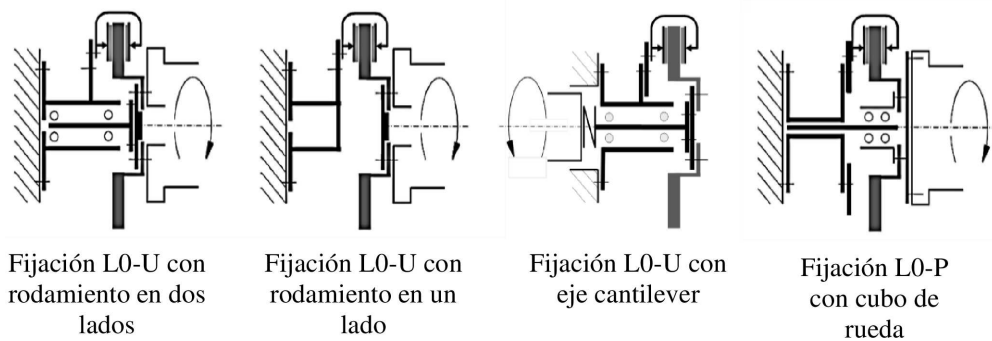
- Componentes de montaje para acoplar el dispositivo de fijación del freno al contrapunto (no giratorio).
- Componentes estructurales para transmitir el par y las fuerzas de frenado al contrapunto.
- Componentes de montaje para acoplar la mordaza de freno o el conjunto del contraplato en el caso de los frenos de tambor.
- Piezas giratorias para montar en ellas el disco o tambor de freno.
- Componentes giratorios para conectar el árbol del dinamómetro de frenos al disco o tambor de freno.

La fijación que soporta el conjunto de freno deberá permitir que este gire libremente 360° con baja fricción y sin sufrir vibraciones ni oscilaciones durante el ensayo. El centro de ensayo montará el conjunto de freno en el dinamómetro utilizando un dispositivo de fijación de tipo universal (L0-U) o de tipo poste (L0-P).

El L0-U permite acoplar directamente el conjunto de freno al árbol de transmisión del dinamómetro sin un cubo de rueda. El L0-P permite la instalación del rodamiento del vehículo específico. Los gráficos A4/11 y A4/12 ilustran, a modo de ejemplo, algunos esquemas del tipo de dispositivo de fijación para frenos de disco y de tambor, respectivamente.

Gráfico A4/11

Ejemplo de esquemas de tipos de fijación permitidos para frenos de disco



Fijación L0-U con rodamiento en dos lados

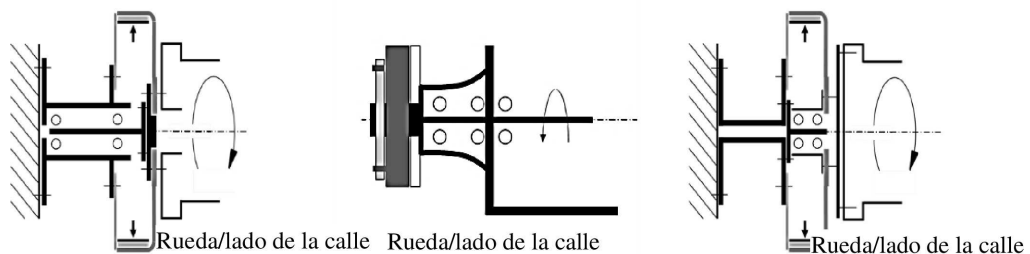
Fijación L0-U con rodamiento en un lado

Fijación L0-U con eje cantilever

Fijación L0-P con cubo de rueda

Gráfico A4/12

Ejemplo de esquemas de tipos de fijación permitidos para frenos de tambor



Fijación L0-U universal con rodamiento en dos lados

Fijación L0-U universal con rodamiento en un lado

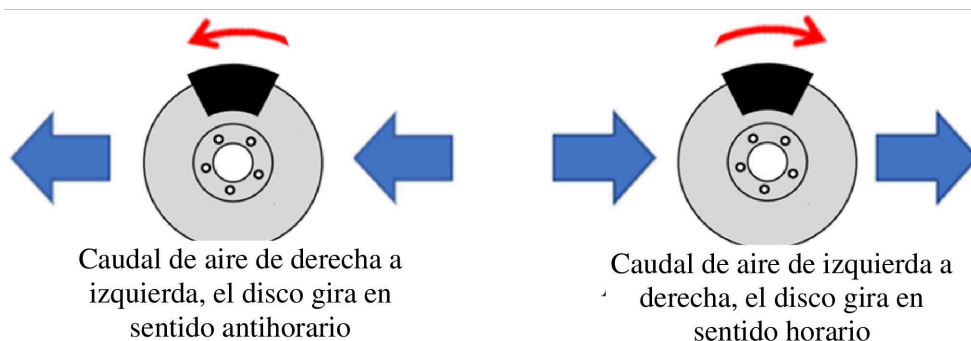
Fijación L0-P tipo poste con cubo de rueda

Podrá aplicarse cualquier variante de estos dispositivos de fijación (un rodamiento a derecha o izquierda o rodamientos a ambos lados) siempre que se utilice como referencia una fijación tipo L0 (es decir, una base cilíndrica y simétrica sin extensiones ni protuberancias adicionales distintas de las necesarias para montar el conjunto de la mordaza). Por ejemplo, el gráfico A4/11 ilustra tres versiones diferentes de una fijación L0-U: con rodamientos en dos lados, con rodamientos en un lado y con eje cantilever.

Podrán desviarse de este requisito los sistemas de montaje de frenos que sean de uso exclusivo con tecnologías de frenado que los dispositivos L0-U o L0-P no puedan acomodar. En tal caso, el centro de ensayo presentará la documentación adecuada que demuestre la necesidad de su uso.

El centro de ensayo instalará la configuración del freno (disco y mordaza o conjunto de tambor) de manera que gire siempre en el sentido de la evacuación al conducir hacia adelante, como se muestra en el gráfico A4/13.

Gráfico A4/13

Representación esquemática de la rotación del disco vista desde el lado de la rueda (lado de la carretera)

Cuando el aire de refrigeración fluya de derecha a izquierda (figura izquierda del gráfico A4/13), el disco girará en sentido antihorario. Cuando el aire de refrigeración fluya de izquierda a derecha (figura derecha del gráfico A4/13), el disco girará en sentido horario. No se permiten otros sentidos de rotación, con los que el ensayo no será válido.

8.4.2. Orientación de la mordaza

El centro de ensayo posicionará la mordaza de manera que se minimicen las posibles interferencias con el aire de refrigeración entrante. Se instalará la mordaza por encima del disco con el centro de la mordaza en la posición de las 12 horas del reloj, como se ilustra en el gráfico A4/13, independientemente de la posición de montaje en el vehículo. No se permiten otras orientaciones o configuraciones de la mordaza (por ejemplo, la posición de montaje en el vehículo), con las que el ensayo no será válido. Para realizar un ensayo de emisiones de frenos, no se desmontará el freno de estacionamiento. Tampoco se desmontará el motorreductor de la mordaza del freno de estacionamiento eléctrico ni del freno de tambor eléctrico.

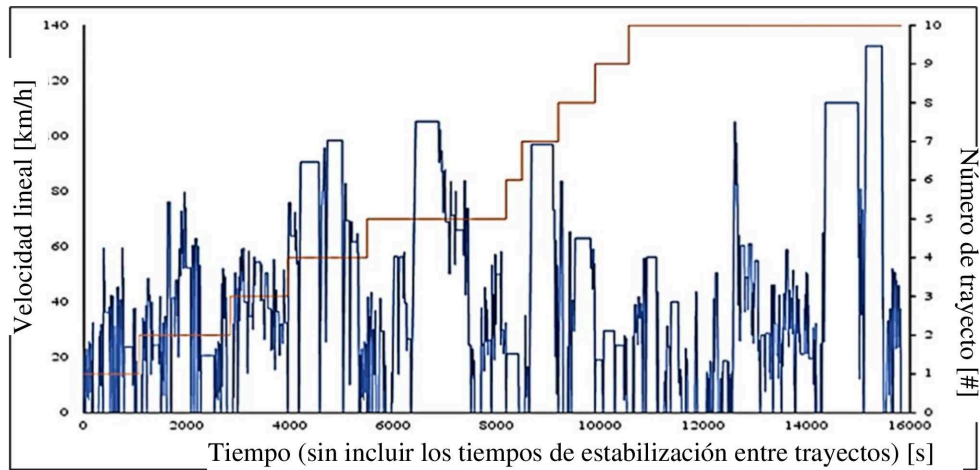
9. Ciclo de frenado WLTP

9.1. Información general

El ciclo de ensayo para todos los tipos de frenos será el ciclo de frenado WLTP basado en tiempos. El ciclo de frenado WLTP exige el control continuo de la velocidad lineal equivalente en el dinamómetro de frenos. El gráfico A4/14 ilustra la curva de velocidad con resolución temporal del ciclo de frenado WLTP.

Gráfico A4/14

Velocidad del vehículo con resolución temporal para el ciclo de frenado WLTP y clasificación de los números de trayecto



En resumen, el ciclo de frenado WLTP incluye:

- Diez (10) trayectos individuales (trayectos #1-10) que representan diferentes condiciones de conducción y frenado. Los trayectos están separados por tramos de refrigeración. Los números de los trayectos se indican en el eje Y del lado derecho del gráfico A4/14.
- 15 826 segundos de control activo de la velocidad, sin incluir los tramos de refrigeración entre los distintos trayectos del ciclo. La curva de velocidad del ciclo de frenado WLTP figura en el apéndice 1.
- 303 eventos de desaceleración en frenado. En el apéndice 2 se describen las principales propiedades de cada evento de desaceleración en frenado.
- 192 km de distancia total recorrida a una velocidad media de 43,7 km/h y una velocidad máxima de 132,5 km/h.
- Una tasa media de desaceleración en frenado de $0,97 \text{ m/s}^2$. Una tasa máxima de desaceleración en frenado de $2,18 \text{ m/s}^2$.
- Una duración media de la desaceleración en frenado de 5,7 s. Una duración máxima de la desaceleración en frenado de 15 s.

9.2. Aplicación del ciclo de frenado WLTP

9.2.1. Tramo de ajuste de la refrigeración

El ajuste del aire de refrigeración para el ensayo de diferentes frenos se llevará a cabo utilizando el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP descrito en el apartado 10 del presente anexo. Se aplicarán al tramo de ajuste de la refrigeración las disposiciones específicas relativas a la temperatura del freno al comienzo del trayecto #10. El centro de ensayo efectuará el siguiente procedimiento:

- Se ajustará el caudal de aire de refrigeración al valor nominal determinado en el apartado 10.
- Se calentará el freno a $(40 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ tras una secuencia de eventos de frenado #1-7 del trayecto #10 (eventos de frenado #190-196 cuando se considera todo el ciclo de frenado WLTP) con una fase de enfriamiento posterior hasta $(40 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$.
- En caso de que no pueda alcanzarse la temperatura buscada aplicando la secuencia descrita en la letra b), se seleccionará uno de los eventos de frenado #1-7 del trayecto #10 y se repetirá varias veces hasta que la temperatura del freno alcance $(40 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$.
- Se iniciará el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP con el freno a una temperatura de $(40 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$.
- Se ejecutará el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP sin interrupción. En el apartado 9.3.1 se describen las medidas necesarias en caso de interrupción.

Si se incumplen las disposiciones descritas en relación con la temperatura de los frenos, el ajuste de la refrigeración no será válido. En tal caso, el centro de ensayo repetirá el tramo de ajuste de la refrigeración aplicando un caudal de aire diferente. Se permite utilizar las mismas piezas de freno para repetir el ajuste de la refrigeración.

9.2.2. Tramo de asentamiento

El tramo de asentamiento y el posterior tramo de medición de emisiones se llevarán a cabo con piezas nuevas. El procedimiento de asentamiento consiste en la ejecución de cinco pasadas consecutivas del ciclo de frenado WLTP, tal como se describe en el apartado 11 del presente anexo. La correcta ejecución de cada ciclo de frenado WLTP implica la realización de los diez trayectos de forma sucesiva. Se aplicarán al procedimiento de asentamiento las disposiciones específicas relativas a la temperatura del freno al principio de cada ciclo de frenado WLTP. El centro de ensayo efectuará el siguiente procedimiento:

- a) Se ajustará el caudal de aire de refrigeración al valor nominal del freno sometido a ensayo, siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 10.
- b) Se iniciará la primera pasada del ciclo de frenado WLTP con el freno a una temperatura de $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- c) No se aplicarán tramos de estabilización entre los distintos trayectos del ciclo de frenado WLTP durante el procedimiento de asentamiento.
- d) Se aplicarán tramos de estabilización entre las cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP. Se iniciará cada uno de los cuatro ciclos de frenado WLTP posteriores cuando la temperatura del freno baje a $40 ^\circ\text{C}$.
- e) Si la temperatura del freno al final del anterior ciclo de frenado WLTP se sitúa entre 30 y $40 ^\circ\text{C}$, se iniciará inmediatamente el siguiente ciclo sin intervenir para calentar el freno.
- f) Si la temperatura del freno al final del anterior ciclo de frenado WLTP es inferior a $30 ^\circ\text{C}$, se interrumpirá el tramo de asentamiento y se determinarán las discrepancias en la ejecución del ensayo o se repetirá el ajuste de la refrigeración. Una vez resuelto el problema, se repetirá el tramo de asentamiento desde el principio.
- g) Se ejecutarán los cinco ciclos de frenado WLTP consecutivamente y sin interrupción alguna. En el apartado 9.3.2 se describen las medidas necesarias en caso de interrupción.

La temperatura umbral mínima de $30 ^\circ\text{C}$ especificada en el presente apartado se aplica a todos los frenos sometidos a ensayo. Si se incumplen las disposiciones descritas sobre la temperatura del freno, el ensayo de asentamiento no será válido y el centro deberá repetir este tramo. En caso de que se repita el procedimiento de asentamiento, se utilizará un nuevo juego de piezas de freno.

9.2.3. Tramo de medición de emisiones

La correcta ejecución del ciclo de frenado WLTP implica la realización de los diez trayectos de forma sucesiva. Es obligatorio aplicar tramos de estabilización entre los distintos trayectos del ciclo de frenado WLTP durante la ejecución del tramo de medición de emisiones. Se aplicarán a la medición de emisiones las disposiciones específicas relativas a la temperatura del freno al principio de cada ciclo de frenado WLTP. El centro de ensayo efectuará el siguiente procedimiento:

- a) Se ajustará el caudal de aire de refrigeración al valor nominal del freno sometido a ensayo, siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 10.
- b) Se iniciará el trayecto #1 del ciclo de frenado WLTP con el freno a una temperatura de $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sin efectuar paradas ni frenazos de calentamiento.
- c) Se aplicarán tramos de estabilización entre los diez trayectos del ciclo de frenado WLTP. Se iniciará cada uno de los trayectos #2-10 tan pronto como la temperatura del freno baje a $40 ^\circ\text{C}$.
- d) En los trayectos #2-10, si la temperatura del freno al final del trayecto anterior es de entre 30 y $40 ^\circ\text{C}$, se iniciará el trayecto posterior inmediatamente sin intervenir para calentar el disco de freno. En el caso de los frenos traseros, el valor de $30 ^\circ\text{C}$ se reduce a $20 ^\circ\text{C}$.

- e) En los trayectos #2-10, si la temperatura del freno al final del trayecto anterior es inferior a 30 °C (20 °C en el caso de los frenos traseros), se interrumpirá el ensayo de emisiones y se determinarán las discrepancias en la ejecución del ensayo o se repetirá el ajuste de la refrigeración. Una vez resuelto el problema, se repetirá el proceso desde el principio del tramo de asentamiento con un nuevo juego de piezas de freno.
- f) Se ejecutará el ciclo de frenado WLTP sin interrupción. En el apartado 9.3.3 se describen las medidas necesarias en caso de interrupción.
- g) En el caso de los dispositivos de filtrado activo de frenos, el centro de ensayo utilizará las señales de «presión de frenado» y «velocidad lineal» para activar la función de filtrado en el tiempo de inicio del evento de frenado, tal como se define en el apartado 13.1. En tal caso, la función de filtrado activo podrá desactivarse hasta un máximo de 5 segundos después del tiempo de finalización del evento de frenado, tal como se define en el apartado 13.1.

La temperatura umbral mínima de 30 °C especificada en el presente apartado se aplica a todos los frenos. Si se incumplen las disposiciones descritas en relación con la temperatura de los frenos, el ensayo de emisiones no será válido.

9.3. Interrupciones del ciclo de frenado WLTP

9.3.1. Tramo de ajuste de la refrigeración

Si el ensayo se interrumpe (o el dinamómetro falla) durante el tramo de ajuste de la refrigeración, el centro interrumpirá el ensayo y reiniciará este tramo desde el principio. En tal caso, tras realizar una revisión de datos y una inspección visual sin perturbar el conjunto de freno, el centro de ensayo podrá utilizar el mismo conjunto de freno para proceder a la siguiente iteración del trayecto #10 y finalizar el tramo de ajuste de la refrigeración. Si, tras la inspección, existen razones que pongan en peligro el ensayo (componentes sueltos, fugas de líquido de frenos, montaje incorrecto, vibración excesiva, etcétera), el centro montará un nuevo conjunto de freno y repetirá el procedimiento de acuerdo con las especificaciones descritas en el apartado 8.2.

9.3.2. Tramo de asentamiento

Si el ensayo se interrumpe (o el dinamómetro falla) durante el tramo de asentamiento, el centro de ensayo reanudará el asentamiento desde el punto de interrupción teniendo en cuenta el último sello de tiempo registrado en el archivo de tiempos con valores distintos de cero para los parámetros de frenado. El centro no llevará a cabo paradas ni frenazos de calentamiento para alcanzar los 30 °C si la temperatura real del freno es inferior. El centro no desmontará las piezas. Si se desmontan las piezas del freno después de iniciar el tramo de asentamiento, ya no serán adecuadas para completar el asentamiento y la posterior medición de las emisiones. En tal caso, el centro las sustituirá por piezas nuevas y repetirá el procedimiento de asentamiento desde el principio.

En caso de que el tramo de asentamiento se interrumpa por segunda vez, el centro declarará el ensayo no válido, desechará las piezas utilizadas y utilizará otras nuevas para llevar a cabo un nuevo ensayo, incluidos los tramos de asentamiento y medición de emisiones.

9.3.3. Tramo de medición de emisiones

Si el ensayo se interrumpe durante el tramo de medición de emisiones (incluida la estabilización), el centro de ensayo interrumpirá este tramo, declarará el ensayo no válido, desechará las piezas utilizadas y empleará otras nuevas para llevar a cabo un nuevo ensayo, incluidos los tramos de asentamiento y medición de emisiones.

9.4. Controles de calidad del ciclo de frenado WLTP

Se llevarán a cabo los siguientes controles de calidad para verificar la correcta ejecución del ciclo de frenado WLTP. Un ensayo de emisiones válido deberá cumplir todos los criterios que se describen a continuación.

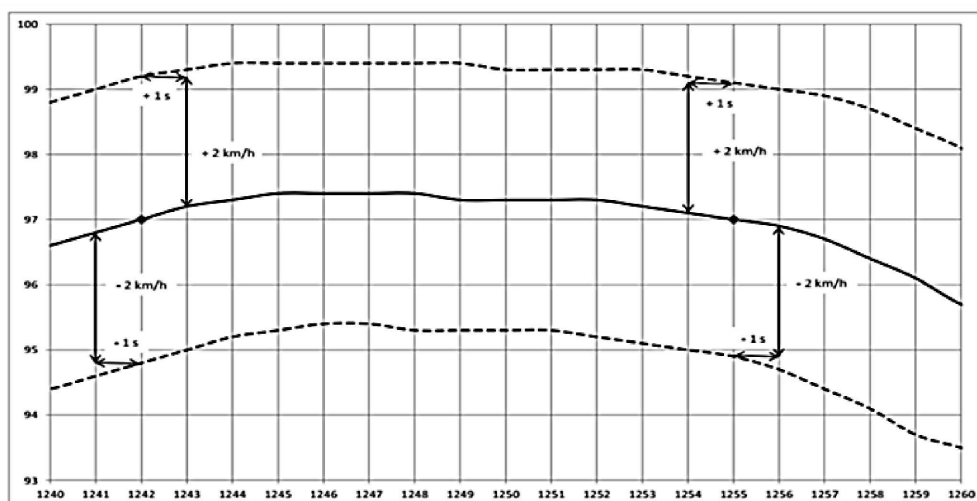
9.4.1. Comprobación de incumplimientos de velocidad

El control de calidad de incumplimientos de velocidad es necesario para garantizar que el dinamómetro de frenos ha ejecutado correctamente la curva de velocidad del ciclo de frenado WLTP. Un incumplimiento de velocidad se produce cuando la velocidad real del dinamómetro está fuera de las tolerancias de la curva de velocidad definidas por la velocidad (nominal) prescrita.

- Tolerancia de velocidad superior: 2,0 km/h más alta que la curva de velocidad lineal nominal, a no más de $\pm 1,0$ segundos del punto temporal de que se trate.
- Tolerancia de velocidad inferior: 2,0 km/h más baja que la curva de velocidad lineal nominal, a no más de $\pm 1,0$ segundos del punto temporal de que se trate.

El gráfico A4/15 representa los límites de tolerancia de velocidad superior e inferior aplicados en el ciclo de frenado WLTP.

Gráfico A4/15

Límites de tolerancia para los incumplimientos de velocidad durante el ciclo de frenado WLTP

- Durante el tramo de ajuste de la refrigeración, el número de incumplimientos de velocidad no excederá de 158 por cada trayecto #10 completo del ciclo de frenado WLTP. Esto corresponde al 3 % de la duración del trayecto #10.
- Durante el tramo de asentamiento, el número de incumplimientos de velocidad no excederá de 475 por cada ciclo de frenado WLTP completo. Esto corresponde al 3 % de la duración del ciclo de frenado WLTP y se aplica a las cinco repeticiones del ciclo.
- Durante el tramo de medición de emisiones, el número de incumplimientos de velocidad no excederá de 475 por cada ciclo de frenado WLTP completo. Esto corresponde al 3 % de la duración del ciclo de frenado WLTP. Los tramos de estabilización no se incluirán en el cálculo.
- Se calculará y se consignará el número de incumplimientos de velocidad en todos los tramos, tal como se definen en el cuadro A4/14. El cálculo de los incumplimientos de velocidad incluirá todos los tipos de eventos (pausa, aceleración, velocidad de cruce y desaceleración), pero no los tramos de estabilización.
- Si no se ejecuta el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP durante el tramo de ajuste de la refrigeración o todo el ciclo de frenado WLTP durante los tramos de asentamiento y medición de emisiones dentro de las tolerancias de velocidad definidas en el presente apartado, el ensayo de emisiones de los frenos no será válido.

9.4.2. Número de eventos de desaceleración

Este control de calidad examina el número de eventos de frenado ejecutados. Es necesario asegurarse de que los 303 eventos de frenado del ciclo WLTP se hayan aplicado durante el tramo de medición de emisiones. Se produce un incumplimiento de este criterio cuando el número real de eventos de frenado aplicados no es igual al valor nominal (es decir, 303).

El centro de ensayo verificará el número de eventos de frenado aplicados, tal como se define en el cuadro A4/14. Los parámetros «Duración hasta parada» y «Tasa de desaceleración: promediada por distancia» se cotejarán y verificarán para comprobar que ambos incluyen 303 valores numéricos y distintos de cero que corresponden a los 303 eventos de frenado respectivos del ciclo de frenado WLTP.

Este control de calidad solo se aplica al tramo de medición de emisiones. Si no se realizan los 303 eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP durante el tramo de medición de emisiones según se define en el presente apartado, el ensayo no será válido.

9.4.3. Disipación de energía cinética

El control de calidad de la disipación de energía cinética es necesario para garantizar la aplicación de la cantidad correcta de trabajo de fricción específico (w_f) durante la ejecución del ciclo de frenado WLTP. Es también un control de calidad adicional de que se han calculado y aplicado correctamente otros parámetros de entrada (por ejemplo, la inercia de ensayo de frenado). Este control de calidad se aplica a todos los frenos equipados en vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento. Los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno se utilizarán en los cálculos del ensayo de frenado sin fricción.

Se produce un incumplimiento del control de calidad de la disipación de energía cinética cuando la suma del trabajo de fricción específico calculado para todos los eventos de frenado durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (en el tramo de ajuste de la refrigeración) y durante todo el ciclo de frenado WLTP (en los tramos de asentamiento o medición de emisiones) está fuera de las tolerancias definidas:

- a) Tolerancia superior del trabajo de fricción específico del trayecto #10: 278 J/kg por encima del valor nominal del trabajo de fricción específico de 5 557 J/kg. Así pues, la tolerancia superior del trabajo de fricción específico es de 5 835 J/kg.
- b) Tolerancia inferior del trabajo de fricción específico del trayecto #10: 278 J/kg por debajo del valor nominal del trabajo de fricción específico de 5 557 J/kg. Así pues, la tolerancia inferior del trabajo de fricción específico es de 5 279 J/kg.
- c) Tolerancia superior del trabajo de fricción específico del ciclo de frenado WLTP: 799 J/kg por encima del valor nominal del trabajo de fricción específico de 15 986 J/kg. Así pues, la tolerancia superior del trabajo de fricción específico es de 16 785 J/kg.
- d) Tolerancia inferior del trabajo de fricción específico del ciclo de frenado WLTP: 799 J/kg por debajo del valor nominal del trabajo de fricción específico de 15 986 J/kg. Así pues, la tolerancia inferior del trabajo de fricción específico es de 15 187 J/kg.
- e) Durante el tramo de ajuste de la refrigeración, el trabajo de fricción específico calculado durante el trayecto #10 estará comprendido entre 5 279 J/kg y 5 835 J/kg. Esto corresponde al ± 5 % del valor nominal.
- f) Durante el tramo de asentamiento, el trabajo de fricción específico calculado durante el ciclo de frenado WLTP se situará entre 15 187 J/kg y 16 785 J/kg. Esto corresponde al ± 5 % del valor nominal y se aplica a las cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP.
- g) Durante el tramo de medición de emisiones, el trabajo de fricción específico calculado durante el ciclo de frenado WLTP estará comprendido entre 15 187 J/kg y 16 785 J/kg. Esto corresponde al ± 5 % del valor nominal. Los tramos de estabilización no se incluirán en el cálculo.

- h) El centro de ensayo calculará el trabajo de fricción específico para cada evento de frenado utilizando la señal de par real rápido y la señal de velocidad de rotación rápida del sistema de ensayo. La integración comenzará 1,0 s antes de que comience el evento de desaceleración en frenado y continuará hasta 1,0 s después de que finalice el evento de desaceleración en frenado conforme a la ecuación 9.1:

$$w_{f,n} = \frac{2 \times \pi}{60} \cdot \frac{1}{WL_t} \cdot \int_{t=t_{start,nom,n} - 1,0s}^{t_{end,nom,n} + 1,0s} f(t) \cdot \tau(t) \cdot dt \quad (\text{Ecuación 9.1})$$

donde:

$w_{f,n}$	es el trabajo de fricción específico del n-ésimo evento de desaceleración en frenado, en J/kg;
WL_t	es la carga de ensayo (o aplicada) por rueda en kg según el cuadro A4/3;
$t_{start,nom,n}$	es el tiempo de inicio del n-ésimo evento de desaceleración en frenado nominal, en segundos;
$t_{end,nom,n}$	es el tiempo de finalización del n-ésimo evento de desaceleración en frenado nominal, en segundos;
$f(t)$	es la señal de velocidad de rotación rápida, en 1/min;
τ_{brake}	es la señal de par rápido del freno, en N·m.

Tanto el tiempo de inicio del evento de desaceleración en frenado como el tiempo de finalización de la desaceleración en frenado para cada evento se determinan sobre la base de la velocidad lineal nominal rápida. La aceleración se calcula sobre la base de la velocidad nominal rápida. Un evento de frenado específico comienza en el primer momento en que este valor de aceleración excede de 0,25 m/s² y finaliza en el primer momento en que este valor de aceleración cae por debajo de 0,25 m/s².

- i) La ecuación 9.1 proporciona el trabajo de fricción específico para cada uno de los 114 y 303 eventos de frenado del trayecto #10 y del ciclo de frenado WLTP, respectivamente. El centro de ensayo calculará el trabajo de fricción específico total sumando el trabajo de fricción específico calculado a partir de los distintos eventos de frenado. El trabajo de fricción específico total se comparará con el valor de trabajo de fricción específico (nominal) prescrito, tal como se describe en las letras a) a c) del presente apartado.
- j) Si no se completa alguno de los tramos del ensayo de emisiones de los frenos con un trabajo de fricción específico total dentro de las tolerancias definidas en el presente apartado, el ensayo no será válido.

10. Ajuste del caudal de aire de refrigeración

Distintos sistemas de ensayo pueden incorporar distintas combinaciones de diseño y tamaño de la carcasa del freno, caudal de aire o niveles de velocidad del aire, y disposición y geometría del sistema de conductos. En este apartado se establece la metodología adecuada para ajustar la velocidad de la corriente de aire a fin de proporcionar regímenes térmicos de frenado comparables en todos los centros de ensayo.

10.1. Descripción del método

10.1.1. Definición de grupos de conjuntos de freno y parámetros de verificación

Para determinar el caudal de aire de refrigeración adecuado para el freno sometido a ensayo, el centro clasificará primero el freno en un grupo definido por la relación WL_{n-f}/DM , que es la relación entre la carga nominal por rueda delantera (WL_{n-f}) y la masa del disco (DM) (o tambor en caso de que se utilice un tambor como freno delantero).

La relación WL_{n-f}/DM se calcula dividiendo la carga WL_{n-f} (kg) por la masa del disco anterior al ensayo (o tambor en caso de que se utilice un tambor como freno delantero) (kg). El centro de ensayo determinará la carga WL_{n-f} siguiendo las especificaciones descritas en el apartado 8.1, letra c).

Se definen cuatro grupos distintos sobre la base de la relación WL_{n-f}/DM : Grupo 1 con un valor $WL_{n-f}/DM \leq 45$; Grupo 2 con un valor $45 < WL_{n-f}/DM \leq 65$; Grupo 3 con un valor $65 < WL_{n-f}/DM \leq 85$; Grupo 4 con un valor $WL_{n-f}/DM > 85$.

El centro aplicará la carga de ensayo por rueda (WL_t) descrita en el apartado 8.1, letra d) —y no la carga nominal por rueda (WL_n)— durante la ejecución de todos los tramos del ensayo de emisiones.

Se han definido tres parámetros de control para el ajuste del aire de refrigeración del freno sometido a ensayo. Los valores buscados y las tolerancias permitidas para estos parámetros son diferentes para cada grupo de WL_{n-f}/DM . El centro utilizará los siguientes parámetros como referencia para comparar los resultados del ensayo de ajuste de la refrigeración:

- Temperatura media del freno durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (ABT).
- Temperatura media inicial del freno de seis eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (IBT).
- Temperatura media final del freno de seis eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (FBT).

Los eventos de frenado a que se hace referencia en las letras b) y c) del presente apartado son #46, #101, #102, #103, #104 y #106 del trayecto #10. Los detalles de los eventos de frenado buscados se especifican en el cuadro A4/4. Cuando se considera todo el ciclo de frenado WLTP, los números de secuencia correspondientes de los eventos de frenado son #235, #290, #291, #292, #293 y #295.

Cuadro A4/4

Eventos de frenado específicos del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP.

Parámetro	Unidad	Evento de desaceleración					
		#46	#101	#102	#103	#104	#106
Tiempo de inicio	s	2 088	4 438	4 459	4 494	4 522	4 903
Tiempo de finalización	s	2 092	4 447	4 467	4 503	4 529	4 918
Duración del frenado	s	4,0	9,0	8,0	9,0	7,0	15,0
Velocidad inicial	km/h	97,4	112,0	68,2	80,9	73,4	132,5
Velocidad final	km/h	82,7	56,1	12,0	35,3	39,3	34,0

10.1.2. Verificación de parámetros y tolerancias de temperatura de los frenos

En el cuadro A4/5 figuran los valores buscados y las tolerancias correspondientes para los tres parámetros de control

Cuadro A4/5

Parámetros de temperatura predeterminados y tolerancias para los frenos durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP

Grupo	ABT [A ₁]	IBT [A ₂] ± Tolerancia	FBT [A ₃] ± Tolerancia
$WL_{n-f}/DM \leq 45$	$\geq 50^\circ\text{C}$	$65 \pm 25^\circ\text{C}$	$95 \pm 35^\circ\text{C}$
$45 < WL_{n-f}/DM \leq 65$	$\geq 55^\circ\text{C}$	$75 \pm 25^\circ\text{C}$	$115 \pm 35^\circ\text{C}$
$65 < WL_{n-f}/DM \leq 85$	$\geq 60^\circ\text{C}$	$85 \pm 25^\circ\text{C}$	$130 \pm 35^\circ\text{C}$
$WL_{n-f}/DM > 85$	$\geq 65^\circ\text{C}$	$95 \pm 25^\circ\text{C}$	$150 \pm 35^\circ\text{C}$

- Los valores buscados y las tolerancias correspondientes para los tres parámetros de control se aplican a todos los tipos de frenos delanteros montados en todos los tipos de vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento, excepto en el caso de los frenos de disco carbocerámicos. En el caso de los frenos de disco carbocerámicos, se aplicarán los parámetros de temperatura por defecto; sin embargo, los parámetros de temperatura ABT [A₁] se reducen en 15 °C y las tolerancias en el extremo bajo del régimen de temperatura se amplían a - 40 °C para el IBT [A₂] y a - 50 °C para el FBT [A₃].

- b) En el caso de los frenos de disco traseros, se aplicará el caudal de aire de refrigeración nominal (o preestablecido) definido para la aplicación correspondiente del freno delantero (es decir, los mismos datos del vehículo). En este caso, el freno se asignará a una de las categorías de WL_{n-f}/DM descritas en el apartado 10.1.1 utilizando los datos del freno delantero.
- c) En el caso de los frenos de tambor traseros, se aplicará el caudal de aire de refrigeración nominal (o preestablecido) definido para la aplicación correspondiente del freno delantero (es decir, los mismos datos del vehículo). En este caso, el freno se asignará a una de las categorías de WL_{n-f}/DM descritas en el apartado 10.1.1 utilizando los datos del freno delantero.

10.1.3. Cálculo de los parámetros de verificación y criterios de aceptación

Una vez clasificado el freno en su grupo de WL_{n-f}/DM conforme al apartado 10.1.1, el centro de ensayo ejecutará el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP con nuevas piezas de freno para obtener los valores de los parámetros de control y rellenar las celdas del cuadro A4/6. El centro de ensayo aplicará la carga WL_{t-f} definida en el apartado 8.1, letra d), para realizar el ajuste del aire de refrigeración conforme al apartado 10.1.4. Los valores medidos para los parámetros de control se calcularán utilizando los archivos de actas de ensayo generados de la forma siguiente:

- a) Temperatura media del freno durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (ABT):
 - i) el valor buscado (A_1) depende del grupo WL_{n-f}/DM y está definido en el cuadro A4/5;
 - ii) el valor medido (B_1) se calcula a partir del archivo de tiempos del ensayo de emisiones de los frenos definido en el cuadro A4/14;
 - iii) B_1 es igual a la media de todas las entradas de temperatura del freno correspondientes a toda la duración del trayecto #10 (5 272 s).
- b) Temperatura media inicial del freno de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (IBT):
 - i) el valor buscado (A_2) y las tolerancias dependen del grupo WL_{n-f}/DM y están definidos en el cuadro A4/5;
 - ii) el valor medido (B_2) se calcula a partir del archivo de eventos del ensayo de emisiones de los frenos definido en el cuadro A4/14;
 - iii) B_2 es igual al valor de la temperatura media de los valores individuales de IBT registrados para cada uno de los seis eventos de frenado seleccionados descritos en el cuadro A4/4. El centro de ensayo calculará B_2 aplicando la ecuación 10.1.

$$B_2 = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6)/6 \quad (\text{Ecuación 10.1})$$

donde:

- B_2 es la IBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_1 es la IBT del evento de frenado #46 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_2 es la IBT del evento de frenado #101 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_3 es la IBT del evento de frenado #102 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_4 es la IBT del evento de frenado #103 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_5 es la IBT del evento de frenado #104 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
- Y_6 es la IBT del evento de frenado #106 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C.

- c) Temperatura media final del freno de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (FBT):
 - i) el valor buscado (A_3) y las tolerancias dependen del grupo WL_{n-f}/DM y están definidos en el cuadro A4/5;
 - ii) el valor medido (B_3) se calcula a partir del archivo de eventos del ensayo de emisiones de los frenos definido en el cuadro A4/14;

- iii) B_3 es igual al valor de la temperatura media de los valores individuales de FBT registrados para cada uno de los seis eventos de frenado seleccionados descritos en el cuadro A4/4. El centro de ensayo calculará B_3 aplicando la ecuación 10.2.

$$B_3 = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6)/6 \quad (\text{Ecuación 10.2})$$

donde:

- B_3 es la FBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_1 es la FBT del evento de frenado #46 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_2 es la FBT del evento de frenado #101 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_3 es la FBT del evento de frenado #102 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_4 es la FBT del evento de frenado #103 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_5 es la FBT del evento de frenado #104 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 Z_6 es la FBT del evento de frenado #106 del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C.

Una vez realizado el ensayo de ajuste de la refrigeración con el caudal de aire seleccionado, el centro de ensayo comparará los valores de temperatura registrados de los parámetros de control con los valores buscados correspondientes definidos en el cuadro A4/5. La diferencia entre el valor buscado y los resultados del ensayo para los parámetros de temperatura de control se calculará aplicando las ecuaciones 10.3, 10.4 y 10.5:

$$C_1 = B_1 - A_1 \quad (\text{Ecuación 10.3})$$

donde:

- C_1 es la diferencia en temperaturas medias de frenado del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 B_1 es la ABT medida en el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 A_1 es la ABT buscada durante el ensayo #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C, según el cuadro A4/5.

$$C_2 = |B_2 - A_2| \quad (\text{Ecuación 10.4})$$

donde:

- C_2 es la diferencia absoluta en IBT media de los eventos seleccionados, en °C;
 B_2 es la IBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 A_2 es la IBT buscada durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C, según el cuadro A4/5.

$$C_3 = |B_3 - A_3| \quad (\text{Ecuación 10.5})$$

donde:

- C_3 es la diferencia absoluta en FBT media de los eventos seleccionados, en °C;
 B_3 es la FBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C;
 A_3 es la FBT buscada durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, en °C, según el cuadro A4/5.

El centro de ensayo comparará los resultados obtenidos con los criterios de aceptación que figuran en el cuadro A4/6.

Cuadro A4/6

Cálculo de los parámetros de temperatura del freno y criterios de aceptación durante el trayecto #10

Evento del trayecto #10	Parámetro	Temperatura buscada	Temperatura del ensayo de ajuste de la refrigeración	Diferencia	Criterios de aceptación
–	ABT	A_1	B_1	C_1 según la ecuación 10.3	$C_1 \geq 0 \text{ °C}$
–	IBT media	A_2	B_2 según la ecuación 10.1	C_2 según la ecuación 10.4	$C_2 \leq 25 \text{ °C}$
#46			Y_1	No aplicable	No aplicable
#101			Y_2		
#102			Y_3		
#103			Y_4		
#104			Y_5		
#106			Y_6		
–	FBT media	A_3	B_3 según la ecuación 10.2	C_3 según la ecuación 10.5	$C_3 \leq 35 \text{ °C}$
#46			Z_1	No aplicable	No aplicable
#101			Z_2		
#102			Z_3		
#103			Z_4		
#104			Z_5		
#106			Z_6		

- d) Deben cumplirse los tres criterios para que el tramo de ajuste del caudal de aire de refrigeración se considere realizado correctamente. En caso de que el ensayo de ajuste de la refrigeración no cumpla todos los parámetros del cuadro A4/5, el centro de ensayo repetirá el procedimiento ajustando el caudal de aire de refrigeración en consecuencia. Si varios caudales de aire de refrigeración cumplen los requisitos de todos los parámetros del cuadro A4/5, el centro seleccionará el caudal que esté más cerca de 950 Nm³/h y cumpla todos los requisitos definidos para el muestreo isocinético en el apartado 12.
- e) Si no existe un caudal de aire de refrigeración adecuado que cumpla los tres parámetros especificados en el cuadro A4/5, el centro de ensayo seleccionará un caudal de aire de refrigeración adecuado que cumpla los criterios aceptables para al menos dos parámetros, uno de los cuales será siempre la temperatura media del trayecto #10 (ABT). En tal caso, si la temperatura medida del freno para el parámetro no conforme (IBT o FBT) está por debajo del umbral inferior especificado en el cuadro A4/5, el centro deberá demostrar que se ha realizado un ensayo con el caudal operativo mínimo del sistema. Si la temperatura medida del freno para el parámetro no conforme (IBT o FBT) está por encima del umbral superior especificado en el cuadro A4/5, el centro deberá demostrar que se ha realizado un ensayo con el caudal operativo máximo del sistema. Los productos del ensayo incluirán los archivos de eventos y de tiempos correspondientes a los ensayos de ajuste de la refrigeración que no hayan resultado conformes.

- f) Si se aplica el caudal operativo máximo y tanto la IBT como la FBT están por encima de los valores umbral superiores especificados en el cuadro A4/5, el centro de ensayo llevará a cabo los tramos de asentamiento y medición de emisiones aplicando el caudal operativo máximo del sistema. En tal caso, los datos consignados incluirán los valores ABT, IBT y FBT derivados del tramo de ajuste de la refrigeración con la aplicación del caudal operativo máximo. Los productos del ensayo incluirán los archivos de eventos y de tiempos correspondientes. Si se aplica el caudal operativo mínimo y tanto la IBT como la FBT están por debajo de los valores umbral inferiores especificados en el cuadro A4/5, el centro de ensayo llevará a cabo los tramos de asentamiento y medición de emisiones aplicando el caudal operativo mínimo del sistema. En tal caso, los datos consignados incluirán los valores ABT, IBT y FBT derivados del tramo de ajuste de la refrigeración con la aplicación del caudal operativo mínimo. Los productos del ensayo incluirán los archivos de eventos y de tiempos correspondientes.
- g) Si se aplica el caudal operativo mínimo y los tres parámetros de temperatura están por debajo de los valores umbral inferiores especificados en el cuadro A4/5, el ajuste del aire de refrigeración no se considerará válido.

10.1.4. Ensayo en el dinamómetro de frenos para ajustar el caudal de aire de refrigeración

El centro de ensayo utilizará el eje delantero para determinar el caudal de aire de refrigeración de ambos ejes, independientemente del tipo o tamaño del freno montado en el eje trasero. El centro llevará a cabo el siguiente procedimiento para ajustar el caudal de aire de refrigeración al someter un freno a ensayo por primera vez en un dinamómetro determinado para un vehículo determinado:

- a) Se seguirán las especificaciones de preparación de la configuración de ensayo descritas en el apartado 8.2.
- b) Se ajustará el caudal de aire de refrigeración en un valor conocido utilizado para frenos similares. A falta de una referencia útil, se iniciará el ensayo con el valor de 950 Nm³/h.
- c) Se ejecutará una pasada del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP partiendo de una temperatura del freno de 40 °C. Se calentará el freno a 40 °C siguiendo las instrucciones que figuran en el apartado 9.2.1.
- d) Se realizarán los cálculos aplicando el apartado 10.1.3 y se evaluarán los resultados y las desviaciones de los valores paramétricos buscados.
- e) Si la pasada de ensayo ejecutada cumple todos los parámetros del cuadro A4/5, se finalizará el proceso y se preparará el acta de ensayo de conformidad con las especificaciones descritas en el apartado 13. En este caso, el caudal de aire de refrigeración utilizado en la letra b) se define como el caudal de aire nominal para el freno de que se trate (Q_{set}).
- f) En el caso de los frenos delanteros, se procederá a realizar los tramos siguientes del ensayo de emisiones de los frenos, comprobando que se aplican los mismos ajustes dinamométricos que en el procedimiento de ajuste de la refrigeración. El centro de ensayo utilizará un nuevo conjunto de piezas de freno para realizar los tramos de asentamiento y medición de emisiones, pero podrá utilizar la misma mordaza que durante el tramo de ajuste del aire de refrigeración.
- g) En el caso de los frenos traseros, se procederá a realizar los tramos siguientes del ensayo de emisiones de los frenos comprobando que se aplican los ajustes dinamométricos adecuados para el eje trasero. El caudal de aire de refrigeración requerido será el mismo que el valor determinado para el freno del eje delantero del vehículo correspondiente. Si distintos caudales de aire de refrigeración de los frenos del eje delantero cumplen los requisitos de todos los parámetros del cuadro A4/5, el centro de ensayo seleccionará el caudal que esté más cerca de 950 Nm³/h siempre que se cumplan los requisitos definidos para el muestreo isocinético en el apartado 12.
- h) Si la pasada de ensayo ejecutada no cumple todos los parámetros del cuadro A4/5, se aplicará un buen criterio técnico para determinar un nuevo nivel de caudal de aire de refrigeración y se repetirá el proceso desde la letra a). Podrá utilizarse el mismo juego de frenos para repetir el tramo de ajuste del caudal de aire de refrigeración; no obstante, siempre se sustituirá por piezas nuevas para los tramos de asentamiento y medición de emisiones.

11. Tramo de asentamiento

El procedimiento de asentamiento es necesario para preacondicionar adecuadamente el conjunto de freno y estabilizar su comportamiento de emisión antes de realizar la medición de emisiones. El procedimiento de asentamiento se llevará a cabo con piezas de freno completamente nuevas.

11.1. Frenos delanteros

El centro de ensayo llevará a cabo el procedimiento de asentamiento para todos los tipos de frenos equipados en el eje delantero de los vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento de conformidad con las especificaciones descritas a continuación:

- a) Se establecerá el caudal de aire de refrigeración de acuerdo con los ajustes de refrigeración del freno sometido a ensayo, según las especificaciones del apartado 10.1.
- b) Se definirán todos los parámetros de ensayo y ajustes dinamométricos pertinentes (carga de ensayo por rueda, inercia de ensayo de frenado, etcétera), igual que en los tramos de ajuste de la refrigeración y medición de las emisiones.
- c) Se aplicarán cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP para el asentamiento completo del freno delantero sometido a ensayo.
- d) Se ejecutarán los cinco ciclos de frenado WLTP consecutivamente y sin interrupción alguna. Si el ensayo se interrumpe durante el tramo de asentamiento, el centro de ensayo seguirá las instrucciones definidas en el apartado 9.3.2.
- e) Se ejecutará cada repetición del ciclo de frenado WLTP sin tramos de estabilización entre los trayectos individuales del ciclo. Solo se aplicarán tramos de estabilización entre las cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP (es decir, entre el trayecto #10 de un ciclo determinado y el trayecto #1 del ciclo siguiente).
- f) Se iniciará el primer ciclo de frenado WLTP del tramo de asentamiento con el freno a una temperatura de (23 ± 5) °C. Se iniciarán las cuatro repeticiones posteriores del ciclo con arreglo a las disposiciones de temperatura descritas en el apartado 9.2.2.
- g) Se ejecutará el tramo de asentamiento en el mismo dinamómetro utilizado para el tramo de medición de emisiones. No se desmontarán las piezas de freno entre los dos tramos del ensayo para evitar modificar los puntos de contacto. Si se desmontan las piezas del freno después de iniciar el procedimiento de asentamiento, ya no serán adecuadas para completar el tramo de asentamiento y la medición de emisiones. En tal caso, el centro de ensayo las sustituirá por nuevas piezas de freno y repetirá el procedimiento de asentamiento desde el principio.

Si se incumple alguna de las disposiciones descritas en este apartado, el procedimiento de asentamiento no será válido. En tal caso, no será posible seguir adelante con el tramo de medición de emisiones. El centro de ensayo llevará a cabo el procedimiento de asentamiento desde el principio utilizando piezas de freno nuevas.

11.2. Frenos traseros

El centro de ensayo llevará a cabo el procedimiento de asentamiento para todos los tipos de frenos equipados en el eje trasero de los vehículos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento de conformidad con las especificaciones descritas a continuación:

- a) Se utilizará el caudal de aire de refrigeración de acuerdo con los ajustes de refrigeración del freno delantero correspondiente, tal como se especifica en el apartado 10.1. En caso de que haya varios caudales de aire conformes, se seleccionará el caudal que esté más cerca de 950 Nm³/h según el apartado 10.1.4, letra g).
- b) Se definirán todos los parámetros de ensayo y ajustes dinamométricos pertinentes para el eje trasero (carga de ensayo por rueda, inercia de ensayo de frenado, etcétera) y se utilizarán los mismos en el tramo de medición de emisiones.
- c) Se aplicarán cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP para el asentamiento completo del freno trasero sometido a ensayo.
- d) Se ejecutarán los cinco ciclos de frenado WLTP consecutivamente y sin interrupción alguna. Si el ensayo se interrumpe durante el tramo de asentamiento, el centro de ensayo seguirá las instrucciones definidas en el apartado 9.3.2.
- e) Se ejecutará cada repetición del ciclo de frenado WLTP sin tramos de estabilización entre los trayectos individuales del ciclo. Solo se aplicarán tramos de estabilización entre las cinco repeticiones del ciclo de frenado WLTP (es decir, entre el trayecto #10 de un ciclo determinado y el trayecto #1 del ciclo siguiente).

- f) Se iniciará el primer ciclo de frenado WLTP del tramo de asentamiento con el freno a una temperatura de (23 ± 5) °C. Se iniciarán las cuatro repeticiones posteriores del ciclo con arreglo a las disposiciones de temperatura descritas en el apartado 9.2.2.
- g) Se ejecutará el tramo de asentamiento en el mismo dinamómetro utilizado para el tramo de medición de emisiones. No se desmontarán las piezas de freno entre los dos tramos del ensayo para evitar modificar los puntos de contacto. Si se desmontan las piezas del freno después de iniciar el procedimiento de asentamiento, ya no serán adecuadas para completar el tramo de asentamiento y la medición de emisiones. En tal caso, el centro de ensayo las sustituirá por nuevas piezas de freno y repetirá el procedimiento de asentamiento desde el principio.

Si se incumple alguna de las disposiciones descritas en este apartado, el procedimiento de asentamiento no será válido. En tal caso, no será posible seguir adelante con el tramo de medición de emisiones. El centro de ensayo llevará a cabo el procedimiento de asentamiento desde el principio utilizando piezas de freno nuevas.

12. Tramo de medición de emisiones

12.1. Medición de la masa de partículas depositadas

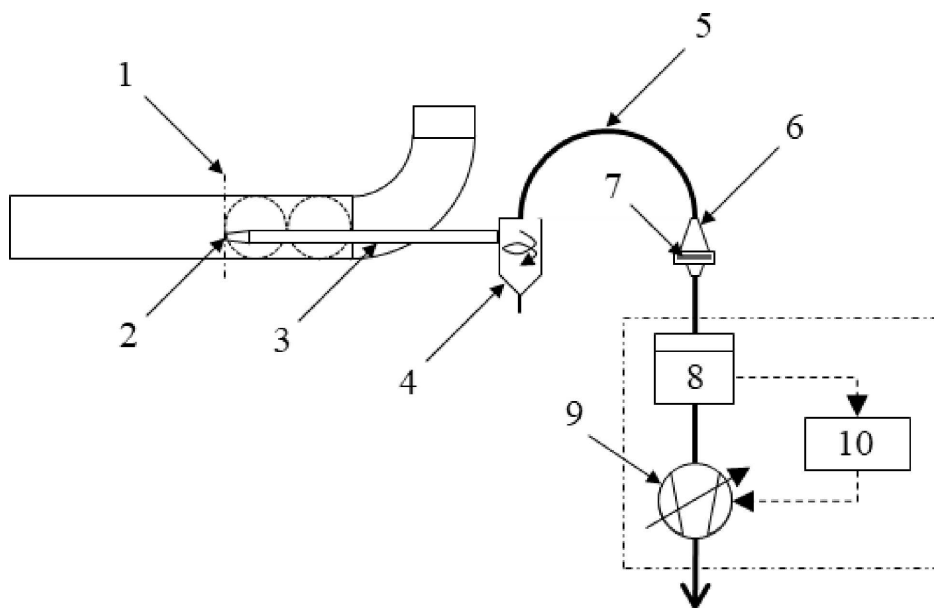
En el presente apartado se describen las especificaciones para la medición de las emisiones de partículas depositadas (PM) durante un ensayo de emisiones de frenos. El sistema de muestreo de PM permite cuantificar la masa de PM generada por el freno durante el ensayo. Las emisiones de PM y los parámetros del ensayo proporcionan los factores de emisión del freno sometido a ensayo en masa por unidad de distancia recorrida. El sistema de ensayo medirá por gravimetría las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ de los frenos utilizando sistemas de muestreo separados para cada diámetro de corte (2,5 μm y 10 μm]. Cada sistema de muestreo de PM constará de los siguientes elementos:

- a) Una sonda de muestreo de PM situada en el túnel. Las especificaciones de diseño de la sonda de muestreo de PM se describen en el apartado 12.1.1.2.
- b) Una tobera de muestreo adecuada instalada en la punta de la sonda de muestreo de PM. Las especificaciones de diseño de la tobera se describen en el apartado 12.1.1.3.
- c) Un ciclón aplicado como separador de PM. Las especificaciones del ciclón se describen en el apartado 12.1.2.1.
- d) Un conducto de muestreo de partículas para transferir el aerosol del separador de PM al portafiltros. Las especificaciones de diseño del conducto de muestreo se describen en el apartado 12.1.2.2.
- e) Un filtro colocado en el interior del portafiltros para recoger las partículas depositadas. Las especificaciones del portafiltros se describen en el apartado 12.1.3.1.
- f) Una o varias bombas con medios para controlar el caudal en tiempo real y los sensores correspondientes. Las especificaciones del caudal de muestreo se describen en el apartado 12.1.2.3.

En general, la configuración (piezas y conexiones separadas) debe estar constituida por materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos y estén conectados eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos. El gráfico A4/16 ilustra la configuración indicativa de la unidad de muestreo de PM. La ubicación y las dimensiones de los diferentes elementos se facilitan a título ilustrativo; por lo tanto, no se requiere una conformidad exacta con el gráfico.

Gráfico A4/16

Configuración indicativa del sistema de muestreo de PM



1 – Plano de muestreo. 2 – Tobera de muestreo. 3 – Sonda de muestreo de PM. 4 – Separador ciclónico de PM. 5 – Conducto de muestreo de PM. 6 – Portafiltros (múltiple) de PM. 7 – Filtro de muestreo de PM. 8 – Medición de masa o flujo volumétrico. 9 – Bomba. 10 – Controlador de caudal

12.1.1. Extracción de partículas depositadas

12.1.1.1. Plano de muestreo

El diseño del plano de muestreo se ajustará a las especificaciones descritas en el apartado 7.6. Se aplicarán las siguientes disposiciones adicionales al plano de muestreo para la instalación de las sondas de muestreo de PM:

- Se aplicarán dos sondas de muestreo con las toberas de muestreo correspondientes para las mediciones de PM, una para $PM_{2,5}$ y otra para PM_{10} . Los puntos blancos del gráfico A4/7 indican las sondas de muestreo de PM.
- Se colocarán las dos sondas de muestreo de PM ($PM_{2,5}$ y PM_{10}) en el mismo plano horizontal hasta la parte inferior del túnel, como se muestra en el gráfico A4/7.
- No se utilizarán separadores de caudal para las mediciones de PM en ningún lugar del sistema de muestreo y medición.

12.1.1.2. Sondas de muestreo de PM

Se utilizarán sondas de muestreo adecuadas para transportar el aerosol del túnel al separador. Las sondas de muestreo cumplirán los siguientes requisitos de diseño:

- Las sondas estarán adecuadamente diseñadas para minimizar las pérdidas de partículas desde la boquilla de la tobera hasta el separador.
- Las sondas estarán hechas de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos. Las sondas estarán conectadas eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos. Las sondas serán de acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) en la parte interna para conseguir una superficie ultralimpia y ultrafina.
- Las sondas tendrán un diámetro interior constante (d_p) de al menos 10 mm y un diámetro interior máximo de 18 mm que garantice un flujo laminar ($10 \text{ mm} \leq d_p \leq 18 \text{ mm}$).

- d) Las sondas de muestreo estarán diseñadas de manera que su longitud sea lo más corta posible para minimizar las pérdidas y la posible contaminación de los tubos. La longitud total de las sondas desde la boquilla de la tobera de muestreo hasta la entrada del separador de PM no será superior a 1 m.
- e) Podrá aplicarse a las sondas como máximo un codo de 90°, siempre que el codo cumpla las especificaciones de diseño descritas en la letra f) del presente apartado.
- f) Si se aplica un codo a las sondas, el radio de curvatura r_b será al menos cuatro veces el diámetro interior ($4 d_p$) de las sondas.

Se inspeccionarán y se limpiarán frecuentemente las paredes interiores de las sondas de muestreo, siguiendo las especificaciones de su fabricante en cuanto al método y la frecuencia. Si no se facilitan tales especificaciones, se limpiarán las sondas al menos una vez cada dos meses de uso activo.

12.1.1.3. Toberas de muestreo de PM

Se utilizarán toberas adecuadas para garantizar el muestreo isocinético de PM_{10} y $PM_{2,5}$. Las toberas cumplirán los requisitos siguientes:

- a) Las toberas serán compatibles con las sondas de muestreo de PM utilizadas por el centro de ensayo para los ensayos de emisiones de frenos.
- b) Las toberas serán de acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) en la parte interna para conseguir una superficie ultralimpia y ultrafina.
- c) Se utilizarán toberas adecuadas para alcanzar una relación isocinética (IR) de 1,0 de acuerdo con las especificaciones descritas en el apartado 12.1.2.4. La relación isocinética media en un ensayo de emisiones de frenos se situará entre 0,90 y 1,15 ($0,90 \leq IR \leq 1,15$).
- d) El tamaño de la tobera se seleccionará en función del caudal de muestreo aplicado. Las toberas tendrán un diámetro interior (d_i) de al menos 4 mm.
- e) Las toberas tendrán un diámetro interior constante a lo largo de una longitud como mínimo igual a un diámetro interior o a 10 mm desde la boquilla de la tobera, si este último valor es mayor.
- f) Las boquillas de las toberas serán de pared delgada, para minimizar la distorsión del flujo. La relación entre el diámetro exterior y el interior será inferior a 1,1 en la boquilla de la tobera.
- g) Toda variación del diámetro interior de las toberas deberá ser decreciente con un ángulo cónico inferior a 30°.
- h) Las toberas se colocarán con su eje paralelo al del túnel de muestreo, comprobando que el ángulo de aspiración sea inferior o igual a 15°.

El centro de ensayo limpiará frecuentemente las toberas siguiendo las especificaciones de su fabricante en cuanto al método y la frecuencia. Si no se facilitan tales especificaciones, se limpiarán las sondas antes de cada ensayo de emisiones de los frenos siguiendo las especificaciones definidas por su fabricante en relación con los medios de limpieza.

12.1.2. Muestreo de PM

12.1.2.1. Separador de PM

Se utilizarán separadores ciclónicos individuales seguidos de portafiltras gravimétricos para la recogida de muestras de PM_{10} y $PM_{2,5}$. El centro de ensayo seleccionará separadores ciclónicos con arreglo a las disposiciones que se describen a continuación:

- a) Se utilizarán separadores ciclónicos disponibles en el mercado con tamaños de corte de 10 μm y 2,5 μm para la recogida de las muestras de PM_{10} y $PM_{2,5}$, respectivamente.
- b) Los ciclones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ deberán cumplir las especificaciones relativas a la eficiencia de separación descritas en los cuadros A4/7 y A4/8, respectivamente.
- c) El ciclón estará hecho de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos. Estará conectado eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos.

- d) Se colocarán los separadores ciclónicos en la salida de la sonda de muestreo. Se conectará el separador ciclónico directamente a la salida de la sonda de muestreo utilizando rácores adecuados de acero inoxidable conductivo. No deberán utilizarse tubos de muestreo de ningún tipo entre la sonda y el separador ciclónico.

El centro de ensayo inspeccionará y limpiará frecuentemente las paredes interiores de los ciclones, siguiendo las especificaciones de su fabricante en cuanto al método y la frecuencia.

Cuadro A4/7

Especificaciones de eficiencia del separador ciclónico de PM₁₀

PM ₁₀	4 µm	8 µm	12,5 µm	20 µm
Eficiencia de separación	< 20 %	< 50 %	> 60 %	> 90 %

Cuadro A4/8

Especificaciones de eficiencia del separador ciclónico de PM_{2,5}

PM _{2,5}	1,5 µm	2 µm	3 µm	4 µm
Eficiencia de separación	< 20 %	< 50 %	> 60 %	> 90 %

12.1.2.2. Conducto de muestreo de PM

El centro de ensayo se asegurará de que el diseño del conducto de muestreo que transfiere el aerosol del separador ciclónico al portafiltros cumpla las especificaciones descritas a continuación:

- El conducto de muestreo estará diseñado adecuadamente para minimizar las pérdidas por transporte de partículas entre la salida del separador ciclónico y la entrada del portafiltros.
- El conducto de muestreo será de acero inoxidable conductivo con los rácores adecuados. Otra opción es utilizar conductos de muestreo flexibles antiestáticos de politetrafluoroetileno (PTFE).
- El conducto de muestreo tendrá un diámetro interior constante (d_s) de 10 mm como mínimo y 20 mm como máximo ($10 \leq d_s \leq 20$ mm).
- La longitud total del conducto de muestreo desde la salida del separador ciclónico hasta la punta del portafiltros no será superior a 1 m en total.
- La parte del sistema de muestreo de PM situada fuera del túnel (la parte del sistema de muestreo de PM que incluye el separador ciclónico y el conducto de muestreo de PM) estará diseñada de manera que no pueda producirse condensación de agua. La temperatura en el interior del tren de muestras deberá mantenerse siempre por encima de 15 °C.
- Podrá aplicarse un codo al conducto de muestreo siempre que el radio de curvatura r_b sea al menos veinticinco veces el diámetro interior ($25 d_s$) del conducto de muestreo.

12.1.2.3. Caudal de muestreo de PM

El centro de ensayo aplicará las siguientes disposiciones para la regulación y medición del caudal de muestreo:

- El método de medición del caudal del sistema de muestreo ($Q_{PM2,5}$ y Q_{PM10}) tendrá un error máximo admisible del $\pm 2,5$ % del valor indicado o del $\pm 1,5$ % del fondo de escala, el que sea menor, en todas las condiciones de funcionamiento.

- b) Se utilizará un caudalímetro calibrado para indicar el caudal en condiciones estándar. Cuando el caudalímetro no esté calibrado para indicar valores en condiciones estándar, deberá incluir un sensor de temperatura instalado antes del medidor. Para garantizar una conversión adecuada, el sensor de temperatura deberá tener una exactitud de $\pm 1,0^\circ\text{C}$ y las mediciones de presión deberán tener una exactitud de $\pm 1,0\text{ kPa}$; esta medición se utilizará para convertir los valores de caudal.
- c) Los valores preestablecidos (nominales) de los flujos volumétricos de muestreo ($Q_{\text{PM}_{2,5}}$ y $Q_{\text{PM}_{10}}$) deberán ser constantes durante el tramo de medición de emisiones del freno sometido a ensayo.
- d) El flujo volumétrico medio de muestreo no deberá diferir en más del $\pm 2\%$ del valor preestablecido para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. Se utilizará un dispositivo con una función de control que garantice un caudal estable a través del medio filtrante (por ejemplo, orificio crítico, regulador de presión, controlador de realimentación, u otro elemento).
- e) Se calculará y se consignará la desviación del flujo volumétrico de muestreo medio medido con respecto al valor preestablecido, tanto para PM_{10} como para $\text{PM}_{2,5}$, utilizando los datos de los parámetros de que se trate consignados en el archivo de tiempos, tal como se define en el cuadro A4/14.
- f) El caudal de muestreo se establecerá de manera que la relación isocinética se acerque lo más posible a 1,0. La relación isocinética media durante el tramo de medición de emisiones de un freno específico deberá situarse entre 0,90 y 1,15 (apartado 12.1.2.4). Se calculará y se consignará la relación isocinética media de $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 12.1.2.4.
- g) Se comprobará la existencia de posibles fugas sellando la tobera y poniendo en marcha el aspirador. El caudal será como máximo el 2% del normal al vacío máximo alcanzado durante el muestreo. Se realizará el control de fugas en la instalación del sistema y después de cada operación de mantenimiento o mejora siguiendo las especificaciones del fabricante.
- h) En caso de que no se cumplan el flujo volumétrico de muestreo o los requisitos isocinéticos establecidos en el presente apartado, el ensayo no será válido.
- i) El dispositivo de muestreo de PM funcionará de manera continua durante el tramo de medición de emisiones de los frenos. Esto incluye también los tramos de estabilización entre los trayectos individuales del ciclo de frenado WLTP, en los que el caudal de muestreo de PM no se interrumpirá ni se desviará del conducto de muestreo principal. El dispositivo de muestreo de PM funcionará durante al menos 10 s adicionales una vez finalizado el tramo de medición de emisiones de los frenos.

12.1.2.4. Relación isocinética

El muestreo se define como isocinético cuando la velocidad del aire es la misma en el túnel de muestreo y en la tobera de muestreo. La velocidad del aire se calcula a partir de los valores de caudal de aire en el túnel y en la boquilla, teniendo en cuenta sus diámetros interiores (d_i y d_n , respectivamente). Las ecuaciones 12.1 y 12.2 se aplican para el cálculo de la velocidad del aire en el túnel de muestreo y la tobera de muestreo:

$$U = (4 \times 1000 \times Q) / (\pi \times d_i^2) \quad (\text{Ecuación 12.1})$$

$$U_s = (4 \times 1000 \times Q_s) / (\pi \times d_n^2) \quad (\text{Ecuación 12.2})$$

donde:

- U es la velocidad media del aire en el túnel, en km/h;
- U_s es la velocidad media del aire de muestreo que entra en la tobera, en km/h;
- Q es el caudal medio de aire en el túnel, en m^3/h , según el cuadro A4/10;
- Q_s es el caudal de aire medio en la tobera de muestreo, en m^3/h ;
- d_n es el diámetro interior en la boquilla de la tobera, en mm;
- d_i es el diámetro interior del túnel de muestreo, en mm, según el cuadro A4/1.

La relación isocinética se define como la relación entre la velocidad del aire en la tobera de muestreo y la velocidad del aire en el túnel de muestreo. La ecuación 12.3 proporciona los medios para calcular la relación isocinética combinando las ecuaciones 12.1 y 12.2. Los valores de caudal de aire en el túnel y la tobera deberán referirse a las mismas condiciones de temperatura y presión; por lo tanto, se utilizarán valores normalizados para garantizar la comparabilidad también entre diferentes centros de ensayo:

$$IR = (NQ_s/d_n^2)/(NQ/d_i^2) \quad (\text{Ecuación 12.3})$$

donde:

- IR es la relación isocinética;
- NQ_s es el caudal de aire medio normalizado en la tobera de muestreo, en Nm^3/h ;
- NQ es el caudal de aire medio normalizado en el túnel de muestreo, en Nm^3/h , conforme al cuadro A4/10;
- d_n es el diámetro interior en la boquilla de la tobera, en mm;
- d_i es el diámetro interior del túnel de muestreo, en mm, según el cuadro A4/1.

Al convertir las unidades de caudal de muestreo de $[Nm^3/h]$ a $[l/min]$ y las unidades de diámetro interior de $[m]$ a $[mm]$ para reflejar unidades convencionales, la ecuación 12.3 pasa a ser la ecuación 12.4.

$$IR = 0,06 \times (NQ_s/d_n^2)/(NQ/d_i^2) \quad (\text{Ecuación 12.4})$$

donde:

- IR es la relación isocinética;
- NQ_s es el caudal de aire medio normalizado en la tobera de muestreo, en l/min ;
- NQ es el caudal de aire medio normalizado en el túnel de muestreo, en Nm^3/h , conforme al cuadro A4/10;
- d_n es el diámetro interior en la boquilla de la tobera, en mm;
- d_i es el diámetro interior del túnel de muestreo, en mm, según el cuadro A4/1.

El centro de ensayo calculará la relación isocinética media durante el tramo de medición de emisiones de un ensayo de emisiones de frenos tanto para $PM_{2,5}$ como para PM_{10} , por separado, utilizando la ecuación 12.4:

- Se utilizarán los valores correspondientes a los diámetros interiores de las toberas isocinéticas para el muestreo de $PM_{2,5}$ ($d_{n-PM_{2,5}}$) y PM_{10} ($d_{n-PM_{10}}$).
- Se utilizarán los datos del caudal medio normalizado del túnel (NQ) y los caudales medios normalizados de muestreo ($NQ_{PM_{2,5}}$ y $NQ_{PM_{10}}$) en el archivo de tiempos.
- Se consignarán los valores calculados como se especifica en el cuadro A4/14.

12.1.3. Medios de muestreo

12.1.3.1. Portafiltros

Las muestras de PM se recogerán en filtros individuales de 47 mm por ensayo, montados en un portafiltros especial. Este se colocará lo más cerca posible de la salida del separador ciclónico. El centro de ensayo deberá utilizar un conjunto portafiltros que se ajuste a las especificaciones descritas a continuación:

- Se seleccionará un portafiltros de material inerte y no corrosivo, como acero inoxidable o aluminio anodizado. Todas las partes del portafiltros en contacto con el aerosol y los filtros deberán ser eléctricamente conductoras y estar conectadas a masa.

- b) Se utilizará un portafiltros adecuado para la inserción de filtros circulares. La zona expuesta a través de la cual pasa el aire muestreado (es decir, la superficie filtrante) tendrá un diámetro de entre 34 y 44 mm.
- c) Se utilizará un portafiltros que proporcione una distribución uniforme del caudal a través de la superficie filtrante.
- d) Se diseñará la disposición del portafiltros de manera que no pueda producirse condensación de agua. La temperatura en el portafiltros deberá seguir la especificación para toda la trayectoria de muestreo definida en el apartado 12.1.2.2 y mantenerse por encima de 15 °C durante todo el ensayo de emisiones de los frenos.

Podrán utilizarse portafiltros múltiples para la recogida de muestras de PM. Además de los requisitos definidos en las letras a) a d) del presente apartado, los portafiltros múltiples deberán cumplir los siguientes requisitos:

- e) Todos los filtros se colocarán en el mismo portafiltros múltiple en las mismas condiciones dentro de una carcasa cerrada para evitar que se contaminen.
- f) Se utilizará un solo filtro cada vez para el muestreo de PM durante cada tramo de un ensayo de emisiones de frenos determinado.
- g) El uso de un portafiltros múltiple no introducirá ningún cambio en la dirección del flujo ni antes ni dentro del portafiltros.

Se permitirá utilizar un portafiltros múltiple que modifique la dirección del flujo si demuestra ser equivalente a un portafiltros (múltiple o individual) que no la modifique. Deberán cumplirse los criterios de diseño existentes en el presente Reglamento para el conjunto de muestreo en relación con las superficies electropulidas (si procede), las transiciones uniformes y los límites de curvatura del conducto de muestreo. La equivalencia se demostrará realizando al menos tres repeticiones con al menos dos caudales del túnel, con mediciones simultáneas en los dos portafiltros. El ensayo incluirá repeticiones del cambio de la posición de muestreo de los dos portafiltros. El promedio de la diferencia entre los dos portafiltros deberá ser del $\pm 2\%$ y la desviación típica de las diferencias deberá ser del $\pm 3\%$. Tanto las $PM_{2,5}$ como las PM_{10} deberán cumplir los criterios. Se recomienda evaluar los portafiltros múltiples con una carga del filtro de masa del orden de 0,3-1,0 mg.

12.1.3.2. Filtros de muestreo

Para las mediciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$, se utilizarán filtros de fibra de vidrio recubierta de fluorocarburo o filtros de membrana de fluorocarburo. La eficiencia de recogida de DOP (dioctiltalato) o PAO (polialfaolefina) de 0,3 μm según CS 68649-12-7 o CS 68037-01-4 de todos los tipos de filtros deberá ser, como mínimo, del 99 %, con una velocidad frontal del filtro de gases de 5,33 cm/s, medida con arreglo a una de las normas siguientes:

- a) U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 102.8: DOP-Smoke Penetration of Aerosol-Filter Element.
- b) U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 502.1.1: DOP-Smoke Penetration of Gas-Mask Canisters.
- c) Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC021: Testing HEPA and ULPA Filter Media.

Los requisitos de eficiencia de los medios de muestreo descritos en el presente apartado serán certificados por el proveedor del filtro.

12.1.4. Procedimiento de pesaje

Solo se pesará el filtro, ninguna otra parte del equipo de medición. El centro de ensayo se asegurará de que las diferentes fases del procedimiento de pesaje se lleven a cabo con arreglo a los siguientes requisitos:

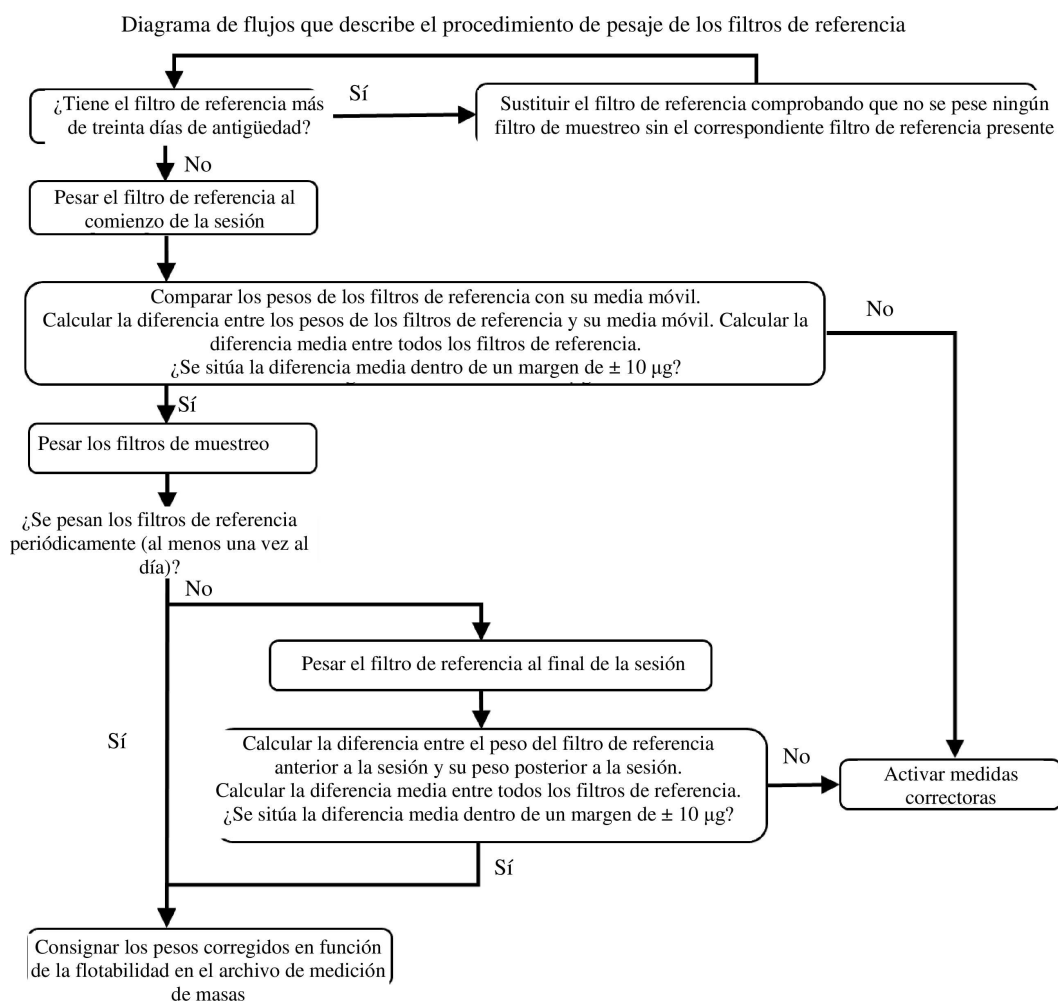
- a) Sala de pesaje: la sala de pesaje deberá estar libre de contaminantes ambientales (por ejemplo, polvo, aerosoles o materias semivolátiles) que puedan contaminar los filtros de partículas. Se regularán las condiciones ambientales de la sala de pesaje a 22 ± 2 °C de temperatura y $45 \pm 8\%$ de humedad relativa. Se comprobará que el caudal de aire de renovación no influya en la estabilidad de la balanza.

- b) Balanza de pesaje: se utilizará la misma microbalanza para el pesaje anterior y posterior al muestreo en un ensayo de emisiones de freno determinado. La balanza deberá aislarse de vibraciones, fuerzas electrostáticas y corrientes de aire. Se colocará la balanza en un entorno controlado —la cámara o sala de pesaje— de conformidad con las especificaciones descritas en la letra a) del presente apartado. La resolución de la balanza será de al menos 1 µg. Se utilizarán pesas de calibración certificadas para verificar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la microbalanza. La microbalanza deberá cumplir los requisitos de calibración descritos en el apartado 14.4.
- c) Efectos de electricidad estática: se anularán los efectos de electricidad estática poniendo a tierra la balanza colocándola sobre una alfombra antiestática, y neutralizando los filtros de muestreo de partículas antes del pesaje por medio de un neutralizador de polonio o dispositivo de efecto similar. Otra opción es eliminar los efectos estáticos igualando la carga estática.
- d) Acondicionamiento anterior al muestreo y pesaje: se acondicionarán/estabilizarán los filtros a (22 ± 2) °C y un (45 ± 8) % RH durante un mínimo de 2 horas antes del pesaje. Se pesará el filtro al final del período de estabilización siguiendo el procedimiento descrito en la letra g) del presente apartado y se consignará su peso en todas las hojas de ensayo pertinentes. Durante la operación de pesaje no se permitirá ninguna desviación de las condiciones especificadas en el presente apartado. El filtro deberá conservarse en una caja de Petri cerrada (o equivalente) o en un portafiltros sellado hasta el ensayo. Se colocará el filtro en el portafiltros antes de que transcurra 1 hora desde que se saque de la cámara (o sala) de pesaje. Se utilizará la caja de Petri cerrada (o equivalente) o el portafiltros sellado para transferir el filtro a la instalación de ensayo. Otra posibilidad es montar el filtro en el portafiltros ya en la cámara de pesaje.
- e) Acondicionamiento posterior al muestreo y pesaje: se llevarán los filtros a la sala de acondicionamiento antes de que transcurran 8 horas desde la finalización del ensayo. Los filtros podrán permanecer durante más tiempo en la sala de ensayo (es decir, la sala donde se encuentra el portafiltros) siempre que permanezcan sellados dentro del portafiltros y que la temperatura en la sala de ensayo se mantenga en $(15-30)$ °C. Se utilizará una caja de Petri cerrada (o equivalente) o el portafiltros sellado para transferir el filtro a la sala de acondicionamiento. Otra posibilidad es transferir el filtro sin extraerlo del portafiltros, asegurándose de que los portafiltros no se inclinen durante la transferencia. Se acondicionarán/estabilizarán los filtros a (22 ± 2) °C y un (45 ± 8) % RH durante un mínimo de 2 horas. Se pesará el filtro al final del período de estabilización siguiendo el procedimiento descrito en la letra g) del presente apartado y se consignará su peso en todas las hojas de ensayo pertinentes. Durante la operación de pesaje no se permitirá ninguna desviación de las condiciones especificadas en el presente apartado. El filtro deberá conservarse en una caja de Petri cerrada (o equivalente) o en un portafiltros sellado.
- f) Pesaje del filtro de referencia: se utilizarán filtros de referencia para validar el pesaje de PM siguiendo el procedimiento que se muestra en el gráfico A4/17 y se describe a continuación.
- En las doce horas siguientes al pesaje del filtro de muestreo, se pesarán al menos dos filtros de referencia no usados, bien de fibra de vidrio recubierta de fluorocarburo o bien de membrana de fluorocarburo, adecuados para cada medio filtrante muestreado.
 - Si los filtros de referencia no se pesan periódicamente (al menos una vez al día), se pesarán al principio y al final de una sesión de pesaje de muestras (antes del pesaje anterior al muestreo y después del pesaje posterior al muestreo).
 - Se compararán los pesos específicos de los filtros de referencia obtenidos en los pasos i) o ii) con la media móvil de los pesos específicos de dichos filtros de referencia. La media móvil se calculará a partir de los pesos específicos anotados en el período transcurrido desde que se hayan introducido los filtros de referencia en la sala de pesaje, incluidos los pesos medidos en los pasos i) o ii).
 - La media de los valores absolutos de la diferencia entre los pesos de los filtros de referencia y su media móvil será inferior a 10 µg. Además, en el caso de los filtros de referencia que no se pesen periódicamente, la diferencia media entre las mediciones inicial y final del filtro de referencia será inferior a 10 µg.

- v) Los filtros de referencia deberán sustituirse cada treinta días como máximo, de manera que no se pese ningún filtro de muestreo sin que se compare con un filtro de referencia que haya estado en la cámara (sala) de pesaje durante al menos dos días.
- vi) Solo se consignarán pesos corregidos en función de la flotabilidad en el archivo de medición de masas con arreglo al apartado 13.3.2.

Gráfico A4/17

Diagrama de flujos que describe el procedimiento de pesaje de los filtros de referencia



- g) Pesaje del filtro de muestreo: se seguirá el procedimiento descrito a continuación para realizar el pesaje del filtro tanto antes como después del muestreo.
 - i) Se pesará el filtro dos veces y se consignarán los pesos corregidos en función de la flotabilidad en el archivo de medición de masas.
 - ii) Si la diferencia entre la primera y la segunda mediciones es igual o inferior a 10 µg, se utilizará la media aritmética para calcular los pesos $P_{e(Uncorrected)}$ y $P_{e(Corrected)}$ de conformidad con la letra h) del presente apartado.
 - iii) Si la diferencia entre la primera y la segunda mediciones es superior a 10 µg, se realizarán dos pesadas adicionales y se consignarán los pesos corregidos en función de la flotabilidad en el archivo de medición de masas.
 - iv) Cuando la diferencia entre los pesos mínimo y máximo de las cuatro mediciones sea igual o inferior a 13 µg, se utilizará la media aritmética de los cuatro pesos para calcular los pesos $P_{e(Uncorrected)}$ y $P_{e(Corrected)}$ de conformidad con la letra h) del presente apartado.

- v) Cuando la diferencia entre los pesos mínimo y máximo de las cuatro mediciones sea superior a 13 µg e inferior o igual a 15 µg, se utilizará la mediana de los cuatro valores para calcular los pesos $Pe_{(Uncorrected)}$ y $Pe_{(Corrected)}$ de conformidad con la letra h) del presente apartado. El valor de la mediana es la media aritmética del segundo valor más bajo y el tercer valor más bajo de los cuatro pesos medidos.
- vi) Cuando la diferencia entre los pesos mínimo y máximo de las cuatro mediciones sea superior a 15 µg, la sesión de pesaje quedará invalidada y el filtro se pondrá en cuarentena en la sala de acondicionamiento. El centro de ensayo podrá decidir invalidar el filtro y sustituirlo por otro nuevo para una sesión de pesaje anterior al muestreo, o bien desecharlo y repetir el ensayo de emisiones de los frenos para una sesión de pesaje posterior al muestreo.
- vii) Después de un mínimo de veinticuatro horas, se sacará el filtro de la cuarentena y se pesará dos veces, de conformidad con los incisos i) y ii) del presente apartado.
- viii) Si la diferencia entre las dos nuevas mediciones es superior a 10 µg, se invalidará el filtro y se desestimarán la sesión de pesaje. Se utilizará un filtro nuevo para una sesión de pesaje anterior al muestreo, o se desechará y se repetirá el ensayo de emisiones de los frenos para una sesión de pesaje posterior al muestreo.
- h) Corrección de flotabilidad: se corregirán los pesos de la muestra y del filtro de referencia en función de su flotabilidad en el aire. La corrección de flotabilidad depende de la densidad del filtro de muestreo, la densidad del aire y la densidad de la pesa de calibración de la balanza. No tiene en cuenta la flotabilidad de las propias partículas depositadas.

Se utilizarán los siguientes valores para la densidad del material filtrante (p_f) cuando esta no se conozca:
 a) Filtro de fibra de vidrio recubierta de fluorocarburo: 2 300 kg/m³. b) Filtro de membrana de fluorocarburo: 2 144 kg/m³.

Se utilizará una densidad (p_w) de 8 000 kg/m³ en relación con pesas de calibración de acero inoxidable o la densidad conocida en relación con pesas de calibración de distintos materiales. Se seguirá la Recomendación Internacional OIML R 111-1, edición 2004(E) (o equivalente), de la Organización Internacional de Metrología Legal sobre las pesas de calibración.

Se utilizará la medición de la masa media del filtro sin corrección para calcular la medición de la masa media del filtro con corrección de flotabilidad en el caso de los filtros de PM_{2,5} y PM₁₀ (antes y después del muestreo) aplicando la ecuación 12.5. Se consignarán los pesos corregidos en función de la flotabilidad en el archivo de medición de masas:

$$Pe_{(Corrected)} = Pe_{(Uncorrected)} \times [1 - (p_a/p_w)] / [1 - (p_a/p_f)] \quad (\text{Ecuación 12.5})$$

donde:

- $Pe_{(Corrected)}$ es la masa corregida de cada filtro, en mg;
 $Pe_{(Uncorrected)}$ es la masa sin corrección de cada filtro, en mg;
 p_a es la densidad del aire en la sala de balanzas conforme a la ecuación 12.6, en kg/m³;
 p_w es la densidad de la pesa de la balanza de calibración conforme a la letra e);
 p_f es la densidad del filtro de muestreo (sin usar) conforme a la letra e).

Para calcular la densidad del aire, se aplicará la ecuación 12.6 utilizando las condiciones de la sala de balanzas en el momento del pesaje.

$$p_a = (p_b \times M_{mix}) / (R \times T_a) \quad (\text{Ecuación 12.6})$$

donde:

- p_a es la densidad del aire en la sala de balanzas, en kg/m³;
 p_b es la presión atmosférica en la sala de balanzas, en kPa;
 M_{mix} es la masa molar del aire en la sala de balanzas, 28,836 g mol⁻¹;
 R es la constante de masa molar, 8,3144 J mol⁻¹ K⁻¹;
 T_a es la temperatura del aire en la sala de balanzas, en K.

- i) Carga del filtro: el valor medio de la medición de masa del filtro anterior al muestreo se restará del valor de la medición de masa del filtro posterior al muestreo. Se utilizarán los valores medios de las mediciones de masa del filtro con corrección de flotabilidad calculados en la letra h) del presente apartado. Se calcularán y se consignarán ambas cargas de los filtros de PM_{2,5} [Pe_(2,5)] y PM₁₀ [Pe₍₁₀₎] en el archivo de medición de masas. Se consignarán las cargas de los filtros de PM_{2,5} y PM₁₀ como se especifica en el cuadro A4/14.
- j) Condiciones de almacenamiento y transferencia: los filtros ya pesados se mantendrán en cajas diseñadas para alojar filtros del tamaño específico. Se utilizarán fórceps o tenazas de acero inoxidable para manipular los filtros. Se reducirá todo lo posible el movimiento de los filtros dentro de las bolsas o cajas de Petri, así como su transporte. El filtro de muestreo de partículas deberá alojarse con cuidado en el portafiltros. Una manipulación brusca o abrasiva causará errores de pesaje.

12.1.5. Cálculo del factor de emisión de PM

El centro de ensayo consignará las emisiones de PM en valores de masa por distancia recorrida. Se calcularán los factores de emisión de referencia (o iniciales) de PM_{2,5} y PM₁₀ del freno sometido a ensayo (FE_{ref}) aplicando las ecuaciones 12.7 y 12.8, respectivamente.

$$PM_{2,5} FE_{ref} = [Pe_{(2,5)} \times 1000 \times (NQ/60)/NQ_{PM_{2,5}}] / d \quad (\text{Ecuación 12.7})$$

$$PM_{10} FE_{ref} = [Pe_{(10)} \times 1000 \times (NQ/60)/NQ_{PM_{10}}] / d \quad (\text{Ecuación 12.8})$$

donde:

- PM_{2,5} FE_{ref} es el factor de emisión de referencia de PM_{2,5} para el freno sometido a ensayo en masa por distancia recorrida, en mg/km;
- PM₁₀ FE_{ref} es el factor de emisión de referencia de PM₁₀ para el freno sometido a ensayo en masa por distancia recorrida, en mg/km;
- Pe_(2,5) es la carga de masa del filtro de PM_{2,5}, en mg, conforme al cuadro A4/11;
- Pe₍₁₀₎ es la carga de masa del filtro de PM₁₀, en mg, conforme al cuadro A4/11;
- NQ es el caudal de aire medio normalizado en el túnel de muestreo, en Nm³/h, conforme al cuadro A4/10;
- NQ_{PM_{2,5}} es el caudal de aire medio normalizado en la tobera de muestreo de PM_{2,5}, en l/min, conforme al cuadro A4/10;
- NQ_{PM₁₀} es el caudal de aire medio normalizado en la tobera de muestreo de PM₁₀, en l/min, conforme al cuadro A4/10;
- d es la distancia total recorrida durante el ciclo de frenado WLTP, en km, según el cuadro A4/10.

- a) Se calcularán las masas de PM [Pe₍₁₀₎ y Pe_(2,5)] como se especifica en el apartado 12.1.4, letra i), después de corregir los valores en función de la flotabilidad como se especifica en el apartado 12.1.4, letra h).
- b) Se calcularán el caudal medio normalizado en el túnel (NQ), los caudales medios normalizados de muestreo (NQ_{PM_{2,5}} y NQ_{PM₁₀}), y la distancia total del ciclo de frenado (d) en el tramo de medición de emisiones a partir de los parámetros consignados en el archivo de tiempos.
- c) Se calcularán los FE_{ref} de PM_{2,5} y PM₁₀ del freno sometido a ensayo aplicando las ecuaciones 12.7 y 12.8, respectivamente. A continuación, se utilizará el coeficiente de reparto de frenado por fricción que figura en el cuadro 4 o que se haya medido con arreglo al anexo 5 del presente Reglamento para calcular los FE de PM_{2,5} y PM₁₀ finales del freno sometido a ensayo. En caso de que el coeficiente de reparto de frenado por fricción se tome del cuadro 4, se aplicará el coeficiente correspondiente al tipo de electrificación del vehículo cuyos parámetros se hayan utilizado en el ensayo del freno. Se utilizarán las ecuaciones 12.9 y 12.10 para el cálculo de los valores finales de PM_{2,5} y PM₁₀, respectivamente:

$$PM_{2,5} FE = PM_{2,5} FE_{ref} * c \quad (\text{Ecuación 12.9})$$

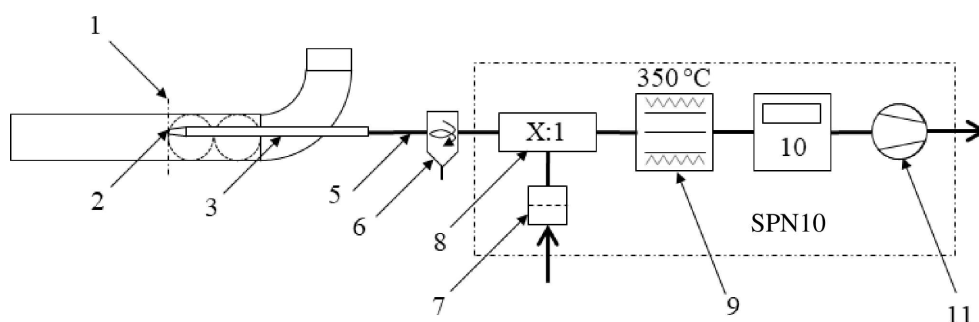
$$PM_{10} FE = PM_{10} FE_{ref} * c \quad (\text{Ecuación 12.10})$$

- d) Se consignarán los FE de PM_{2,5} y PM₁₀ finales como se especifica en el cuadro A4/14.

12.2. Medición de la concentración del número de partículas suspendidas (PN)

En el presente apartado se describen las especificaciones para la medición de las emisiones de PN durante un ensayo de emisiones de frenos. Los sistemas de muestreo y medición de PN permiten cuantificar el número de partículas generadas por el freno durante el ensayo. Las emisiones de PN medidas, junto con los parámetros obtenidos del ensayo, proporcionan los factores de emisión del freno sometido a ensayo en número de partículas emitidas por unidad de distancia recorrida.

Gráfico A4/18

Configuración indicativa del sistema de muestreo y medición de PN

1 – Plano de muestreo. 2 – Tobera de muestreo. 3 – Sonda de muestreo de PN. 4 – Reservado. 5 – Tubo de transferencia de PN. 6 – Separador ciclónico de PN. 7 – Entrada con filtro HEPA para el aire de dilución. 8 – Etapa de dilución. 9 – Eliminador de partículas volátiles. 10 – Contador del número de partículas suspendidas con controlador de caudal interno y medición de la masa o del flujo volumétrico. 11 – Bomba

En general, la configuración (piezas y conexiones separadas) debe estar constituida por materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos y estén conectados eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos. El gráfico A4/18 ilustra una configuración indicativa de muestreo y medición de PN. El sistema de ensayo deberá ser capaz de medir el número de partículas suspendidas sólidas con un tamaño nominal de aproximadamente 10 nm de diámetro de movilidad eléctrica o mayor (SPN10). Se indican la ubicación y las dimensiones de los diferentes elementos a título ilustrativo; por lo tanto, no se requiere una conformidad exacta con el gráfico.

Los sistemas de muestreo y medición de SPN10 constarán de los siguientes elementos:

- h) Una sonda de muestreo de PN que extrae una muestra del túnel de muestreo. Las especificaciones de diseño de la sonda de muestreo de PN se describen en el apartado 12.2.1.2.
- i) Una tobera de muestreo de PN adecuada instalada en la punta de la sonda de muestreo de PN. Las especificaciones de diseño de la tobera se describen en el apartado 12.2.1.3.
- j) Un PTT adecuado que transfiere aerosol de la salida de la sonda de muestreo a la entrada del preclasificador de PN. Cuando el preclasificador de PN esté montado directamente en la salida de la sonda de muestreo, podrá utilizarse el PTT para transferir las partículas de la salida del preclasificador de PN a la entrada del sistema de eliminación de partículas volátiles. Las especificaciones de diseño del PTT se describen en el apartado 12.2.1.4.
- k) Un preclasificador de PN que se aplica para eliminar partículas más grandes. Las especificaciones del preclasificador de PN se describen en el apartado 12.2.2.1.
- l) Un eliminador de partículas volátiles (VPR) que diluye la muestra y elimina partículas volátiles antes de medir el PN. Las especificaciones de diseño del VPR se describen en el apartado 12.2.2.2.

- m) Un conducto de transferencia interna que transfiere el aerosol de la salida del VPR a la entrada del PNC. Las especificaciones de diseño del conducto de transferencia se describen en el apartado 12.2.2.3.
- n) Un PNC que mide la concentración de SPN10. Las especificaciones del PNC se describen en el apartado 12.2.3.1.

El muestreo de SPN10 utilizará diferentes sondas, tal como se especifica en el apartado 12.2.1.1, letra a). Podrá utilizarse la misma sonda de muestreo siempre que el separador de caudal aplicado cumpla los requisitos especificados en el apartado 12.2.1.1, letras b) a e).

12.2.1. Extracción de muestras

12.2.1.1. Plano de muestreo

El diseño del plano de muestreo se ajustará a las especificaciones descritas en el apartado 7.6. Se aplicarán las siguientes especificaciones adicionales al plano de muestreo para la instalación de las sondas de muestreo de PN:

- a) Se aplicará una sonda de muestreo para la medición de las emisiones de SPN10. Los puntos negros del gráfico A4/7 indican las sondas de muestreo de PN.

12.2.1.2. Sondas de muestreo de PN

Se utilizará una sonda de muestreo de PN adecuada para extraer la muestra desde el túnel hasta la entrada del tubo de transferencia de partículas o del preclasificador de PN. La sonda de muestreo de PN cumplirá los siguientes requisitos de diseño:

- a) Se utilizarán sondas diseñadas adecuadamente para minimizar las pérdidas de partículas desde la boquilla de la tobera hasta la entrada del tubo de transferencia de partículas.
- b) Se utilizarán sondas hechas de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos. Las sondas estarán conectadas eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos. Se utilizarán toberas de acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) para conseguir una superficie ultralimpia y ultrafina.
- c) Se seleccionarán sondas con un diámetro interior constante (d_p) de 10 mm como mínimo y 18 mm como máximo que garantice un flujo laminar ($10 \text{ mm} \leq d_p \leq 18 \text{ mm}$).
- d) La longitud total de las sondas desde la boquilla de la tobera de muestreo hasta la entrada del tubo de transferencia de partículas o del preclasificador de PN no será superior a 1 m.
- e) El tiempo de permanencia desde la entrada de la boquilla de la tobera hasta la entrada del tubo de transferencia de partículas o del preclasificador de PN será inferior a 3 segundos.
- f) Podrá aplicarse como máximo un codo de 90° a las sondas siempre que el radio de curvatura r_b sea al menos cuatro veces el diámetro interior ($4 d_p$) de las sondas de muestreo de PN.

12.2.1.3. Toberas de muestreo de PN

Se utilizarán toberas adecuadas para garantizar el muestreo isocinético basado en el flujo de muestreo extraído total y en el caudal medio de aire de refrigeración. El centro de ensayo seleccionará toberas para el muestreo de SPN10 que cumplan los siguientes requisitos:

- a) Se utilizarán toberas de acero inoxidable con un acabado electropulido (o equivalente) en la parte interna para conseguir una superficie ultralimpia y ultrafina.
- b) Se utilizarán las toberas adecuadas para lograr una relación isocinética en el intervalo de 0,6 a 1,5.
- c) Se seleccionará el tamaño de la tobera en función del caudal aplicado para mantener la relación isocinética (apartado 12.1.2.4) dentro de las especificaciones definidas en la letra b) del presente apartado. No se utilizarán toberas con un diámetro interior inferior a 4 mm.
- d) Las toberas tendrán un diámetro interior constante a lo largo de una longitud igual, como mínimo, a un diámetro interior o a 10 mm desde la boquilla de la tobera, si este último valor es mayor.

- e) Se utilizarán toberas con boquillas de pared delgada, para minimizar la distorsión del flujo. La relación entre el diámetro exterior y el interior será inferior a 1,1 en la boquilla de la tobera.
- f) Toda variación del diámetro interior de las toberas deberá ser decreciente con un ángulo cónico inferior a 30°.
- g) Se colocarán las toberas con su eje paralelo al del túnel de muestreo, comprobando que el ángulo de aspiración sea inferior o igual a 15°.

El centro de ensayo limpiará frecuentemente las toberas siguiendo las especificaciones de su fabricante en cuanto al método y la frecuencia. Si no se facilitan tales especificaciones, se limpiarán las toberas antes de cada ensayo de emisiones de los frenos siguiendo las especificaciones definidas por su fabricante en relación con los medios de limpieza.

12.2.1.4. Tubo de transferencia de partículas

Cuando el preclasificador de PN no esté conectado directamente a la salida de la sonda, se utilizará un tubo de transferencia de partículas adecuado (PTT) para transferir aerosol desde la salida de la sonda hasta la entrada del preclasificador de PN. Cuando el preclasificador de PN esté conectado directamente a la salida de la sonda, el PTT se utilizará para transferir aerosol desde la salida del preclasificador de PN hasta la entrada del sistema de acondicionamiento de muestras. En cualquier caso, solo podrá utilizarse un único PTT, y su diseño deberá cumplir los siguientes requisitos para el muestreo de SPN₁₀:

- a) Se utilizarán tubos de transferencia diseñados adecuadamente para minimizar las pérdidas por transporte de partículas entre la salida de la sonda y la entrada del preclasificador de PN o entre la salida del preclasificador de PN y la entrada del sistema de acondicionamiento de muestras.
- b) Cuando se produzca un cambio de diámetro entre la salida de la sonda y la entrada del preclasificador de PN o entre la salida del preclasificador de PN y la entrada del sistema de acondicionamiento de muestras, se utilizarán tubos de transferencia con cambios graduales de diámetro.
- c) Se utilizarán tubos hechos de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con los componentes del aerosol de los frenos.
- d) Se seleccionarán tubos de transferencia con un diámetro interior (d_{ti}) de al menos 4 mm que garantice un flujo laminar en todas las condiciones de funcionamiento.
- e) La relación entre la longitud de los tubos de transferencia y el caudal de muestreo será inferior a 60 000 s/m².
- f) El tiempo de permanencia de las partículas en el interior de los tubos de transferencia será inferior a 1 segundo.
- g) Podrá aplicarse un codo a los tubos de transferencia siempre que el radio de curvatura r_b sea al menos veinticinco veces el diámetro del tubo ($25 d_{ti}$) del conducto de muestreo.

12.2.2. Tratamiento y acondicionamiento de muestras

12.2.2.1. Preclasificador de PN

El centro de ensayo utilizará un separador ciclónico para proteger el sistema de dilución y el VPR frente a una posible contaminación. El centro velará por que el preclasificador de PN para el muestreo y medición de SPN₁₀ cumpla los siguientes requisitos:

- a) Reservado.
- b) Reservado.
- c) Se colocará el separador ciclónico en la salida de la sonda de muestreo o en la entrada del sistema de acondicionamiento de muestras.
- d) Se utilizarán separadores ciclónicos disponibles en el mercado cuyo punto de corte permita capturar con una eficiencia del 50 % partículas de entre 2,5 μ m y 10 μ m de diámetro dado el caudal volumétrico de muestreo que pase por el separador ciclónico.
- e) El ciclón deberá alcanzar una eficiencia de penetración mínima del 80 % para partículas de 1,5 μ m de diámetro.
- f) El ciclón estará hecho de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con las partículas de los frenos. Estará conectado eléctricamente a tierra para evitar efectos eléctricos o electrostáticos.

El centro de ensayo inspeccionará y limpiará frecuentemente las paredes interiores de los ciclones, siguiendo las especificaciones de su fabricante en cuanto a frecuencia y medios.

12.2.2.2. Acondicionamiento de muestras

El aerosol que entre en el sistema de PN será acondicionado antes de entrar en el PNC. El centro de ensayo garantizará que el sistema de acondicionamiento de muestras cumpla los siguientes requisitos, en función del parámetro medido:

a) a j) Reservado

SPN10

El eliminador de partículas volátiles (VPR) incluirá al menos un diluidor inicial del número de partículas (PND1) y un tubo de evaporación. Podrá instalarse un segundo diluidor (PND2) conectado en serie con el PND1 y el tubo de evaporación. Las siguientes especificaciones se aplican al VPR para acondicionar el aerosol en la medición de SPN10:

- k) Todas las partes del VPR que entren en contacto con la muestra estarán hechas de materiales conductores de electricidad, estarán conectadas a tierra para evitar efectos electrostáticos y estarán diseñadas para minimizar el depósito de partículas.
- l) Será capaz de diluir la muestra en una o varias etapas para alcanzar una concentración de PN por debajo del umbral superior del modo de recuento partícula a partícula del PNC. El sistema en su conjunto deberá ser capaz de proporcionar un factor de dilución de al menos 10:1.
- m) Deberá ser capaz de mantener la temperatura del gas por debajo de la temperatura de entrada máxima permitida según las especificaciones del fabricante del PNC.
- n) Podrá incluir una etapa de dilución calefactada inicial que produzca la muestra con una temperatura de pared de entre 150 y 350 °C. El valor de consigna de la temperatura de pared no será superior a la temperatura de la pared del tubo de evaporación. Se suministrará al diluidor aire filtrado a través de un filtro HEPA como mínimo de clase H13 (EN 1822:2008) o eficacia equivalente.
- o) Incluirá un tubo de evaporación catalíticamente activo que se controle a una temperatura de pared superior o igual a la del PND1. La temperatura de pared del tubo de evaporación permanecerá a una temperatura de funcionamiento nominal fija de 350 °C.
- p) Controlará las etapas calefactadas a temperaturas de funcionamiento nominales constantes con una tolerancia de ± 10 °C. Además, el sistema VPR indicará si las etapas calefactadas se encuentran a la temperatura de funcionamiento correcta.
- q) Alcanzará un PCRf para partículas de 15 nm, 30 nm y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica según el método y los requisitos descritos en el apartado 14.5.2.
- r) Supervisará la variación del factor de dilución en tiempo real para indicar la media aritmética del PCRf ($f_{r-SPN10}$) a una frecuencia de 1 Hz. El cálculo de la media aritmética del PCRf se registrará por el método descrito en el apartado 14.5.2.
- s) Indicará las concentraciones de SPN10 con corrección de PCRf en condiciones estándar con una frecuencia de envío de datos igual o superior a 0,5 Hz.
- t) Alcanzará una vaporización superior al 99,9 % de las partículas de tetracontano ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) con un diámetro mediana superior a 50 nm y más de 1 mg/m³ de masa, mediante calentamiento y reducción de las presiones parciales del tetracontano.
- u) Alcanzará una eficiencia de penetración de partículas sólidas de al menos el 70 % en relación con partículas de 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica.
- v) Deberá ser capaz de funcionar con presiones de muestreo del orden de 85 a 105 kPa y con diferencias de presión relativas con respecto al ambiente del orden de ± 5 kPa.

12.2.2.3. Conducto de transferencia interna de PN

Los conductos que transfieran el aerosol del VPR a la entrada del PNC deberán cumplir las especificaciones que se describen a continuación:

- a) Se utilizarán conductos de transferencia interna diseñados adecuadamente para minimizar las pérdidas por transporte de partículas entre el VPR y la entrada del PNC.
- b) Se utilizarán conductos de transferencia interna hechos de materiales conductores de electricidad que no reaccionen con los componentes del aerosol de los frenos.
- c) Se seleccionarán conductos de transferencia interna con un diámetro interior constante (d_{ti}) de al menos 4 mm que garantice un flujo laminar en todas las condiciones de funcionamiento.
- d) La longitud total de los conductos de transferencia interna desde la salida del VPR hasta la entrada del PNC no será superior a 1 m.
- e) El tiempo de permanencia de las partículas en el interior de los conductos de transferencia interna será inferior a 1 segundo.
- f) Podrá aplicarse un codo a los conductos de transferencia interna de PN siempre que el radio de curvatura r_b sea al menos diez veces el diámetro interior ($10 d_{ti}$) del conducto de transferencia interna.

12.2.3. Medición de partículas suspendidas

12.2.3.1. Contador del número de partículas suspendidas

Para medir las concentraciones de SPN10 se aplicarán contadores de número de partículas (PNC). El centro de ensayo garantizará que el PNC cumpla los siguientes requisitos en relación con el SPN10:

- a) Funcionará en condiciones de flujo total.
- b) Tendrá una exactitud de recuento del $\pm 10\%$ en el intervalo entre 1 \#/cm^3 y el umbral superior del modo de recuento partícula a partícula del PNC conforme a una norma concreta.
- c) Tendrá una legibilidad de al menos $0,1 \text{ \#/cm}^3$ a concentraciones inferiores a 100 \#/cm^3 .
- d) Tendrá una respuesta lineal a las concentraciones de partículas en todo el intervalo de medición en el modo de recuento partícula a partícula.
- e) Tendrá un tiempo de respuesta t_{90} en el intervalo de concentración medido inferior a 5 segundos.
- f) Incorporará un factor de calibración interno obtenido de la calibración lineal con una referencia relacionable que se aplicará para determinar la eficiencia de recuento del PNC. Se consignará la eficiencia de recuento, incluido el factor de calibración, con arreglo a las especificaciones establecidas en el apartado 14.6.
- g) El material de calibración del PNC será polialfaolefina 4 cSt (aceite para esmerilado), partículas similares al hollín (por ejemplo, partículas de hollín o grafito generadas por llama) o partículas de plata.
- h) En el recuento de partículas de tamaño nominal de 10 y 15 nm de diámetro de movilidad eléctrica, tendrá eficiencias del $(65 \pm 15)\%$ y superiores al 90 %, respectivamente. Estas eficiencias de recuento pueden lograrse por medios internos (por ejemplo, control del diseño del instrumento) o externos (por ejemplo, preclasificación de tamaños).
- i) Si el PNC utiliza un líquido de trabajo, este deberá cambiarse con la frecuencia especificada por el fabricante del instrumento.

12.2.3.2. Caudal de muestreo de PN

El sistema de medición de PN deberá cumplir las siguientes disposiciones para la regulación y medición del caudal de muestreo (es decir, el caudal en la sonda de muestreo de PN):

- a) El método de medición del caudal del sistema de muestreo y medición tendrá un error máximo admisible del $\pm 5\%$ del valor medido en todas las condiciones de funcionamiento.

- b) Se utilizará un caudalímetro calibrado para indicar el caudal en condiciones estándar. Cuando el caudalímetro no esté calibrado para indicar valores en condiciones estándar, deberá incluir un sensor de temperatura instalado antes del medidor. Para garantizar una conversión adecuada, el sensor de temperatura deberá tener una exactitud de $\pm 1,0^\circ\text{C}$ y las mediciones de presión deberán tener una exactitud de $\pm 1,0\text{ kPa}$; esta medición se utilizará para convertir los valores de caudal.
- c) El caudal de muestreo normalizado real (NQ_{SPN10}) no deberá desviarse más del $\pm 10\%$ del valor medio del ensayo de que se trate. Se utilizará un dispositivo con una función de control que garantice un caudal estable (por ejemplo, orificio crítico, regulador de presión, controlador de realimentación, u otro elemento).
- d) Se registrará el caudal de muestreo normalizado real y se consignará con una frecuencia de 1 Hz en el archivo de tiempos. Se consignarán los caudales de muestreo normalizados reales medios, tal como se especifica en el apartado 13.4.
- e) Se comprobará que la relación isocinética media durante el tramo de medición de emisiones de un freno específico sea de entre 0,60 y 1,50.
- f) Se utilizará la ecuación 12.4 para calcular la relación isocinética media de SPN10. Se utilizarán los valores correspondientes a los diámetros interiores de las toberas isocinéticas para el muestreo de SPN10. Se utilizarán los datos del caudal medio normalizado del túnel (NQ) y los caudales medios normalizados de muestreo (NQ_{SPN10}) consignados en el archivo de tiempos. Se consignarán los valores calculados como se especifica en el cuadro A4/14.
- g) En caso de que no se cumplan el caudal de muestreo o los requisitos isocinéticos establecidos en el presente apartado, el ensayo no será válido.
- h) Los dispositivos de muestreo de PN funcionarán de manera continua durante el tramo de medición de emisiones de los frenos. Esto incluye también los tramos de refrigeración entre los trayectos individuales del ciclo de frenado WLTP, en los que el caudal de muestreo de PM no se interrumpirá ni se desviará del conducto de muestreo principal. Los dispositivos de muestreo de PN funcionarán hasta que finalice la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo.

12.2.4. Cálculo de las emisiones de PN

El centro de ensayo consignará las emisiones de PN en número de partículas por distancia recorrida. El factor de emisión de referencia (o inicial) de SPN10 del freno sometido a ensayo (FE_{ref}) se calcula aplicando la ecuación 12.12.

Reservado (Ecuación 12.11)

$$\text{SPN10 } FE_{\text{ref}} = 10^6 \times (\text{SPN}_{10 \#} \times NQ) / V \quad \text{(Ecuación 12.12)}$$

donde:

- SPN10 FE_{ref} es el número de SPN10 por distancia recorrida para el freno sometido a ensayo, en $\#/\text{km}$;
- $\text{SPN}_{10 \#}$ son las emisiones medias de SPN10 normalizadas y con corrección de PCRF, en $\#/\text{Ncm}^3$, conforme al cuadro A4/10;
- NQ es el caudal de aire medio normalizado en el túnel de muestreo, en Nm^3/h , conforme al cuadro A4/10;
- V es la velocidad real media del ciclo de frenado WLTP, en km/h , según el cuadro A4/10.

- a) Se calcularán las emisiones medias de SPN10 normalizadas y con corrección de PCRF a partir de los parámetros consignados en el archivo de tiempos.
- b) Se calcularán el caudal medio normalizado en el túnel (NQ) y la velocidad media del ciclo de frenado WLTP (V) en el tramo de medición de emisiones a partir de los parámetros consignados en el archivo de tiempos.

- c) Se calculará el FE_{ref} SPN10 del freno sometido a ensayo aplicando la ecuación 12.12. A continuación, se utilizará el coeficiente de reparto de frenado por fricción que figura en el cuadro 4 o que se haya medido con arreglo al anexo 5 del presente Reglamento para calcular el FE SPN10 final del freno sometido a ensayo. En caso de que el coeficiente de reparto de frenado por fricción se tome del cuadro 4, se aplicará el coeficiente correspondiente al tipo de electrificación del vehículo cuyos parámetros se hayan utilizado en el ensayo del freno. Se utilizará la ecuación 12.14 para el cálculo del SPN10 final:

Reservado (Ecuación 12.13)

$$FE \text{ SPN10} = \text{SPN10 } FE_{ref} * c \quad (\text{Ecuación 12.14})$$

- d) FE SPN10 según se especifica en el cuadro A4/14.
- e) En caso de que las emisiones de SPN10 medidas estén fuera del intervalo de medición especificado del PNC, el ensayo no será válido.

12.2.5. Procedimientos de verificación del sistema de PN

El centro de ensayo aplicará los siguientes procedimientos de comprobación del sistema de PN para verificar que todo el sistema está plenamente operativo:

- a) El caudal introducido en el PNC tendrá un valor medido con una tolerancia del $\pm 5\%$ del caudal nominal del PNC cuando se verifique con un caudalímetro calibrado. Aquí, el término «caudal nominal» se refiere al caudal indicado en la documentación de la última calibración del PNC. El centro de ensayo llevará a cabo esta comprobación mensualmente.
- b) Una comprobación del cero del PNC con un filtro de eficacia adecuada en su entrada deberá indicar una concentración de $\leq 0,2 \text{ \#/cm}^3$. Al retirar el filtro, el PNC deberá mostrar un aumento de la concentración medida, y al volver a colocarlo, deberá regresar a $0,2 \text{ \#/cm}^3$ o menos. El PNC no comunicará ningún error. El centro de ensayo llevará a cabo esta comprobación en cada ensayo de emisiones de los frenos.
- c) El PNC indicará una concentración medida inferior a $0,5 \text{ \#/cm}^3$ (sin aplicar ninguna corrección de PCRf) cuando en la entrada del sistema de acondicionamiento de muestras se instale un filtro HEPA como mínimo de clase H13 (EN 1822:2008) o eficacia equivalente. El centro de ensayo realizará esta comprobación antes de cada ensayo de emisiones de los frenos.
- d) Antes de iniciar un ensayo de emisiones de frenos, el centro de ensayo confirmará que el sistema de medición indica que el sistema de acondicionamiento de muestras ha alcanzado sus temperaturas de funcionamiento correctas.

12.3. Medición de la pérdida de masa

La pérdida de masa del freno sometido a ensayo proporciona información útil acerca de si el procedimiento de ensayo en general es fiable y correcto. Puede servir de indicador de posibles problemas durante la ejecución del ensayo de emisiones de los frenos.

El centro de ensayo medirá la masa inicial y final del conjunto de freno antes y después del ensayo. Es preciso asegurarse de que el conjunto de frenos no sufra perturbaciones durante el ensayo de emisiones de los frenos. Dado que se utilizarán piezas nuevas después del ajuste del aire de refrigeración, la masa inicial corresponde a la masa medida antes de comenzar el tramo de asentamiento y la masa final corresponde a la masa medida después del tramo de medición de emisiones. Todas las mediciones se llevarán a cabo con arreglo al procedimiento siguiente:

- a) Se pasará un aspirador para limpiar las piezas antes de efectuar las mediciones con el fin de eliminar cualquier posible contaminación.
- b) Se inspeccionarán todas las piezas de freno para detectar rebabas, grietas, cavidades o desprendimientos y se consignarán en su caso. Si no existe ningún problema de este tipo, se procederá a realizar las mediciones iniciales.
- c) Se pesará cada pieza por separado con el termopar instalado sin su conector (en el caso de discos y tambores). Se consignará la masa inicial en el archivo de medición de masas.

- d) Se pesará el material de fricción del freno —incluidas las cuñas antirruído, los muelles de las cuñas de las pastillas y otros elementos— cuando forme parte del conjunto del producto. Antes del pesaje, se retirará la cinta adhesiva de las pastillas de freno, la grasa, si está presente en los topes del material de fricción, los conectores y otros componentes extraíbles pertinentes. La masa de los componentes extraíbles deberá reflejarse de la misma manera (incluida o excluida) durante las mediciones de masa tanto antes como después del ensayo. Se consignarán las masas iniciales en el archivo de medición de masas.
- e) Se utilizará una báscula de resolución igual o superior a 0,1 g para piezas de menos de 20 kg de peso total. Se utilizarán pesas de calibración certificadas para verificar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la balanza periódicamente (cuadro A4/15). La microbalanza deberá cumplir los requisitos de calibración descritos en el apartado 14.4. Se recomienda instalar la báscula en una sala con unas condiciones controladas de (22 ± 2) °C de temperatura del aire y un (45 ± 8) % de humedad relativa, respectivamente.
- f) Una vez finalizado el ensayo de emisiones de los frenos, se verificará que las piezas de los frenos se enfrían a una temperatura igual o inferior a 30 °C manteniéndolas durante un máximo de 24 horas en una sala con condiciones controladas de temperatura del aire y humedad.
- g) Una vez se hayan enfriado las piezas de los frenos, se limpiarán para eliminar cualquier rastro de grasa o contaminación antes de realizar las mediciones de masa finales.
- h) Se pesarán el disco o tambor de freno y las pastillas o zapatas de freno por separado. Se consignarán las masas finales en el archivo de medición de masas.
- i) Se calculará la pérdida de masa del disco o tambor de freno y de las pastillas o zapatas de freno restando la masa final de la masa total inicial, respectivamente. Se consignará la pérdida de masa de cada pieza en el archivo de medición de masas siguiendo las instrucciones definidas en el cuadro A4/13.
- j) Se calculará la pérdida global de masa del freno sometido a ensayo sumando los valores de las distintas piezas calculados en la letra i) del presente apartado. Se consignará la pérdida global de masa siguiendo las instrucciones definidas en el cuadro A4/13.
- k) Se calculará el factor medio de emisión basado en la pérdida de peso dividiendo la pérdida de masa total calculada en la letra j) del presente apartado por la distancia total recorrida durante los tramos de asentamiento y medición de emisiones (es decir, 6 ciclos de frenado WLTP). Se consignará el factor de emisión medio basado en la pérdida de peso siguiendo las instrucciones del cuadro A4/13.

13. Productos del ensayo

En esta sección se describen los cuatro productos principales de un ensayo de emisiones de frenos. Se trata del archivo de actas de ensayo, que es el acta principal del ensayo de emisiones, y sus actas complementarias (es decir, los archivos de eventos, de tiempos y de medición de masas). Dichos productos se resumen a continuación:

- a) Archivo de eventos. En el apartado 13.1 se ofrece una descripción detallada de este archivo y de los parámetros requeridos.
- b) Archivo de tiempos. En el apartado 13.2 se ofrece una descripción detallada de este archivo y de los parámetros requeridos.
- c) Archivo de medición de masas. En el apartado 13.3 se ofrece una descripción detallada de este archivo y de los parámetros requeridos.
- d) Archivo de actas de ensayo. En el apartado 13.4 se ofrece una descripción detallada de este archivo y de los parámetros requeridos.

Los laboratorios llevarán registros de las mediciones originales, incluida la información pertinente de la estabilización entre ensayos, a fin de demostrar coherencia y poder volver a calcular los resultados de los ensayos a petición de la autoridad responsable.

13.1. Archivo de eventos

El centro de ensayo generará un archivo ODS como archivo de eventos para el ensayo de emisiones de los frenos. El archivo se denominará «Test ID_EBF» e incluirá los datos necesarios para cada evento de desaceleración en frenado a lo largo de todo el ensayo de emisiones de los frenos. Este formato de archivo es independiente de la tecnología y el *software* de control. Cada tramo del ensayo de emisiones de los frenos se consignará en una pestaña distinta, de la forma siguiente:

- a) La pestaña 1, titulada «Refrigeración», incluirá los datos de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de ajuste de la refrigeración. Cuando haya múltiples iteraciones del trayecto #10, solo se consignarán en esta pestaña los datos de la iteración correcta. La pestaña 1 incluirá 114 filas con datos representativos de los 114 eventos de frenado del trayecto #10 del tramo de ajuste de la refrigeración. En el caso de los frenos traseros, se consignarán los datos del ajuste de la refrigeración del freno delantero correspondiente.
- b) Las pestañas 2 a 6, tituladas «Asentamiento 1 a 5», incluirán los datos de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de asentamiento. Cada pestaña corresponderá a una repetición del ciclo de frenado WLTP. Cada pestaña incluirá 303 filas con datos representativos de los 303 eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP para cada repetición del tramo de asentamiento. Las pestañas 2 a 6 no incluirán datos de los tramos de estabilización aplicados entre los 5 ciclos de frenado WLTP.
- c) La pestaña 7, titulada «Emisiones», incluirá los datos de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de medición de emisiones de los frenos. La pestaña 7 no incluirá datos de los tramos de estabilización aplicados entre los trayectos individuales del ciclo de frenado WLTP. La pestaña 7 incluirá 303 filas con datos representativos de los 303 eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.

El centro de ensayo muestreará o calculará de forma continua y automática los parámetros enumerados en el cuadro A4/9. Todos los datos del archivo de eventos se calcularán utilizando los datos muestreados en bruto. El cuadro A4/9 presenta detalles relativos a las unidades aplicadas, al número de decimales y a la frecuencia de muestreo de cada parámetro. En el contexto del presente Reglamento, la frecuencia de muestreo es la frecuencia con la que el sistema de automatización toma muestras y registra los diversos parámetros. Si no se presenta el archivo de eventos como se ha descrito, el ensayo no será válido.

Independientemente de la frecuencia de muestreo, en el archivo de eventos se consignarán los parámetros de cada evento de desaceleración en frenado. Todas las evaluaciones para su uso en el archivo EBF, excepto el cálculo de los valores del trabajo de fricción [véase el apartado 9.4.3, letra h)], se basarán en el evento real de desaceleración en frenado.

Tanto el tiempo real de inicio como el tiempo real de finalización del evento de desaceleración se determinan sobre la base del par de frenado real rápido. El evento real de frenado comienza en el primer momento en que el par de frenado real supera el 15 % del par de frenado nominal del evento de frenado. El evento real de frenado termina en el primer momento en que el valor real del par de frenado baja del 15 % del par de frenado nominal.

El par de frenado nominal puede calcularse aplicando la ecuación 13.1.

$$\tau_{brake,nom,n} = WL_t \cdot \frac{r_{R,b}}{1000} \cdot \frac{V_{set,start,n} - V_{set,end,n}}{3,6 \cdot (t_{end,nom,n} - t_{start,nom,n})} \quad \text{Ecuación 13.1}$$

donde:

$\tau_{brake,nom,n}$	es el par de frenado nominal del evento de frenado n, en Nm
WL_t	es la carga de ensayo (o aplicada) por rueda, en kg
$r_{R,b}$	es el radio de rodadura dinámico del neumático en el freno b, en mm
$V_{set,start,n}$	es la velocidad lineal nominal al inicio del n-ésimo evento de frenado del ciclo de frenado WLTP, en km/h
$V_{set,end,n}$	es la velocidad lineal nominal al final del n-ésimo evento de frenado del ciclo de frenado WLTP, en km/h
$t_{start,nom,n}$	es el tiempo nominal de inicio del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado, en segundos
$t_{end,nom,n}$	es el tiempo nominal de finalización del n-ésimo evento de frenado del ciclo analizado, en segundos

El valor de $\tau_{brake,nom,n}$ se consignará en el archivo de eventos, tal como se indica en el cuadro 13.1, en la línea correspondiente.

Algunos de los parámetros consignados en el archivo de eventos se definen por el tiempo real de inicio y finalización del evento de frenado, ya que representan sus valores instantáneos en estos sellos de tiempo (es decir, hora de parada, duración hasta parada, temperatura inicial del freno y temperatura final del freno). El resto de los parámetros se promediará (en función de la distancia o del tiempo) a lo largo del evento de frenado a fin de consignar un valor único por cada parámetro. El promediado de estos parámetros se realizará utilizando los datos de 250 Hz muestreados entre los puntos reales de inicio y finalización del evento de frenado.

Cuadro A4/9

Parámetros necesarios para el muestreo y la consignación de datos en el archivo de eventos de un ensayo de emisiones de frenos

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Tramo del ensayo	-	-	No aplicable	Un código de identificación «ABC» de tres dígitos para cada evento de desaceleración. «A» representa el número de serie del ciclo en un ensayo de emisiones de frenos determinado (A = 1 para el ajuste de la refrigeración, A = 2-6 para el asentamiento, A = 7 para la medición de emisiones). «BC» representa el número de serie del trayecto (B = 01-10). No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	A
Número de parada del trayecto	-	-	No aplicable	El número de serie del evento de desaceleración dentro del trayecto individual (puede tomar valores de entre 1 y 114). No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	B
Número de parada del ciclo	-	-	No aplicable	El número de serie del evento de desaceleración dentro del ciclo de frenado WLTP (puede tomar valores de entre 1 y 303). No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	C
Duración hasta parada	t_{brake}	s	1	La duración total del evento de desaceleración. Se define por la hora al inicio y la hora al final del evento de desaceleración.	250 Hz	D

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Hora de parada	-	hh:m- m:ss	No aplicable	Hora al inicio del evento de desaceleración registrado por el dinamómetro de frenos.	250 Hz	E
Fecha de parada	-	aaaa- mm-dd	No aplicable	Fecha al inicio del evento de desaceleración registrado por el dinamómetro de frenos. Se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	F
Valor de consigna inicial de la velocidad de frenado	-	km/h	1	La velocidad lineal nominal al inicio del evento de desaceleración, tal como se define en el ciclo de frenado WLTP. No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	G
Velocidad inicial real	-	km/h	2	La velocidad lineal medida al inicio del evento de desaceleración real en frenado, tal como se define en el apartado 3.4.16 del presente Reglamento	250 Hz	H
Valor de consigna de la velocidad de desaplicación del freno	-	km/h	1	La velocidad lineal nominal al final del evento de desaceleración (desaplicación del freno), tal como se define en el ciclo de frenado WLTP. No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	I
Velocidad de desaplicación real del freno	-	km/h	2	La velocidad lineal medida al final del evento de desaceleración real en frenado (desaplicación del freno), tal como se define en el apartado 3.4.16 del presente Reglamento	250 Hz	J

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Velocidad de rotación	f	rpm	2	Velocidad de rotación del freno promediada por tiempo registrada por el dinamómetro de frenos. La velocidad de rotación muestreada durante el evento de frenado a 250 Hz se consignará a nivel de cada evento de frenado como promedio por tiempo. El promediado se realizará entre los momentos reales de inicio y finalización del evento de desaceleración.	250 Hz	K
Valor de consigna de la tasa de desaceleración	-	m/s ²	3	Tasa de desaceleración nominal del evento, tal como se define en el ciclo de frenado WLTP. No se muestrea, pero se consignará automáticamente a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	L
Tasa de desaceleración calculada	-	m/s ²	4	Tasa de desaceleración del evento de frenado de que se trate calculada a partir de los parámetros de las columnas D, H y J.	No aplicable	M
Par de frenado: promediado por distancia	-	Nm	2	Par de frenado promediado por distancia registrado por el dinamómetro de frenos. El par de frenado muestreado durante el evento de frenado a 250 Hz se consignará a nivel de cada evento de frenado como promedio por distancia. El promediado se realizará entre los momentos reales de inicio y finalización del evento de desaceleración.	250 Hz	N
Presión de frenado: promediada por distancia	-	kPa	2	Presión de frenado promediada por distancia registrada por el dinamómetro de frenos. La presión de frenado muestreada durante el evento de frenado a 250 Hz se consignará a nivel de cada evento de frenado como promedio por distancia. El promediado se realizará entre los momentos reales de inicio y finalización del evento de desaceleración.	250 Hz	O

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Eficacia del freno	μ o C^*	-	3	Coefficiente de fricción promediado por distancia en función del par de frenado, el radio efectivo del freno y el área del pistón. El coeficiente de fricción calculado a partir de estos parámetros se consignará a nivel de cada evento de frenado como promedio por distancia. El promediado se realizará entre los momentos reales de inicio y finalización del evento de desaceleración.	No aplicable	P
Temperatura inicial del freno	IBT	°C	2	Temperatura del freno al inicio del evento de desaceleración, medida como se define en el apartado 3.4.22 del presente Reglamento	250 Hz	Q
Temperatura final del freno	FBT	°C	2	Temperatura del freno al final del evento de desaceleración, medida como se define en el apartado 3.4.23 del presente Reglamento	250 Hz	R
Temperatura máxima del freno	PBT	°C	2	Temperatura máxima del freno del evento de desaceleración medida como se define en el apartado 8.3.	250 Hz	S
Trabajo de fricción específico	$w_{f,n}$	J/kg	1	Trabajo de fricción específico del evento de desaceleración en frenado calculado como se define en el apartado 9.4.3, letra h).	No aplicable	T
Par de frenado nominal	$\tau_{brake,nom,n}$	Nm	2	Par de frenado nominal del evento de desaceleración en frenado calculado como se define en la ecuación 13.1.	1 Hz	U
Tasa de desaceleración: promediada por distancia	-	m/s ²	4	Tasa de desaceleración promediada por distancia calculada a nivel de cada evento de frenado.	No aplicable	V

13.2. Archivo de tiempos

El centro de ensayo generará un archivo ODS como archivo de tiempos para el ensayo de emisiones de los frenos. El archivo se denominará «Test ID_TBF» e incluirá información sobre parámetros de ensayo específicos muestreados a lo largo de todo el ensayo de emisiones de los frenos. Cada tramo del ensayo de emisiones de los frenos se consignará en una pestaña distinta, de la forma siguiente:

- a) La pestaña 1, titulada «Fondo antes del ensayo», incluirá los datos consignados de los parámetros especificados en el presente apartado durante el procedimiento de verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo. Aunque el modelo es el mismo que para otros tramos del ensayo de emisiones de los frenos, el centro de ensayo solo podrá consignar los parámetros pertinentes necesarios para el cálculo de las emisiones de fondo, tal como se especifica en el apartado 7.2.2.
- b) La pestaña 2, titulada «Refrigeración», incluirá los datos consignados de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de ajuste de la refrigeración. Cuando haya múltiples iteraciones del trayecto #10, solo se consignarán en esta pestaña los datos de la iteración correcta. La pestaña 2 incluirá 5 272 filas con datos representativos de los 5 272 eventos de frenado del trayecto #10 del tramo de ajuste de la refrigeración. En el caso de los frenos traseros, se consignarán los datos del ajuste de la refrigeración del freno delantero correspondiente.
- c) Las pestañas 3 a 7, tituladas «Asentamiento 1 a 5», incluirán los datos consignados de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de asentamiento. Cada pestaña corresponderá a una repetición del ciclo de frenado WLTP. Las pestañas 3 a 7 no incluirán datos de los tramos de estabilización aplicados entre los trayectos individuales del ciclo de frenado WLTP. Cada pestaña incluirá 15 826 filas con datos representativos de los 15 826 segundos del ciclo de frenado WLTP. Las pestañas 3 a 7 no incluirán datos de los tramos de estabilización aplicados entre los 5 ciclos de frenado WLTP.
- d) La pestaña 8, titulada «Emisiones», incluirá los datos consignados de los parámetros especificados en el presente apartado durante el tramo de medición de emisiones de los frenos. La pestaña 8 no incluirá datos de los tramos de estabilización aplicados entre los trayectos individuales del ciclo de frenado WLTP. La pestaña 8 incluirá 15 826 filas con datos representativos de los 15 826 eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.
- e) La pestaña 9, titulada «Fondo después del ensayo», incluirá los datos consignados de los parámetros especificados en el presente apartado durante el procedimiento de verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo. Aunque el modelo es el mismo que para otros tramos del ensayo de emisiones de los frenos, el centro de ensayo ha de consignar los parámetros pertinentes necesarios para el cálculo de las emisiones de fondo, tal como se especifica en el apartado 7.2.2.

El centro de ensayo muestreará o calculará de forma continua y automática los parámetros enumerados en el cuadro A4/10. Todos los datos del archivo de tiempos se calcularán utilizando los datos muestreados en bruto. El cuadro A4/10 presenta detalles relativos a las unidades aplicadas, al número de decimales y a la frecuencia de muestreo de cada parámetro. En el contexto del presente Reglamento, la frecuencia de muestreo es la frecuencia con la que el sistema de automatización toma muestras y registra los diversos parámetros. Si no se presenta el archivo de tiempos como se ha descrito, el ensayo no será válido.

Independientemente de la frecuencia de muestreo, en el archivo de tiempos se consignarán los parámetros a 1 Hz. Por lo tanto, los valores muestreados se promedian para calcular los valores consignados a 1 Hz. El cuadro A4/10 también ofrece una breve descripción de cada parámetro y el símbolo utilizado a lo largo del texto.

Cuadro A4/10

Parámetros necesarios para el muestreo y la consignación de datos en el archivo de tiempos de un ensayo de emisiones de frenos

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Sello de tiempo	-	segundos	0	Sello de tiempo en el ensayo de emisiones de los frenos	10 Hz	A
Velocidad lineal nominal	V_{set}	km/h	1	Velocidad lineal nominal en el momento definido en el ciclo de frenado WLTP. No se muestrea, pero se consignará a 1 Hz.	No aplicable	B

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Velocidad lineal real	V	km/h	2	Velocidad lineal real registrada por el dinamómetro de frenos en el momento dado.	10 Hz	C
Distancia recorrida	d	km	3	Distancia total recorrida en el ciclo hasta el momento dado.	10 Hz	D
Tasa de desaceleración	a	m/s ²	3	Tasa de desaceleración registrada por el dinamómetro de frenos en el momento dado.	10 Hz	E
Par de frenado	T _{brake}	N·m	1	Par de frenado registrado por el dinamómetro de frenos en el momento dado.	10 Hz	F
Presión de frenado	p _{brake}	kPa	1	Presión de frenado registrada por el dinamómetro de frenos en el momento dado.	10 Hz	G
Eficacia del freno	μ o C*	-	3	Coefficiente de fricción instantáneo calculado en el momento dado.	10 Hz	H
Temperatura del freno	T _{brake}	°C	1	Temperatura del freno en el momento dado.	10 Hz	I
Caudal de aire de refrigeración preestablecido	Q _{set}	m ³ /h	0	Caudal de aire de refrigeración (nominal) preestablecido para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. No se muestrea, pero se consignará a 1 Hz.	No aplicable	J
Caudal de aire de refrigeración real	Q	m ³ /h	2	Caudal de aire de refrigeración medido en el momento dado.	10 Hz	K
Caudal real normalizado de aire de refrigeración	NQ	Nm ³ /h	2	Caudal de aire de refrigeración normalizado en condiciones estándar en el momento dado.	10 Hz	L
Temperatura del aire de refrigeración	T	°C	1	Temperatura del aire de refrigeración en el momento dado.	10 Hz	M
Humedad relativa del aire de refrigeración	RH	%	1	Humedad relativa del aire de refrigeración en el momento dado.	10 Hz	N

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Humedad específica del aire de refrigeración	SH	mg/g	1	Humedad específica del aire de refrigeración en el momento dado.	10 Hz	O
Presión del aire de refrigeración	P	kPa	1	Presión del aire de refrigeración en el momento dado.	10 Hz	P
Caudal de muestreo de PM _{2,5} preestablecido	Q _{PM2,5-set}	l/min	1	Caudal (nominal) preestablecido de muestreo de PM _{2,5} para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. No se muestrea, pero se consignará a 1 Hz.	No aplicable	Q
Caudal real de muestreo de PM _{2,5}	Q _{PM2,5}	l/min	2	Caudal de muestreo de PM _{2,5} medido en el momento dado.	10 Hz	R
Caudal real normalizado de muestreo de PM _{2,5}	NQ _{PM2,5}	Nl/min	2	Caudal de muestreo de PM _{2,5} normalizado en condiciones estándar en el momento dado.	10 Hz	S
Caudal de muestreo de PM ₁₀ preestablecido	Q _{PM10-set}	l/min	1	Caudal (nominal) preestablecido de muestreo de PM ₁₀ para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. No se muestrea, pero se consignará a 1 Hz.	No aplicable	T
Caudal real de muestreo de PM ₁₀	Q _{PM10}	l/min	2	Caudal de muestreo de PM ₁₀ medido en el momento dado.	10 Hz	U
Caudal real normalizado de muestreo de PM ₁₀	NQ _{PM10}	Nl/min	2	Caudal de muestreo de PM ₁₀ normalizado en condiciones estándar en el momento dado.	10 Hz	V
Reservado						W
Reservado						X
Reservado						Y
Reservado						Z
Caudal de muestreo de SPN10 preestablecido	Q _{SPN10-set}	l/min	1	Caudal (nominal) preestablecido de muestreo de SPN10 para el ensayo de emisiones de los frenos de que se trate. No se muestrea, pero se consignará a 1 Hz.	No aplicable	AA

Mensurando	Símbolo	Unidad	Decimales	Descripción	Frecuencia de muestreo	Columna del archivo
Caudal real normalizado de muestreo de SPN10	NQ_{SPN10}	Nl/min	2	Caudal de muestreo relacionado con el SPN10 medido en el momento dado y consignado en condiciones estándar. El centro de ensayo especificará si la frecuencia de muestreo es diferente de la nominal.	10 Hz	AB
SPN10: PCRF medio	$f_{F-SPN10}$	-	1	Media aritmética del factor de reducción de la concentración de partículas suspendidas para la medición del SPN10.	10 Hz	AC
Concentración de SPN10 normalizada: con corrección de PCRF	$SPN_{10\#}$	#/Ncm ³	1	Concentración de SPN10 normalizada en condiciones estándar medida por el PNC con corrección de PCRF en el momento dado.	10 Hz	AD

13.3. Archivo de medición de masas

El centro de ensayo generará un archivo ODS como archivo de medición de masas para todo el ensayo. El archivo se denominará «Test ID_MMF» e incluirá información sobre el pesaje de los filtros, tal como se especifica en el apartado 12.1, así como sobre el pesaje de las piezas de freno, tal como se especifica en el apartado 12.3. Los datos de masa de PM se consignarán en una pestaña como se especifica en el cuadro A4/11. La información sobre los filtros de referencia se consignará en una pestaña diferente como se especifica en el cuadro A4/12. Por último, la información relativa a la pérdida de masa de las piezas de freno se consignará en una pestaña separada como se especifica en el cuadro A4/13.

13.3.1. Datos de medición de PM

El centro de ensayo consignará y calculará los parámetros relacionados con la medición de la masa de PM que figuran en el cuadro A4/11, que ofrece detalles sobre las unidades aplicadas y el número de decimales de cada parámetro, así como una breve descripción de cada parámetro. Los datos de pesaje de PM se consignarán en la pestaña titulada «masa de PM» del archivo de medición de masas.

Cuadro A4/11

Parámetros necesarios relacionados con el procedimiento de medición de la masa de PM para su consignación en el archivo de medición de masas de un ensayo de emisiones de frenos

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
ID del ensayo	-	No aplicable	Un código único que permite al centro de ensayo identificar el freno sometido a ensayo. Será el mismo que figura en el «ID de ensayo» del cuadro A4/14.	A
Material filtrante	-	No aplicable	Especifica el tipo de filtro utilizado para el muestreo de PM con arreglo al apartado 12.1.3.2.	B

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
PM _{2,5}	-	No aplicable	Especifica si los datos de entrada se refieren al muestreo y medición de PM _{2,5} .	C
PM ₁₀	-	No aplicable	Especifica si los datos de entrada se refieren al muestreo y medición de PM ₁₀ .	D
Fecha de pesaje	aaaa-mm-dd	No aplicable	Fecha en la que tiene lugar el pesaje del filtro sin carga.	E
Hora de pesaje	hh:mm	No aplicable	Hora en la que tiene lugar el pesaje del filtro sin carga.	F
Tiempo de estabilización antes del pesaje	hh:mm	No aplicable	Tiempo de estabilización del filtro sin carga antes de ser pesado y utilizado para el muestreo con arreglo al apartado 12.1.4.	G
Tiempo transcurrido desde el pesaje hasta el inicio del ensayo	hh:mm	No aplicable	Tiempo transcurrido desde que se pesa el filtro sin carga hasta que comienza el ensayo de emisiones con arreglo al apartado 12.1.4.	H
Medición sin carga 1	mg	4	Peso del filtro sin carga medido en el primer pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	I
Medición sin carga 2	mg	4	Peso del filtro sin carga medido en el segundo pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	J
Medición sin carga 3 (si es necesario)	mg	4	Peso del filtro sin carga medido en el tercer pesaje con arreglo al apartado 12.1.4 (solo si la desviación entre las dos primeras mediciones es superior a 10 µg).	K
Medición sin carga 4 (si es necesario)	mg	4	Peso del filtro sin carga medido en el cuarto pesaje con arreglo al apartado 12.1.4 (solo si la desviación entre las dos primeras mediciones es superior a 10 µg).	L
Valor medio sin carga: corregido	mg	4	El peso medio corregido del filtro sin carga tras aplicar la corrección de flotabilidad con arreglo al apartado 12.1.4. [Pe _(Corrected)]	M
Temperatura del aire ambiente	°C	2	Temperatura de la sala de pesaje: se consignará la temperatura media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	N

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
Humedad relativa del aire ambiente	%	2	Humedad relativa de la sala de pesaje: se consignará la humedad relativa media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	O
Fecha de pesaje	aaaa-mm-dd	No aplicable	Fecha en la que tiene lugar el pesaje del filtro con carga	P
Hora de pesaje	hh:mm	No aplicable	Hora en la que tiene lugar el pesaje del filtro con carga	Q
Tiempo de estabilización antes del pesaje	hh:mm	No aplicable	Tiempo de estabilización del filtro con carga después del muestreo y antes de ser pesado con arreglo al apartado 12.1.4.	R
Tiempo transcurrido desde el final del ensayo hasta el pesaje	hh:mm	No aplicable	Tiempo transcurrido desde el final de los ensayos de emisiones hasta el pesaje del filtro con carga con arreglo al apartado 12.1.4.	S
Medición con carga 1	mg	4	Peso del filtro con carga medido en el primer pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	T
Medición con carga 2	mg	4	Peso del filtro con carga medido en el segundo pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	U
Medición con carga 3 (si es necesario)	mg	4	Peso del filtro con carga medido en el tercer pesaje con arreglo al apartado 12.1.4 (solo si la desviación entre las dos primeras mediciones es superior a 10 µg).	V
Medición con carga 4 (si es necesario)	mg	4	Peso del filtro con carga medido en el cuarto pesaje con arreglo al apartado 12.1.4 (solo si la desviación entre las dos primeras mediciones es superior a 10 µg).	W
Valor medio con carga: corregido	mg	4	El peso medio corregido del filtro con carga tras aplicar la corrección de flotabilidad con arreglo al apartado 12.1.4. $[Pe_{(Corrected)}]$	X
Temperatura del aire ambiente	°C	2	Temperatura de la sala de pesaje: se consignará la temperatura media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	Y
Humedad relativa del aire ambiente	%	2	Humedad relativa de la sala de pesaje: se consignará la humedad relativa media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	Z

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
Masa con carga	mg	4	Pe _(2,5) y Pe ₍₁₀₎ : Diferencia entre el valor medio corregido del filtro con y sin carga: el valor de la columna M se restará del valor de la columna X.	AA

13.3.2. Datos de los filtros de referencia

El centro de ensayo consignará los parámetros relacionados con los filtros de referencia utilizados para la medición de la masa de PM de un freno determinado. En el cuadro A4/12 se ofrece información detallada sobre los parámetros, las unidades aplicadas y el número de decimales de cada parámetro. Los datos del filtro de referencia se consignarán en la pestaña titulada «Filtros de referencia» del archivo de medición de masas.

Cuadro A4/12

Parámetros necesarios relacionados con los filtros de referencia utilizados en el procedimiento de medición de la masa de PM para su consignación en el archivo de medición de masas de un ensayo de emisiones de frenos

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
ID del ensayo	-	No aplicable	Un código único que permite al centro de ensayo identificar el freno sometido a ensayo: debe ser el mismo que el «ID de ensayo» del cuadro A4/14.	A
Material filtrante	-	No aplicable	Tipo de filtro utilizado como referencia con arreglo al apartado 12.1.4: deberá ser el mismo que el utilizado en el ensayo de emisiones.	B
Fecha de pesaje	aaaa-mm-dd	No aplicable	Fecha en la que tiene lugar el pesaje de los filtros de referencia. En el caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente, se consignará la fecha en la que se haya efectuado el pesaje inicial del filtro.	C
Hora de pesaje	hh:mm	No aplicable	Hora en la que tiene lugar el pesaje del filtro de referencia. En caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente, se indicará el momento en que se realice el pesaje inicial del filtro.	D
Peso del primer filtro de referencia	mg	4	Peso corregido del primer filtro de referencia medido en las 12 horas siguientes al pesaje de la muestra o al comienzo de la sesión, tal como se define en el apartado 12.1.4.	E
Media móvil del primer filtro de referencia	mg	4	Media móvil de los pesos específicos del primer filtro de referencia desde su colocación en la sala de pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	F

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
Peso del segundo filtro de referencia	mg	4	Peso corregido del segundo filtro de referencia medido en las 12 horas siguientes al pesaje de la muestra o al comienzo de la sesión, tal como se define en el apartado 12.1.4.	G
Media móvil del segundo filtro de referencia	mg	4	Media móvil de los pesos específicos del segundo filtro de referencia desde su colocación en la sala de pesaje con arreglo al apartado 12.1.4.	H
Diferencia media con la media móvil	mg	4	Diferencia media entre los pesos de los filtros de referencia y su media móvil. Se utilizarán los pesos consignados en las columnas E, F, G y H para calcular la diferencia media. En caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente, esta medición refleja la diferencia entre el pesaje anterior al ensayo y su media móvil según el apartado 12.1.4, letra f), inciso iii).	I
Temperatura del aire ambiente antes de la sesión	°C	2	Temperatura de la sala de pesaje: temperatura media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	J
Humedad relativa del aire ambiente antes de la sesión	%	2	Humedad relativa de la sala de pesaje: humedad relativa media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje	K
Fecha de la sesión de pesaje final	aaaa-mm-dd	No aplicable	Fecha en la que tiene lugar el pesaje final del filtro de referencia en el caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	L
Hora de la sesión de pesaje final	hh:mm	No aplicable	Hora en la que tiene lugar el pesaje final del filtro de referencia en el caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	M
Peso del primer filtro de referencia al final de la sesión	mg	4	Peso corregido del primer filtro de referencia medido al final de la sesión como se define en el apartado 12.1.4. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	N

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
Peso del segundo filtro de referencia al final de la sesión	mg	4	Peso corregido del segundo filtro de referencia medido al final de la sesión como se define en el apartado 12.1.4. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	O
Diferencia media con la media móvil al final de la sesión	mg	4	Diferencia media entre los pesos de los filtros de referencia y su media móvil al final de la sesión en el caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente. Se utilizarán los pesos consignados en las columnas O, F, P y H para calcular la diferencia media. Esta medición refleja la diferencia entre el pesaje posterior al ensayo y su media móvil según el apartado 12.1.4, letra f), inciso iii). Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	P
Diferencia media entre las mediciones inicial y final	mg	4	Diferencia media entre los pesajes inicial y final de los filtros de referencia en el caso de que estos no se pesen periódicamente. Se utilizarán los pesos consignados en las columnas E, N, G y O para calcular la diferencia media. Esta medición refleja la diferencia entre los pesajes anterior y posterior al ensayo según el apartado 12.1.4, letra f), inciso iv). Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	Q
Temperatura del aire ambiente al final de la sesión	°C	2	Temperatura de la sala de pesaje: temperatura media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	R
Humedad relativa del aire ambiente al final de la sesión	%	2	Humedad relativa de la sala de pesaje: humedad relativa media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	S

13.3.3. Datos de las mediciones de pérdida de masa

El centro de ensayo consignará los parámetros relacionados con la pérdida total de masa del freno sometido a ensayo en una pestaña separada como se indica en el apartado 12.3. En el cuadro A4/13 se ofrece información detallada sobre los parámetros, las unidades aplicadas y el número de decimales de cada parámetro. Los datos de las mediciones de pérdida de masa se consignarán en la pestaña titulada «Pérdida de masa» del archivo de medición de masas.

Cuadro A4/13

Parámetros necesarios relacionados con la pérdida total de masa del freno para su consignación en el archivo de medición de masas de un ensayo de emisiones de frenos

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
ID del ensayo	-	No aplicable	Un código único que permite al centro de ensayo identificar el freno sometido a ensayo: debe ser el mismo que el «ID de ensayo» del cuadro A4/14.	A
Frenos de disco	-	No aplicable	Especifica si el acoplamiento de freno sometido a ensayo está formado por un disco y un par de pastillas.	B
Frenos de tambor	-	No aplicable	Especifica si el acoplamiento de freno sometido a ensayo está formado por un tambor y un par de zapatas.	C
Temperatura del aire ambiente antes de la sesión	°C	2	Temperatura de la sala de pesaje: temperatura media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje.	D
Humedad relativa del aire ambiente antes de la sesión	%	2	Humedad relativa de la sala de pesaje: humedad relativa media de la sala durante la última hora anterior al procedimiento de pesaje	E
Pesaje inicial de la pastilla interior / zapata primaria	g	1	Peso de la pastilla interior o de la zapata primaria antes de iniciar el tramo de asentamiento. La zapata primaria es la primera que va después del cilindro de la rueda en el sentido de rotación de esta.	F
Pesaje inicial de la pastilla exterior / zapata secundaria	g	1	Peso de la pastilla exterior o de la zapata secundaria antes de iniciar el tramo de asentamiento. La zapata secundaria es la que está detrás del cilindro de la rueda en el sentido de rotación de esta.	G
Pesaje inicial del disco o tambor	g	1	Peso del disco o tambor antes de iniciar el tramo de asentamiento.	H
Pesaje final de la pastilla interior / zapata primaria	g	1	Peso de la pastilla interior o de la zapata primaria tras finalizar el tramo de medición de emisiones.	I
Pesaje final de la pastilla exterior / zapata secundaria	g	1	Peso de la pastilla exterior o de la zapata secundaria tras finalizar el tramo de medición de emisiones.	J
Pesaje final del disco o tambor	g	1	Peso del disco o tambor tras finalizar el tramo de asentamiento.	K

Mensurando	Unidad	Decimales	Descripción	Columna del archivo
Pérdida de masa de la pastilla interior / zapata primaria	g	1	Diferencia entre los valores de peso de la pastilla interior o la zapata primaria: el valor de la columna F se restará del valor de la columna I.	L
Pérdida de masa de la pastilla exterior / zapata secundaria	g	1	Diferencia entre los valores de peso de la pastilla exterior o la zapata secundaria: el valor de la columna G se restará del valor de la columna J.	M
Pérdida de masa del disco o tambor	g	1	Diferencia entre los valores de peso del disco o tambor: el valor de la columna H se restará del valor de la columna K.	N
Pérdida total de masa	g	1	Pérdida total de masa del conjunto de freno: se sumarán los valores de las columnas L, M y N.	O
Distancia total	km	3	Distancia total recorrida durante los tramos de asentamiento y medición de emisiones.	P
Tasa de pérdida de masa promediada	mg/km	2	Promedio de la tasa de pérdida de masa del conjunto de freno: se dividirán los valores de las columnas O/Q.	Q

13.4. Archivo de actas de ensayo

El centro de ensayo creará un conjunto de datos único, completo y trazable como archivo de entrada para la generación del acta de ensayo del freno específico sometido a ensayo. El cuadro A4/14 contiene toda la información necesaria que debe incluirse en el acta. Todos los datos incluidos en el archivo de actas de ensayo se calcularán directamente utilizando los datos de muestreo en bruto. Los datos numéricos se consignarán tal cual y no como desigualdades. Toda la información consignada en el acta estará correlacionada con el freno específico. El centro de ensayo presentará el acta en formato PDF o equivalente. Cada índice (1, 2, 3,...) que figura en la primera columna (N.º) del cuadro A4/14 corresponde a una línea del acta; las letras (a, b, c,...) corresponden a columnas separadas en la línea correspondiente.

Cuadro A4/14

Parámetros de ensayo que deben consignarse tras un ensayo de emisiones de partículas suspendidas de los frenos

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
1	8.1.	ID del ensayo de emisiones de los frenos	Un código único atribuido por el centro al ensayo de emisiones de los frenos de que se trate; este valor se utiliza en todos los archivos producto del ensayo.	-	No aplicable
2	8.1.	Marca y modelo del vehículo	Se consignarán la marca y el modelo del vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable
3	3.7.	Tipo de electrificación del vehículo	Se consignará el tipo de electrificación del vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
4	5.2.	Coefficiente de reparto de frenado por fricción	Se consignará el coeficiente de reparto de frenado por fricción del vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo.	-	3
5	8.1.	Eje (delantero o trasero)	Se consignará la posición del eje en el vehículo para el freno sometido a ensayo (FA o RA).	-	No aplicable
6	8.1.	Orientación del freno (posición de montaje en el vehículo)	Se consignará la posición del freno sometido a ensayo en el vehículo, en la esquina derecha o en la esquina izquierda (RHC o LHC).	-	No aplicable
7	8.1.	Masa de ensayo del vehículo	Se consignará la masa del vehículo simulada en el dinamómetro de frenos durante todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos (M_{veh}). En caso de frenado sin fricción, se consignará el valor M_{veh} del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno aplicado durante el ensayo de emisiones de los frenos.	kg	0
8	8.1.	Distribución de la fuerza de frenado	Se consignará la relación entre la fuerza de frenado aplicada al eje sometido a ensayo y la fuerza de frenado total aplicada al vehículo (FAF o RAF). En caso de frenado sin fricción, se consignará el FAF o el RAF del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno aplicado durante el ensayo de emisiones de los frenos.	%	0
9	8.4.1.	Tipo de dispositivo de fijación	Se consignará el tipo del dispositivo de fijación del conjunto de freno (LO-U o LO-P).	-	No aplicable
10	8.1.	Código de identificación del disco o tambor	Se consignará el código etiquetado por el fabricante del freno en el disco o tambor.	-	No aplicable
11	8.1.	Código de identificación del material de fricción	Se consignará el código etiquetado por el fabricante del material de fricción en las pastillas o zapatas.	-	No aplicable
12	8.1.	Carga nominal por rueda	Se calculará y se consignará la carga nominal por rueda del freno sometido a ensayo (WL_{n-f} o WL_{n-t}) aplicando la ecuación 8.1. En caso de frenado sin fricción, se utilizarán los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno para calcular y consignar la carga nominal por rueda.	kg	1
13	8.1.	Carga de ensayo (o aplicada) por rueda	Se calculará y se consignará la carga de ensayo por rueda aplicada al dinamómetro de frenos (WL_{t-f} o WL_{t-t}) utilizando la ecuación 8.2. En caso de frenado sin fricción, se utilizarán los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno para calcular y consignar la carga de ensayo por rueda.	kg	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
14	8.1.	Radio de rodadura dinámico del neumático	Se consignará el radio de rodadura dinámico del neumático relacionado con el freno sometido a ensayo (r_R).	mm	0
15	8.1.	Radio efectivo del freno	Se consignará el radio efectivo del freno sometido a ensayo (r_{eff}).	mm	1
16	8.1.	Inercia nominal de frenado	Se calculará y se consignará el momento nominal de inercia para el freno sometido a ensayo (I_n) aplicando la ecuación 8.3. En caso de frenado sin fricción, se utilizarán los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno para calcular y consignar el momento nominal de inercia.	kg·m ²	1
17	8.1.	Inercia de ensayo de frenado (o aplicada al freno)	Se calculará y se consignará el momento de inercia aplicado al dinamómetro de frenos durante el ensayo (I) utilizando la ecuación 8.4. En caso de frenado sin fricción, se utilizarán los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno para calcular y consignar el momento de inercia aplicado al dinamómetro de frenos durante el ensayo.	kg·m ²	1
18	8.1.	Diámetro exterior del disco o tambor	Se consignará el diámetro exterior del freno sometido a ensayo.	mm	1
19	8.1.	Masa del disco	Se consignará la masa real del disco no utilizado para asignar el freno a un grupo de ratio entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco.	kg	4
20	8.1.	Número de pistones por lado	Se consignará el número de pistones a un lado de la mordaza de freno.	-	0
21	8.1.	Diámetro medio (o hidráulico) del pistón	Se consignará el diámetro del pistón del freno sometido a ensayo aplicando la ecuación 8.5.	mm	2
22	8.1.	Par de apriete del tornillo que sujeta la mordaza al dispositivo de fijación	Par recomendado para el apriete del tornillo de la mordaza, especificado por el fabricante del freno.	N·m	1
23	8.1.	Par de apriete del tornillo que sujeta el disco o tambor al cubo de la rueda	Par de apriete del tornillo del disco o tambor, especificado por el fabricante del freno.	N·m	1
24	8.1.	Eficiencia de la mordaza de freno o del tambor de freno	Se consignará la eficiencia para computar las pérdidas por fricción, la carrera del pistón, etcétera.	%	0
25	8.1.	Presión umbral	Se consignará la presión mínima para superar la resistencia interna antes del inicio del par de frenado, tal como se define en el apartado 3.1.19 del presente Reglamento	kPa	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
26	8.1.	Valor real de alabeo del freno	Se consignará el valor medido de alabeo del freno conforme al apartado 8.2, letra g).	µm	0
27	7.2.	Caudal operativo mínimo del sistema	Se consignará el caudal mínimo de aire de refrigeración que el centro de ensayo puede alcanzar cumpliendo todos los requisitos pertinentes de acondicionamiento y medición del aire de refrigeración definidos en el presente Reglamento.	m³/h	0
28	7.2.	Caudal operativo máximo del sistema	Se consignará el caudal máximo de aire de refrigeración que el centro de ensayo puede alcanzar cumpliendo todos los requisitos pertinentes de acondicionamiento y medición del aire de refrigeración definidos en el presente Reglamento.	m³/h	0
29	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración: tramo de ajuste de la refrigeración.	Se calculará y se consignará la temperatura media del aire de refrigeración medida durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» en el archivo de tiempos para calcular la media del trayecto #10.	°C	2
30	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará la temperatura media del aire de refrigeración medida durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la temperatura media del aire de refrigeración para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» en el archivo de tiempos para calcular las medias de los cinco ciclos de frenado WLTP.	°C	2
a	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 1	°C	2
b	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 2	°C	2
c	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 3	°C	2
d	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 4	°C	2
e	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 5	°C	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
31	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará la temperatura media del aire de refrigeración medida durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
32	7.2.1.1.	Temperatura media del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplen las especificaciones relativas a la temperatura media del aire de refrigeración definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
33	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará el porcentaje de lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias y su porcentaje en el trayecto #10.	%	1
34	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado el porcentaje para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias y su porcentaje en los cinco ciclos de frenado WLTP.	%	1
a	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire	Ciclo de asentamiento 1	%	1
b	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire	Ciclo de asentamiento 2	%	1
c	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire	Ciclo de asentamiento 3	%	1
d	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire	Ciclo de asentamiento 4	%	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
e	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire	Ciclo de asentamiento 5	%	1
35	7.2.1.1.	Incumplimientos de los valores instantáneos de temperatura del aire: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas de la temperatura del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior a 18 °C o superior a 28 °C durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias y su porcentaje en el ciclo de frenado WLTP.	%	1
36	7.2.1.1.	Temperatura instantánea del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplen las especificaciones relativas a la temperatura instantánea del aire de refrigeración definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
37	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará la humedad relativa media del aire de refrigeración medida durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del trayecto #10.	%	2
38	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará la humedad relativa media del aire de refrigeración medida durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la humedad relativa media del aire de refrigeración para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular las medias de los cinco ciclos de frenado WLTP.	%	2
a	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 1	%	2
b	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 2	%	2
c	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 3	%	2
d	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 4	%	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
e	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 5	%	2
39	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará la humedad relativa media del aire de refrigeración medida durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP.	%	2
40	7.2.1.2.	Humedad relativa media del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplen las especificaciones sobre la humedad relativa media del aire de refrigeración definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
41	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior al 20 % o superior al 80 % durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias y su porcentaje en el trayecto #10.	%	1
42	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior al 20 % o superior al 80 % durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado el porcentaje para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias y su porcentaje en los cinco ciclos de frenado WLTP.	%	1
a	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire	Ciclo de asentamiento 1	%	1
b	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire	Ciclo de asentamiento 2	%	1
c	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire	Ciclo de asentamiento 3	%	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
d	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire	Ciclo de asentamiento 4	%	1
e	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire	Ciclo de asentamiento 5	%	1
43	7.2.1.2.	Incumplimientos de los valores instantáneos de humedad relativa del aire: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas de la humedad relativa del aire de refrigeración (1 Hz) con un valor inferior al 20 % o superior al 80 % durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad relativa del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP.	%	1
44	7.2.1.2.	Humedad relativa instantánea del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplan las especificaciones sobre humedad relativa instantánea del aire de refrigeración definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
45	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará la humedad específica media del aire de refrigeración medida durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad específica del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del trayecto #10.	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
46	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará la humedad específica media del aire de refrigeración medida durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la humedad relativa media del aire de refrigeración para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad específica del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular las medias de los cinco ciclos de frenado WLTP.	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
a	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 1	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
b	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 2	mg H ₂ O/ g de aire seco	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
c	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 3	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
d	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 4	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
e	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración	Ciclo de asentamiento 5	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
47	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará la humedad específica media del aire de refrigeración medida durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Humedad específica del aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP.	mg H ₂ O/ g de aire seco	2
48	7.2.1.2.	Humedad específica media del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplen las especificaciones sobre humedad específica media del aire de refrigeración definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
49	7.2.2.1.	Filtrado del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que el aire de refrigeración que entra en el sistema cumple las especificaciones de filtrado definidas en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
50		Reservado			
51	7.2.2.2.1.	Verificación de la concentración de fondo del sistema: SPN10 con el caudal de aire operativo mínimo	Se consignará la concentración de fondo de SPN10 de la configuración medida con el caudal de aire operativo mínimo.	#/Ncm ³	1
52		Reservado			
53	7.2.2.2.1.	Verificación de la concentración de fondo del sistema: SPN10 con el caudal de aire operativo máximo	Se consignará la concentración de fondo de SPN10 de la configuración medida con el caudal de aire operativo máximo.	#/Ncm ³	1
54	7.2.2.2.3.	Verificación de la concentración de fondo del sistema: conformidad global	Se verificará que la concentración de fondo de SPN10 medida con diferentes caudales de aire está por debajo del límite máximo admisible definido en el apartado 7.2.2.2.3, letra c).	S/N	No aplicable
55		Reservado			
56	7.2.2.2.2.	Verificación de la concentración de fondo a nivel de ensayo: ajuste del PCRF para el SPN10	Se consignará el valor certificado del ajuste del PCRF aplicado durante la verificación de la concentración de fondo anterior y posterior al ensayo para el SPN10	-	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
57		Reservado			
58	7.2.2.2.2.	Concentración de fondo anterior al ensayo: concentración de SPN10	Se calculará y se consignará la concentración de fondo del SPN10 medida durante la verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo (SPN10 _{b#}). Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Concentración de SPN10 normalizada: con corrección de PCRF» consignados en el archivo de tiempos (concentración de fondo anterior al ensayo) para calcular la media de 5 minutos como se describe en el apartado 7.2.2.2.2, letra d).	#/Ncm ³	1
59		Reservado			
60	7.2.2.2.2.	Concentración de fondo posterior al ensayo: concentración de SPN10	Se calculará y se consignará la concentración de fondo del SPN10 medida durante la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo (SPN10 _{b#}). Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Concentración de SPN10 normalizada: con corrección de PCRF» consignados en el archivo de tiempos (concentración de fondo posterior al ensayo) para calcular la media de 5 minutos como se describe en el apartado 7.2.2.2.2, letra h).	#/Ncm ³	1
61	7.2.2.2.3.	Verificación de la concentración de fondo a nivel de ensayo: conformidad global	Se verificará que la concentración de fondo de SPN10 medida con el ajuste de caudal de aire definido para el freno sometido a ensayo está por debajo del límite máximo admisible definido en el apartado 7.2.2.2.3, letra c).	S/N	No aplicable
62		Reservado			
63	7.2.2.2.4.	Concentración de fondo anterior al ensayo: número SPN10 por distancia	Se calculará y se consignará la concentración de fondo del SPN10 medida durante la verificación de la concentración de fondo anterior al ensayo en # por distancia recorrida aplicando la ecuación 7.2.	#/km	1
64		Reservado			
65	7.2.2.2.4.	Concentración de fondo posterior al ensayo: número SPN10 por distancia	Se calculará y se consignará la concentración de fondo de SPN10 medida durante la verificación de la concentración de fondo posterior al ensayo en # por distancia recorrida aplicando la ecuación 7.2.	#/km	1
66	7.2.3.	Caudalímetro de aire: conformidad global	Se verificará la conformidad del caudalímetro de aire con todos los requisitos definidos en el apartado 7.2.3, letras a) a h).	S/N	No aplicable
67	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor nominal (o preestablecido)	Se consignará el caudal de aire de refrigeración nominal (o preestablecido) del freno sometido a ensayo (Q _{set}).	m ³ /h	0

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
68	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor nominal (o preestablecido)	Se verificará que se ha aplicado el mismo caudal nominal de aire de refrigeración durante todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
69	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará el caudal medio de aire de refrigeración medido durante el tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del trayecto #10. En caso de que haya varias iteraciones del tramo de ajuste de la refrigeración, se consignará solo la que haya dado lugar a la definición de Q_{set} .	m ³ /h	2
70	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual entre el caudal medido medio y el caudal nominal de aire de refrigeración durante el tramo de ajuste de la refrigeración.	%	1
71	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará el caudal medio normalizado de aire de refrigeración medido durante el tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del trayecto #10. En caso de que haya varias iteraciones del tramo de ajuste de la refrigeración, se consignará solo la que haya dado lugar a la definición de Q_{set} .	Nm ³ /h	2
72	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio (tramo de asentamiento)	Se calculará y se consignará el caudal medio de aire de refrigeración medido durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado el caudal medio de aire de refrigeración medido para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular las medias de los cinco ciclos de frenado WLTP.	m ³ /h	2
a	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio	Ciclo de asentamiento 1	m ³ /h	2
b	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio	Ciclo de asentamiento 2	m ³ /h	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
c	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio	Ciclo de asentamiento 3	m³/h	2
d	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio	Ciclo de asentamiento 4	m³/h	2
e	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio	Ciclo de asentamiento 5	m³/h	2
73	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal (tramo de asentamiento)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual con el caudal nominal de aire de refrigeración durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la diferencia porcentual para los cinco ciclos de frenado WLTP.	%	1
a	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal	Ciclo de asentamiento 1	%	1
b	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal	Ciclo de asentamiento 2	%	1
c	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal	Ciclo de asentamiento 3	%	1
d	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal	Ciclo de asentamiento 4	%	1
e	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal	Ciclo de asentamiento 5	%	1
74	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado (tramo de asentamiento)	Se calculará y se consignará el caudal medio normalizado de aire de refrigeración durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado el caudal medio normalizado de aire de refrigeración medido para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular las medias de los cinco ciclos de frenado WLTP.	Nm³/h	2
a	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado	Ciclo de asentamiento 1	Nm³/h	2
b	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado	Ciclo de asentamiento 2	Nm³/h	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
c	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado	Ciclo de asentamiento 3	Nm³/h	2
d	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado	Ciclo de asentamiento 4	Nm³/h	2
e	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado	Ciclo de asentamiento 5	Nm³/h	2
75	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio (tramo de medición de emisiones)	Se calculará y se consignará el caudal medio de aire de refrigeración medido durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de estabilización).	m³/h	2
76	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: diferencia con el caudal nominal (tramo de medición de emisiones)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual con el caudal nominal de aire de refrigeración durante el tramo de medición de emisiones.	%	1
77	7.2.3.	Caudal de aire de refrigeración: valor medio normalizado (tramo de medición de emisiones)	Se calculará y se consignará el caudal medio normalizado de aire de refrigeración medido durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media del ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de estabilización).	Nm³/h	2
78	7.2.3.	Caudal medio del aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que todas las partes del ensayo cumplen los requisitos establecidos en el presente Reglamento en lo que respecta a la diferencia entre el caudal nominal y el caudal medido medio de aire de refrigeración	S/N	No aplicable
79	7.2.3.	Incumplimientos de los valores instantáneos de caudal de aire: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará el porcentaje de las lecturas instantáneas del caudal de aire de refrigeración (1 Hz) con una diferencia del 5 al 10 % en comparación con el valor nominal durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias en el trayecto #10.	-	0

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
80	7.2.3.	Incumplimientos de los valores instantáneos de caudal de aire: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará el número de lecturas de caudal de aire de refrigeración (1 Hz) con una diferencia del 5 al 10 % en comparación con el valor nominal durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real de aire de refrigeración» consignados en el archivo de tiempos para calcular el número de tales incidencias en el ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de estabilización).	-	0
81	7.2.3.	Caudal instantáneo de aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que los tramos de ajuste de la refrigeración y medición de emisiones cumplen el número máximo admisible de lecturas instantáneas de caudal de aire de refrigeración (1 Hz) con una diferencia del 5 al 10 % en comparación con el valor nominal definido en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
82	7.2.3.	Caudal instantáneo de aire de refrigeración: conformidad global	Se verificará que las lecturas instantáneas de caudal de aire de refrigeración (1 Hz) no superan una diferencia del 10 % con respecto al valor nominal de caudal de aire de refrigeración en ningún punto de los tramos de ajuste de la refrigeración y medición de emisiones.	S/N	No aplicable
83	7.2.3.	Control de fugas del sistema: caudal medio de aire medido	Se calculará y se consignará el caudal medio de aire medido durante el control de fugas.	m ³ /h	2
84	7.2.3.	Control de fugas del sistema: conformidad global	Se verificará que el caudal medio de aire medido durante el control de fugas cumple los requisitos establecidos en el presente Reglamento.	S/N	No aplicable
85	7.3.	Dinamómetro de frenos y sistema de automatización: conformidad global	Se verificará que se cumplen las especificaciones obligatorias para el dinamómetro de frenos establecidas en el apartado 7.3, letras a) a e).	S/N	No aplicable
86	7.3.	Dinamómetro de frenos y sistema de automatización: conformidad global	Se verificará que se cumplen las especificaciones obligatorias para el sistema de automatización, control y adquisición de datos establecidas en el apartado 7.3, letras f) a h).	S/N	No aplicable
87	7.4.2.	Diseño de la carcasa del freno: número Reynolds a la entrada de la carcasa	Se calculará y se consignará el número Reynolds del caudal de aire a la entrada de la carcasa para el freno sometido a ensayo. Se calculará el número Reynolds únicamente durante un tramo de medición de emisiones utilizando la ecuación 7.3.	-	

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
88	7.4.2.	Diseño de la carcasa del freno: verificación de uniformidad de la velocidad con el caudal de aire operativo mínimo	Se verificará que la velocidad del aire en cada posición del plano C utilizado para la verificación de uniformidad de la velocidad no varía en más del ± 35 % de la media aritmética de todas las mediciones del caudal de aire operativo mínimo de la configuración de ensayo.	S/N	No aplicable
89	7.4.2.	Diseño de la carcasa del freno: verificación de uniformidad de la velocidad con el caudal de aire operativo máximo	Se verificará que la velocidad del aire en cada posición del plano C utilizado para la verificación de la uniformidad de la velocidad no varía en más del ± 35 % de la media aritmética de todas las mediciones del caudal de aire operativo máximo de la configuración de ensayo.	S/N	No aplicable
90	7.4.2.	Diseño de la carcasa del freno: conformidad global	Se verificará que la carcasa del freno cumple todas las especificaciones definidas en el apartado 7.4.2, letras a) a l).	S/N	No aplicable
91	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: longitud	Se consignará la longitud del plano A1 (l_{A1} : longitud de la carcasa), tal como se define en el apartado 7.4.3.	mm	1
92	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: altura	Se consignará la longitud del plano D (h_D : altura de la carcasa), tal como se define en el apartado 7.4.3.	mm	1
93	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: profundidad	Se consignará la profundidad axial máxima de la carcasa en el plano D tal como se define en el apartado 7.4.3.	mm	1
94	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: diámetro de la entrada y la salida	Se consignará el diámetro (d_i) de la entrada y la salida de la carcasa.	mm	1
95	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: longitud de transición de la entrada y la salida	Se consignará la longitud de transición (l_i) de la entrada y la salida.	mm	1
96	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: altura de transición de la entrada y la salida	Se consignará la altura de transición (h_B) de la entrada y la salida.	mm	1
97	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: relación entre la altura de la entrada y la altura de la carcasa	Se consignará la relación entre la altura de la entrada (h_B) y la altura de la carcasa (h_D).	%	1
98	7.4.3.	Dimensiones de la carcasa del freno: conformidad global	Se verificará que las dimensiones de la carcasa del freno cumplen todas las especificaciones definidas en el apartado 7.4.3, letras a) a g).	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
99	7.5.	Diseño del túnel de muestreo: diámetro interior del conducto	Se consignará el diámetro interior del conducto (d_i) en el túnel de muestreo.	mm	1
100	7.5.	Diseño del túnel de muestreo: presencia de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo en el túnel de muestreo (después de la salida de la carcasa del freno y antes del plano de muestreo).	S/N	No aplicable
101	7.5.	Diseño del túnel de muestreo: especificaciones (ángulo) del codo	Cuando se aplique un codo en el túnel de muestreo, se indicará el ángulo. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	°	0
102	7.5.	Diseño del túnel de muestreo: especificaciones (radio de curvatura) del codo	Cuando se aplique un codo en el túnel de muestreo, se indicará el radio de curvatura, como se define en el gráfico A4/6. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	#· d_i	1
103	7.5.	Diseño del túnel de muestreo: conformidad global	Se verificará que el túnel de muestreo cumple todas las especificaciones definidas en el apartado 7.5, letras a) a i).	S/N	No aplicable
104	7.6.	Diseño del plano de muestreo: número de sondas	Se indicará el número de sondas de muestreo utilizadas para el ensayo de emisiones de los frenos.	-	0
105	7.6.	Diseño del plano de muestreo: distancia entre las sondas	Se indicará la distancia mínima entre las sondas (a_1) como se especifica en el gráfico A4/7.	mm	1
106	7.6.	Diseño del plano de muestreo: distancia entre sondas y paredes	Se consignará la distancia mínima entre las sondas y la pared del túnel (a_2) como se especifica en el gráfico A4/7.	mm	1
107	7.6.	Diseño del plano de muestreo: conformidad global	Se verificará que el plano de muestreo cumple todas las especificaciones de distancia y colocación definidas en el apartado 7.6, letras a) a g).	S/N	No aplicable
108	8.3.	Medición de la temperatura del freno: conformidad global de los termopares	Se verificará que los termopares utilizados cumplen todos los requisitos definidos en el apartado 8.3, letras a) a f).	S/N	No aplicable
109	8.3.	Medición de la temperatura del freno: medición de la temperatura del material de fricción	Se indicará si también se ha medido la temperatura de las pastillas o zapatas de freno, además de la temperatura del disco o tambor de freno.	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
110	8.4.1.	Conjunto de freno: conformidad global	Se verificará que la posición de instalación y el tipo de soporte utilizado para fijar el conjunto de freno cumplen los requisitos especificados en el apartado 8.4.1.	S/N	No aplicable
111	8.4.1.	Conjunto de freno: rotación del freno	Se indicará el sentido de rotación del disco o tambor de freno (horario o antihorario) con respecto a la dirección de evacuación.	Horario o antihorario	No aplicable
112	8.4.1.	Conjunto de freno: rotación del freno	Se verificará que el disco o tambor de freno sometido a ensayo gire en el sentido de la evacuación.	S/N	No aplicable
113	8.4.2.	Orientación de la mordaza: conformidad general	Se verificará que la orientación de la mordaza del freno sometido a ensayo cumple los requisitos especificados en el apartado 8.4.2.	S/N	No aplicable
114	9.2.1.	Temperatura inicial: tramo de ajuste de la refrigeración	Se consignará la temperatura inicial del freno de la iteración correcta del ajuste de la refrigeración. Se utilizará el valor correspondiente del parámetro «Temperatura del freno» consignado en el archivo de tiempos (es decir, se utilizará la entrada de temperatura del freno al principio del trayecto #10).	°C	2
115	9.2.2.	Temperatura inicial: tramo de asentamiento	Se consignará la temperatura inicial del freno durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la temperatura inicial del freno para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se utilizarán los valores correspondientes del parámetro «Temperatura del freno» consignados en el archivo de tiempos (es decir, se utilizarán las entradas de temperatura del freno al principio de cada uno de los cinco ciclos de frenado WLTP).	°C	2
a	9.2.2.	Temperatura inicial	Ciclo de asentamiento 1	°C	2
b	9.2.2.	Temperatura inicial	Ciclo de asentamiento 2	°C	2
c	9.2.2.	Temperatura inicial	Ciclo de asentamiento 3	°C	2
d	9.2.2.	Temperatura inicial	Ciclo de asentamiento 4	°C	2
e	9.2.2.	Temperatura inicial	Ciclo de asentamiento 5	°C	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
116	9.2.3.	Temperatura inicial: tramo de medición de emisiones	Se consignará la temperatura inicial del freno en los diez trayectos del ciclo de frenado WLTP durante el tramo de medición de emisiones según se define en el apartado 9.2.3. Se utilizarán en el archivo de tiempos los valores correspondientes del parámetro «Temperatura del freno» (es decir, se utilizarán las entradas de temperatura del freno al principio de los trayectos #1 a #10 del ciclo de frenado WLTP).	°C	2
a	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #1 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
b	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #2 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
c	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #3 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
d	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #4 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
e	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #5 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
f	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #6 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
g	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #7 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
h	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #8 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
I	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #9 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
j	9.2.3.	Temperatura inicial	Trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP.	°C	2
117	9.2.1., 9.2.2., 9.2.3.	Temperatura inicial: conformidad global	Se verificará que la temperatura inicial del freno en todos los tramos de ensayo cumple los criterios definidos en los apartados 9.2.1, 9.2.2 y 9.2.3.	S/N	No aplicable
118	9.3.1., 9.3.2., 9.3.3.	Interrupciones del ciclo de frenado WLTP: incidencia	Se indicará si se ha producido alguna interrupción durante cualquier parte del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
119	9.3.1., 9.3.2., 9.3.3.	Interrupciones del ciclo de frenado WLTP: conformidad global	Cuando se produzca una interrupción, se verificará que se han dado todos los pasos necesarios para reanudar el ensayo de conformidad con las especificaciones definidas en los apartados 9.3.1 y 9.3.2.	S/N	No aplicable
120	9.3.1., 9.3.2., 9.3.3.	Interrupciones del ciclo de frenado WLTP: conformidad global	Se verificará que el freno sometido a ensayo no se ha desmontado en ningún punto del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
121	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad: tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará el porcentaje de incumplimientos de velocidad durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración. Se utilizarán los datos de 1 Hz de los parámetros «Velocidad lineal real» y «Velocidad lineal nominal» consignados en el archivo de tiempos. Se compararán los datos de 1 Hz de los dos parámetros para calcular el número y el porcentaje global de incumplimientos de velocidad durante el trayecto #10.	%	1
122	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad: tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará el porcentaje de incumplimientos de velocidad durante el tramo de asentamiento. Se realizará el cálculo de los cinco ciclos de frenado WLTP por separado. Se utilizarán los datos de 1 Hz de los parámetros «Velocidad lineal real» y «Velocidad lineal nominal» consignados en el archivo de tiempos. Se compararán los datos de 1 Hz de los dos parámetros para calcular el número y el porcentaje global de incumplimientos de velocidad durante los cinco ciclos de frenado WLTP.	%	1
a	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad	Ciclo de asentamiento 1	%	1
b	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad	Ciclo de asentamiento 2	%	1
c	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad	Ciclo de asentamiento 3	%	1
d	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad	Ciclo de asentamiento 4	%	1
e	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad	Ciclo de asentamiento 5	%	1
123	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad: tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará el porcentaje de incumplimientos de velocidad durante el tramo de medición de emisiones. Se utilizarán los datos de 1 Hz de los parámetros «Velocidad lineal real» y «Velocidad lineal nominal» consignados en el archivo de tiempos. Se compararán los datos de 1 Hz de los dos parámetros para calcular el número y el porcentaje global de incumplimientos de velocidad durante el ciclo de frenado WLTP.	%	1
124	9.4.1.	Incumplimientos de velocidad: conformidad global	Se verificará que todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos cumplen los criterios de incumplimiento de velocidad definidos en el apartado 9.4.1, letras a) a g).	S/N	No aplicable
125	9.4.2.	Número de eventos de desaceleración: recuento con «Duración hasta parada»	Se consignará en el archivo de eventos el número de valores numéricos y distintos de cero del parámetro «Duración hasta parada» durante el tramo de medición de emisiones.	-	0

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
126	9.4.2.	Número de eventos de desaceleración: recuento con «Tasa de desaceleración»	Se consignará en el archivo de eventos el número de valores numéricos y distintos de cero del parámetro «Tasa de desaceleración: promediada por distancia» durante el tramo de medición de emisiones.	-	0
127	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f durante el tramo de ajuste de la refrigeración	Se calculará y se consignará la disipación de energía cinética (w_f) durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración aplicando la ecuación 9.1. Se sumará el trabajo de fricción específico real de cada evento de frenado para consignar el trabajo de fricción específico total durante el trayecto #10 del tramo de ajuste de la refrigeración.	J/kg	1
128	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual respecto del valor de trabajo de fricción nominal durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración.	%	1
129	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f durante el tramo de asentamiento	Se calculará y se consignará la disipación de energía cinética (w_f) durante la iteración correcta del tramo de asentamiento aplicando la ecuación 9.1. Se consignará por separado la disipación de energía cinética para los cinco ciclos de frenado WLTP. Se sumará el trabajo de fricción específico real de cada evento de frenado para consignar el trabajo de fricción específico total durante cada ciclo de frenado WLTP del tramo de asentamiento.	J/kg	1
a	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f	Ciclo de asentamiento 1	J/kg	1
b	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f	Ciclo de asentamiento 2	J/kg	1
c	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f	Ciclo de asentamiento 3	J/kg	1
d	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f	Ciclo de asentamiento 4	J/kg	1
e	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f	Ciclo de asentamiento 5	J/kg	1
130	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal (tramo de asentamiento)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual con respecto al valor de trabajo de fricción nominal durante el tramo de asentamiento. Se consignará por separado la desviación con respecto al valor nominal para los cinco ciclos de frenado WLTP del tramo de asentamiento.	%	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
a	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal	Ciclo de asentamiento 1	%	1
b	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal	Ciclo de asentamiento 2	%	1
c	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal	Ciclo de asentamiento 3	%	1
d	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal	Ciclo de asentamiento 4	%	1
e	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal	Ciclo de asentamiento 5	%	1
131	9.4.3.	Disipación de energía cinética: w_f durante el tramo de medición de emisiones	Se calculará y se consignará la disipación de energía cinética (w_f) durante el tramo de medición de emisiones aplicando la ecuación 9.1. Se sumará el trabajo de fricción específico real de cada evento de frenado para consignar el trabajo de fricción específico total durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	J/kg	1
132	9.4.3.	Disipación de energía cinética: desviación del valor nominal (tramo de medición de emisiones)	Se calculará y se consignará la diferencia porcentual con respecto al valor de trabajo de fricción nominal durante el tramo de medición de emisiones.	%	1
133	9.4.3.	Disipación de energía cinética: conformidad global	Se verificará que todos los tramos del ensayo de emisiones de los frenos cumplen los criterios de disipación de energía cinética definidos en el apartado 9.4.3, letras a) a j).	S/N	No aplicable
134	9.4.4.	Aplicación del par de frenado: número de incumplimientos	Se consignará el número de eventos de frenado durante el ensayo de emisiones que no hayan cumplido el requisito de aplicación del par de frenado especificado en el apartado 9.4.4.	-	0
135	9.4.4.	Aplicación del par de frenado: conformidad global	Se verificará que el tramo de medición de emisiones del ensayo de emisiones de los frenos cumple los criterios de aplicación del par de frenado especificados en el apartado 9.4.4.	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
136	10.1.1.	Relación entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco o tambor (WL_{n-f}/DM)	Se calculará y se consignará la relación entre la carga por rueda delantera y la masa del disco (o la masa del tambor en caso de frenos de tambor delanteros) (WL_{n-f}/DM) para el freno sometido a ensayo. En caso de frenado sin fricción, se utilizarán los parámetros del vehículo de origen de la familia de emisiones por esquina de freno para calcular y consignar la relación entre la carga nominal por rueda delantera y la masa del disco.	-	1
137	10.1.3.	ABT durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: valor medido (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la temperatura media del freno durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración para el freno sometido a ensayo (B_1). Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Temperatura del freno» consignados en el archivo de tiempos para calcular la temperatura media del freno del trayecto #10.	°C	2
138	10.1.3.	ABT durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: diferencia con el valor buscado (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la diferencia entre la temperatura media del freno durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración y la temperatura media buscada para el freno sometido a ensayo (C_1) aplicando la ecuación 10.3.	°C	2
139	10.1.3.	IBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: valor medido (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la IBT media de los eventos de frenado seleccionados durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración del freno sometido a ensayo (B_2). Se utilizarán los datos correspondientes del parámetro «Temperatura inicial del freno» correspondientes a los eventos buscados consignados en el archivo de eventos para calcular la IBT media conforme al apartado 10.1.3, letra b).	°C	2
140	10.1.3.	IBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: diferencia con el valor buscado (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la diferencia entre la IBT media de los eventos de frenado seleccionados durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración y la IBT media buscada para el freno sometido a ensayo (C_2) aplicando la ecuación 10.4.	°C	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
141	10.1.3.	FBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: valor medido (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la FBT media de los eventos de frenado seleccionados durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración del freno sometido a ensayo (B_3). Se utilizarán los datos del parámetro «Temperatura final del freno» correspondientes a los eventos buscados consignados en el archivo de eventos para calcular la FBT media conforme al apartado 10.1.3, letra c).	°C	2
142	10.1.3.	FBT media de eventos de frenado seleccionados del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP: diferencia con el valor buscado (tramo de ajuste de la refrigeración)	Se calculará y se consignará la diferencia entre la FBT media de los eventos de frenado seleccionados durante la iteración correcta del tramo de ajuste de la refrigeración y la FBT media buscada para el freno sometido a ensayo (C_3) aplicando la ecuación 10.5.	°C	2
73	10.1.2., 10.1.3.	Definición del caudal nominal (preestablecido) de aire de refrigeración para el freno específico: conformidad global	Se verificará que las temperaturas de los parámetros buscados medidas durante el tramo de ajuste de la refrigeración para el freno sometido a ensayo cumplen los valores buscados definidos en el cuadro A4/5.	S/N	No aplicable
144	11.1., 11.2.	Tramo de asentamiento: número de ciclos de frenado WLTP completos	Se consignará el número de ciclos de frenado WLTP completados durante el tramo de asentamiento.	-	0
145	11.1., 11.2.	Tramo de asentamiento: conformidad global	Se verificará que el tramo de asentamiento se ha completado cumpliendo todas las especificaciones descritas en los apartados 11.1, letras a) a g), u 11.2, letras a) a g).	S/N	No aplicable
146	12.1.1.1.	Plano de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que el diseño del plano de muestreo y la colocación de las sondas de muestreo de $PM_{2,5}$ y PM_{10} cumplen las especificaciones descritas en el apartado 12.1.1.1, letras a) a c)	S/N	No aplicable
147	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: dimensiones de la sonda de $PM_{2,5}$ (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la sonda de muestreo de $PM_{2,5}$ (d_p) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2
148	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: dimensiones de la sonda de PM_{10} (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la sonda de muestreo de PM_{10} (d_p) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
149	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: dimensiones de la sonda de PM _{2,5} (longitud)	Se consignará la longitud total de la sonda de muestreo de PM _{2,5} desde la boquilla de la tobera de muestreo hasta la entrada del separador de PM.	mm	2
150	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: dimensiones de la sonda de PM ₁₀ (longitud)	Se consignará la longitud total de la sonda de muestreo de PM ₁₀ desde la boquilla de la tobera de muestreo hasta la entrada del separador de PM.	mm	2
151	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: aplicación de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo a las sondas de muestreo de PM _{2,5} y/o PM ₁₀ utilizadas para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
152	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: aplicación de un codo en la sonda de PM _{2,5} (radio de curvatura)	Cuando se aplique un codo a la sonda de muestreo de PM _{2,5} , se consignará su radio de curvatura en diámetros de la sonda. Si no hay codo, se consignará «0».	#·d _p	1
153	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: aplicación de un codo en la sonda de PM ₁₀ (radio de curvatura)	Cuando se aplique un codo a la sonda de muestreo de PM ₁₀ , se consignará su radio de curvatura en diámetros de la sonda. Si no hay codo, se consignará «0».	#·d _p	1
154	12.1.1.2.	Sondas de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que las sondas de muestreo de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizadas para el freno sometido a ensayo cumplen todos los requisitos especificados en el apartado 12.1.1.2, letras a) a f).	S/N	No aplicable
155	12.1.1.3.	Toberas de muestreo de PM: dimensiones de la tobera de PM _{2,5} (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la tobera de muestreo de PM _{2,5} (d _n) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2
156	12.1.1.3.	Toberas de muestreo de PM: dimensiones de la tobera de PM ₁₀ (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la tobera de muestreo de PM ₁₀ (d _n) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2
157	12.1.1.3.	Toberas de las sondas de muestreo de PM: ángulo de aspiración de la tobera de PM _{2,5}	Se consignará el ángulo de aspiración de la tobera de muestreo de PM _{2,5} aplicada al freno sometido a ensayo.	°	1
158	12.1.1.3.	Toberas de las sondas de muestreo de PM: ángulo de aspiración de la tobera de PM ₁₀	Se consignará el ángulo de aspiración de la tobera de muestreo de PM ₁₀ aplicada al freno sometido a ensayo.	°	1
159	12.1.1.3.	Toberas de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que las toberas de muestreo de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizadas para el freno sometido a ensayo cumplen todos los requisitos especificados en el apartado 12.1.1.3, letras a) a h).	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
160	12.1.2.1.	Separador de PM: Tamaño de corte del ciclón de PM _{2,5}	Se consignará el tamaño de corte del separador ciclónico de PM _{2,5} utilizado para el freno sometido a ensayo.	µm	1
161	12.1.2.1.	Separador de PM: Tamaño de corte del ciclón de PM ₁₀	Se consignará el tamaño de corte del separador ciclónico de PM ₁₀ utilizado para el freno sometido a ensayo.	µm	1
162	12.1.2.1.	Separador de PM: conformidad global	Se verificará que los separadores ciclónicos de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo cumplen todos los requisitos especificados en el apartado 12.1.2.1, letras a) a d).	S/N	No aplicable
163	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: dimensiones del conducto de PM _{2,5} (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior del conducto de muestreo de PM _{2,5} (d _s) utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	2
164	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: dimensiones del conducto de PM ₁₀ (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior del conducto de muestreo de PM ₁₀ (d _s) utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	2
165	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: dimensiones del conducto de PM _{2,5} (longitud)	Se consignará la longitud total del conducto de muestreo de PM _{2,5} desde el ciclón hasta la punta del portafiltros utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	1
166	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: dimensiones del conducto de PM ₁₀ (longitud)	Se consignará la longitud total del conducto de muestreo de PM ₁₀ desde el ciclón hasta la punta del portafiltros utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	1
167	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: aplicación de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo a los conductos de muestreo de PM _{2,5} y/o PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
168	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: radio de curvatura del conducto de PM _{2,5}	Cuando se aplique un codo al conducto de muestreo de PM _{2,5} , se consignará su radio de curvatura en diámetros del conducto de muestreo. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	#·d _s	1
169	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: radio de curvatura del conducto de PM ₁₀	Cuando se aplique un codo al conducto de muestreo de PM ₁₀ , se consignará su radio de curvatura en diámetros del conducto de muestreo. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	#·d _s	1
170	12.1.2.2.	Conducto de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que los conductos de muestreo de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo cumplen todos los requisitos especificados en el apartado 12.1.2.2, letras a) a f).	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
171	12.1.2.3.	Caudal de muestreo de PM: caudal nominal de PM _{2,5}	Se consignará el caudal (nominal) preestablecido de muestreo de PM _{2,5} para el freno sometido a ensayo ($Q_{PM2,5-set}$).	l/min	1
172	12.1.2.3.	Caudal de muestreo de PM: caudal nominal de PM ₁₀	Se consignará el caudal (nominal) preestablecido de muestreo de PM ₁₀ para el freno sometido a ensayo ($Q_{PM10-set}$).	l/min	1
173	12.1.2.3.	Caudal de muestreo de PM: caudal medido normalizado de PM _{2,5}	Se consignará el caudal medio normalizado de muestreo de PM _{2,5} medido durante el tramo de medición de emisiones para el freno sometido a ensayo ($NQ_{PM2,5}$). Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de muestreo de PM _{2,5} » consignados en el archivo de tiempos para calcular el caudal medio medido durante el ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de refrigeración).	Nl/min	2
174	12.1.2.3.	Caudal de muestreo de PM: caudal medido normalizado de PM ₁₀	Se consignará el caudal medio normalizado de muestreo de PM10 medido durante el tramo de medición de emisiones para el freno sometido a ensayo (NQ_{PM10}). Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de muestreo de PM10» consignados en el archivo de tiempos para calcular el caudal medio medido durante el ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de refrigeración).	Nl/min	2
175	12.1.2.3., 12.1.2.4.	Caudal de muestreo de PM: relación isocinética de PM _{2,5}	Se calculará y se consignará la relación isocinética media de muestreo de PM _{2,5} durante el tramo de medición de emisiones para el freno sometido a ensayo. Se aplicará la ecuación 12.4 y se utilizarán el diámetro de la tobera de PM _{2,5} y los datos de 1 Hz de los parámetros «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» y «Caudal real normalizado de muestreo de PM _{2,5} » consignados en el archivo de tiempos para calcular la relación isocinética media durante el ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de refrigeración).	-	3
176	12.1.2.3., 12.1.2.4.	Caudal de muestreo de PM: relación isocinética de PM ₁₀	Se calculará y se consignará la relación isocinética media de muestreo de PM ₁₀ durante el tramo de medición de emisiones para el freno sometido a ensayo. Se aplicará la ecuación 12.4 y se utilizarán el diámetro de la tobera de PM ₁₀ y los datos de 1 Hz de los parámetros «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» y «Caudal real normalizado de muestreo de PM ₁₀ » consignados en el archivo de tiempos para calcular la relación isocinética media durante el ciclo de frenado WLTP (sin incluir los tramos de refrigeración).	-	3

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
177	12.1.2.3.	Caudal de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que se cumplen todas las especificaciones del caudal de muestreo de PM _{2,5} y PM ₁₀ , así como de la relación isocinética de PM _{2,5} y PM ₁₀ , que se definen en el apartado 12.1.2.3, letras a) a i) para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
178	12.1.3.1.	Portafiltros de PM: conformidad global del portafiltros de PM _{2,5}	Se verificará que el portafiltros de PM _{2,5} cumple todos los requisitos definidos en el apartado 12.1.3.1, letras a) a g).	S/N	No aplicable
179	12.1.3.1.	Portafiltros de PM: conformidad global del portafiltros de PM ₁₀	Se verificará que el portafiltros de PM ₁₀ cumple todos los requisitos definidos en el apartado 12.1.3.1, letras a) a g).	S/N	No aplicable
180	12.1.3.2.	Filtros de muestreo de PM: tipo de filtro para el muestreo de PM _{2,5}	Se especificará el tipo de filtro (material filtrante) utilizado para el muestreo de PM _{2,5} en relación con el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable
181	12.1.3.2.	Filtros de muestreo de PM: tipo de filtro para el muestreo de PM ₁₀	Se especificará el tipo de filtro (material filtrante) utilizado para el muestreo de PM ₁₀ en relación con el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable
182	12.1.3.2.	Filtros de muestreo de PM: conformidad global	Se verificará que los filtros utilizados para el muestreo de PM _{2,5} y PM ₁₀ en relación con el freno sometido a ensayo cumplen todos los requisitos definidos en el apartado 12.1.3.2.	S/N	No aplicable
183	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: sala climatizada	Se verificará que la balanza de pesaje ha estado almacenada en una sala adecuada que cumpla todos los requisitos descritos en el apartado 12.1.4.	S/N	No aplicable
184	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: resolución de la balanza	Se consignará la resolución de la balanza utilizada para pesar los filtros de PM ₁₀ y PM _{2,5} .	µg	1
185	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: fecha y hora del pesaje anterior al muestreo	Se consignará la fecha y hora del pesaje anterior al muestreo de los filtros de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable
186	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: temperatura de la sala anterior al muestreo	Se consignará la temperatura media de la sala anterior al muestreo durante el pesaje de los filtros de PM ₁₀ y PM _{2,5} .	°C	2
187	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: humedad relativa de la sala anterior al muestreo	Se consignará la humedad relativa media de la sala anterior al muestreo durante el pesaje de los filtros de PM ₁₀ y PM _{2,5} .	%	2

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
188	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: peso corregido del filtro de PM _{2,5} anterior al muestreo.	Se consignará el peso anterior al muestreo del filtro de PM _{2,5} para el freno sometido a ensayo [Pe _(Corrected)]. Se utilizará la ecuación 12.5 para calcular la medición de masa corregida.	mg	4
189	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: peso corregido del filtro de PM ₁₀ anterior al muestreo.	Se consignará el peso corregido anterior al muestreo del filtro de PM ₁₀ para el freno sometido a ensayo [Pe _(Corrected)]. Se utilizará la ecuación 12.5 para calcular la medición de masa corregida.	mg	4
190	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: fecha y hora del pesaje posterior al muestreo	Se consignará la fecha y hora del pesaje posterior al muestreo de los filtros de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo.	-	No aplicable
191	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: temperatura de la sala posterior al muestreo	Se consignará la temperatura media de la sala posterior al muestreo durante el pesaje de los filtros de PM ₁₀ y PM _{2,5} .	°C	2
192	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: humedad relativa de la sala posterior al muestreo	Se consignará la humedad relativa media de la sala posterior al muestreo durante el pesaje de los filtros de PM ₁₀ y PM _{2,5} .	%	2
193	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: peso corregido del filtro de PM _{2,5} posterior al muestreo	Se consignará el peso corregido posterior al muestreo del filtro de PM _{2,5} para el freno sometido a ensayo [Pe _(Corrected)]. Se utilizará la ecuación 12.5 para calcular la medición de masa corregida.	mg	4
194	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: peso corregido del filtro de PM ₁₀ posterior al muestreo	Se consignará el peso corregido posterior al muestreo del filtro de PM ₁₀ para el freno sometido a ensayo [Pe _(Corrected)]. Se utilizará la ecuación 12.5 para calcular la medición de masa corregida.	mg	4
195	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: carga final del filtro de PM _{2,5}	Se consignará la carga de masa del filtro de PM _{2,5} para el freno sometido a ensayo [Pe _(2,5)]. Se utilizarán las mediciones corregidas de los filtros de PM _{2,5} antes y después de los ensayos para el cálculo especificado en el apartado 12.1.4, letra g).	mg	4
196	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: carga final del filtro de PM ₁₀	Se consignará la carga de masa del filtro de PM ₁₀ para el freno sometido a ensayo [Pe ₍₁₀₎]. Se utilizarán las mediciones corregidas de los filtros de PM ₁₀ antes y después de los ensayos para el cálculo especificado en el apartado 12.1.4, letra g).	mg	4

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
197	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: conformidad global	Se verificará que se cumplen todos los requisitos definidos en el apartado 12.1.4 para el acondicionamiento, manejo y pesaje de los filtros de PM _{2,5} y PM ₁₀ utilizados para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
198	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: filtros de referencia de PM, diferencia con la media móvil	Se consignará la diferencia media entre los pesos de los filtros de referencia y su media móvil. Se utilizará la columna I del archivo de medición de masas. En caso de que los filtros de referencia no se pesen periódicamente, esta medición refleja la diferencia entre el pesaje anterior al ensayo y su media móvil según el apartado 12.1.4, letra f), inciso iii).	mg	4
199	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: filtros de referencia de PM, diferencia con la media móvil (final de la sesión)	Se consignará la diferencia media entre los pesos de los filtros de referencia y su media móvil al final de la sesión. Se utilizará la columna P del archivo de medición de masas. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	mg	4
200	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: filtros de referencia de PM, diferencia entre el pesaje inicial y final	Se consignará la diferencia media entre los pesajes inicial y final de los filtros de referencia en el caso de que estos no se pesen periódicamente. Se utilizará la columna Q del archivo de medición de masas. Se indicará «No aplicable» en caso de que los filtros de referencia se pesen periódicamente.	mg	4
201	12.1.4.	Procedimiento de pesaje: conformidad global del procedimiento de pesaje de los filtros de referencia	Se verificará que el pesaje de los filtros de referencia de PM se ha realizado de conformidad con todas las especificaciones definidas en el apartado 12.1.4, letra f).	S/N	No aplicable
202	12.1.5.	Cálculo del factor de emisión de PM: factor de emisión de referencia de PM _{2,5}	Se consignará el factor de emisión de PM _{2,5} en masa por distancia recorrida para el freno sometido a ensayo, como se especifica en el apartado 12.1.5 (FE _{ref} PM _{2,5}). Se utilizará la carga de masa del filtro de PM _{2,5} para el freno sometido a ensayo [Pe _(2,5)] calculada en el archivo de medición de masas. Se utilizarán los datos de los parámetros «Caudal real normalizado de aire de refrigeración», «Caudal real normalizado de muestreo de PM _{2,5} » y «Distancia recorrida» consignados en el archivo de tiempos durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	mg/km	3

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
203	12.1.5.	Cálculo del factor de emisión de PM: factor de emisión final de PM _{2,5}	Se consignará el factor de emisión final de PM _{2,5} en masa por distancia recorrida para el vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo (FE PM _{2,5}). Se realizará el cálculo de acuerdo con la ecuación 12.9, tal como se especifica en el apartado 12.1.5.	mg/km	3
204	12.1.5.	Cálculo del factor de emisión de PM: factor de emisión de referencia de PM ₁₀	Se consignará el factor de emisión de PM ₁₀ en masa por distancia recorrida para el freno sometido a ensayo, como se especifica en el apartado 12.1.5 (FE _{ref} PM ₁₀). Se utilizará la carga de masa del filtro de PM ₁₀ para el freno sometido a ensayo [Pe ₍₁₀₎] calculada en el archivo de medición de masas. Se utilizarán los datos de los parámetros «Caudal real normalizado de aire de refrigeración», «Caudal real normalizado de muestreo de PM ₁₀ » y «Distancia recorrida» consignados en el archivo de tiempos durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	mg/km	3
205	12.1.5.	Cálculo del factor de emisión de PM: factor de emisión final de PM ₁₀	Se consignará el factor de emisión final de PM ₁₀ en masa por distancia recorrida para el vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo (FE PM ₁₀). Se realizará el cálculo de acuerdo con la ecuación 12.10, tal como se especifica en el apartado 12.1.5.	mg/km	3
206		Reservado			
207	12.2.1.1.	Plano de muestreo de PN: posicionamiento de las sondas de muestreo de PN	Se verificará que el diseño del plano de muestreo y la colocación de la sonda de muestreo de SPN10 cumplen las especificaciones descritas en el apartado 12.2.1.1, letra a).	S/N	No aplicable
208		Reservado			
209		Reservado			
210		Reservado			
211	12.2.1.2.	Sondas de muestreo de PN: dimensiones de la sonda de SPN10 (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la sonda de muestreo de SPN10 (d _p) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2
212	12.2.1.2.	Reservado			
213	12.2.1.2.	Sondas de muestreo de PN: dimensiones de la sonda de SPN10 (longitud)	Se consignará la longitud total de la sonda de muestreo de SPN10 utilizada para el freno sometido a ensayo, desde la boquilla de la tobera de muestreo hasta la entrada del tubo de transferencia de partículas.	mm	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
214	12.2.1.2.	Sondas de muestreo de PN: aplicación de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo a la sonda de muestreo de SPN10 utilizada para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
215		Reservado			
216	12.2.1.2.	Sondas de muestreo de PN: radio de curvatura de SPN10	Cuando se aplique un codo a la sonda de muestreo de SPN10, se consignará su radio de curvatura en diámetros de la sonda. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	#·d _p	1
217	12.2.1.2.	Sondas de muestreo de PN: conformidad global	Se verificará que la sonda de muestreo de SPN10 utilizada para el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.1.2, letras a) a f).	S/N	No aplicable
218	12.2.1.3.	Reservado			
219	12.2.1.3.	Toberas de muestreo de PN: dimensiones de la tobera de SPN10 (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior de la tobera de muestreo de SPN10 (d _n) utilizada para el freno sometido a ensayo.	mm	2
220		Reservado			
221	12.2.1.3.	Toberas de muestreo de PN: ángulo de aspiración de la tobera de SPN10	Se consignará el ángulo de aspiración de la tobera de muestreo de SPN10 aplicada al freno sometido a ensayo.	°	1
222	12.2.1.3.	Toberas de muestreo de PN: conformidad global	Se verificará que la tobera de muestreo de SPN10 utilizada para el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.1.3, letras a) a g).	S/N	No aplicable
223		Reservado			
224	12.2.1.4.	Tubo de transferencia de PN: dimensiones del PTT de SPN10 (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior del tubo de transferencia de partículas SPN10 (d _{ti}) utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	2
225	12.2.1.4.	Tubo de transferencia de PN: aplicación de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo al tubo de transferencia de partículas SPN10 utilizado para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
226		Reservado			
227	12.2.1.4.	Tubo de transferencia de PN: radio de curvatura de SPN10	Cuando se aplique un codo al tubo de transferencia de partículas SPN10, se consignará su radio de curvatura en diámetros del tubo de transferencia.	#·d _{ti}	1
228	12.2.1.4.	Tubo de transferencia de PN: conformidad global	Se verificará que el tubo de transferencia de partículas SPN10 utilizado para el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.1.4, letras a) a g).	S/N	No aplicable
229		Reservado			

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
230	12.2.2.1.	Separador de PN: Tamaño de corte de SPN10	Se consignará el tamaño de corte del separador ciclónico de SPN10 utilizado para el freno sometido a ensayo.	µm	1
231	12.2.2.1.	Separador de PN: conformidad global	Se verificará que el separador ciclónico de PN utilizado para el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.2.1, letras a) a f).	S/N	No aplicable
232		Reservado			
233	12.2.2.2.	Acondicionamiento de la muestra de PN: PCRF medio del SPN10	Se indicará la media aritmética del PCRF aplicada al muestreo y medición de SPN10 para el freno sometido a ensayo. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «SPN10: PCRF medio» consignados en el archivo de tiempos para calcular la media aritmética del PCRF durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	-	1
234		Reservado			
235	12.2.2.2.	Acondicionamiento de la muestra de PN: conformidad global del SPN10	Se verificará que el sistema de eliminación de partículas volátiles aplicado para el muestreo y medición del SPN10 en relación con el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos definidos en el apartado 12.2.2.2, letras k) a v).	S/N	No aplicable
236		Reservado			
237	12.2.2.3.	Conducto de transferencia interna de PN: dimensiones del conducto de SPN10 (diámetro interior)	Se consignará el diámetro interior del conducto de transferencia interna de SPN10 (d_{ii}) utilizado para el freno sometido a ensayo.	mm	2
238		Reservado			
239	12.2.2.3.	Conducto de transferencia interna de PN: dimensiones del conducto de SPN10 (longitud)	Se consignará la longitud del conducto de transferencia interna de SPN10, desde la salida del VPR hasta la entrada del PNC, para el freno sometido a ensayo.	mm	1
240	12.2.2.3.	Conducto de transferencia interna de PN: aplicación de un codo	Se indicará si se ha aplicado un codo al conducto de transferencia interna de SPN10 utilizado para el freno sometido a ensayo. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	S/N	No aplicable
241		Reservado			
242	12.2.2.3.	Conducto de transferencia interna de PN: radio de curvatura de SPN10	Cuando se aplique un codo al tubo de transferencia interna de SPN10, se consignará su radio de curvatura en diámetros del conducto de transferencia. Si no hay ningún codo, se indicará «No aplicable».	#· d_{ii}	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
243	12.2.2.3.	Conducto de transferencia interna de PN: conformidad global	Se verificará que el conducto de transferencia interna de SPN10 utilizado para el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.2.3.	S/N	No aplicable
244		Reservado			
245	12.2.3.1.	Contador del número de partículas: conformidad global del PNC para la medición del SPN10	Se verificará que el contador del número de partículas utilizado para la medición de SPN10 en relación con el freno sometido a ensayo cumple todos los requisitos especificados en el apartado 12.2.3.1, letras a) a i).	S/N	No aplicable
246		Reservado			
247	12.2.3.2.	Caudal de muestreo de PN: caudal medido de SPN10	Se consignará el valor medio normalizado del caudal de muestreo de PN correspondiente al SPN10 para el freno sometido a ensayo. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Caudal real normalizado de muestreo de SPN10» consignados en el archivo de tiempos para calcular el caudal medio de muestreo durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	Nl/min	3
248		Reservado			
249	12.2.3.2.	Caudal de muestreo de PN: relación isocinética de SPN10	Se consignará la relación isocinética media para el muestreo de SPN10 con respecto al freno sometido a ensayo. Se utilizarán el diámetro de la tobera de SPN10 y los datos de los parámetros «Caudal real normalizado de aire de refrigeración» y «Caudal real normalizado de muestreo de SPN10» consignados en el archivo de tiempos (durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones) para el cálculo con la ecuación 12.4.	-	3
250	12.2.3.2.	Caudal de muestreo de PN: conformidad global	Se verificará que se cumplen todas las especificaciones del caudal de muestreo de SPN10, así como de la relación isocinética de SPN10, que se definen en el apartado 12.2.3.2, letras a) a h), para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
251		Reservado			
252	12.2.4.	Reservado			
253		Reservado			
254	12.2.4.	Cálculo del factor de emisión de PN: FE_{ref} SPN10	Se consignará el factor de emisión de referencia de SPN10 (FE_{ref} SPN10) en número de partículas por distancia recorrida para el freno sometido a ensayo, como se especifica en el apartado 12.2.4.	#/km	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
255	12.2.4.	Cálculo del factor de emisión de PN: FE SPN10 final	Se consignará el factor de emisión final de SPN10 en número de partículas por distancia recorrida para el vehículo en el que esté montado el freno sometido a ensayo. Se realizará el cálculo de acuerdo con la ecuación 12.14, tal como se especifica en el apartado 12.2.4.	#/km	1
256	12.2.4.	Cálculo del factor de emisión de PN: verificación del intervalo de medición de SPN10	Se verificará que las emisiones de SPN10 en $\#/Ncm^3$ se encuentran dentro del intervalo de medición especificado del dispositivo PNC. Se utilizarán los datos de 1 Hz del parámetro «Concentración de SPN10 normalizada: con corrección de PCRF» consignados en el archivo de tiempos para realizar la verificación durante el ciclo de frenado WLTP del tramo de medición de emisiones.	S/N	No aplicable
257	12.2.5.	Procedimientos de verificación del sistema de PN: conformidad global	Se verificará que los procedimientos de verificación del sistema de PN definidos en el apartado 12.2.5, letras a) a d), se han aplicado correctamente para el freno sometido a ensayo.	S/N	No aplicable
258	12.3.	Medición de la pérdida de masa: masa del disco o tambor anterior al ensayo	Se consignará la masa anterior al ensayo del disco o tambor con el termopar instalado sin su conector.	g	1
259	12.3.	Medición de la pérdida de masa: masa del material de fricción antes del ensayo	Antes del ensayo se consignará la masa total del material de freno —incluidas las cuñas antirruido, los muelles de las cuñas de las pastillas y otros elementos— cuando este forme parte del conjunto del producto. Se utilizarán los datos del archivo de medición de masas para consignar la suma de las masas anteriores al ensayo correspondientes al material de fricción del freno.	g	1
260	12.3.	Medición de la pérdida de masa: masa del disco o tambor posterior al ensayo	Se consignará la masa posterior al ensayo del disco o tambor con el termopar instalado sin su conector.	g	1
261	12.3.	Medición de la pérdida de masa: masa del material de fricción después del ensayo	Después del ensayo se consignará la masa total del material de freno —incluidas las cuñas antirruido, los muelles de las cuñas de las pastillas y otros elementos— cuando este forme parte del conjunto del producto. Se utilizarán los datos del archivo de medición de masas para consignar la suma de las masas posteriores al ensayo correspondientes al material de fricción del freno.	g	1

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
262	12.3.	Medición de la pérdida de masa: pérdida de masa total	Se consignará la pérdida total de masa del freno sometido a ensayo siguiendo el procedimiento definido en el cuadro A4/13 y en el apartado 12.3, letra j).	g	1
263	12.3.	Medición de la pérdida de masa: distancia recorrida total	Se calculará y se consignará la distancia total recorrida durante los tramos de asentamiento y medición de emisiones (sin incluir los tramos de estabilización).	km	3
264	12.3.	Medición de la pérdida de masa: factor de emisión basado en la pérdida de peso	Se consignará el promedio del factor de emisión basado en la pérdida de peso del freno sometido a ensayo siguiendo el procedimiento definido en el cuadro A4/13 y en el apartado 12.3, letra k).	mg/km	2
265	12.3.	Medición de la pérdida de masa: conformidad global	Se verificará que la medición de la pérdida de masa del freno sometido a ensayo se ha realizado cumpliendo todas las especificaciones descritas en el apartado 12.3, letras a) a k).	S/N	No aplicable
266	14.2.	Requisitos de calibración: dinamómetro de inercia	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el dinamómetro de frenos en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.2 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
267	14.3.	Requisitos de calibración: caudalímetro de aire	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el caudalímetro de aire de refrigeración en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.3 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
268	14.1.	Requisitos de calibración: separadores ciclónicos	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para los separadores ciclónicos de PM y PN en el cuadro A4/15 y en los apartados 12.1 y 12.2.	S/N	No aplicable
269	14.4.	Requisitos de calibración: balanza de pesaje	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para la microbalanza en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.4 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable

N.º	Apartado	Parámetros y datos de entrada	Breve descripción	Unidad	Decimales
270	14.1.	Requisitos de calibración: caudalímetro de muestreo de PM	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el caudalímetro de muestreo de PM en el cuadro A4/15 y en el apartado 12.1 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
271	14.1.	Requisitos de calibración: caudalímetro de muestreo de PN	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el caudalímetro de muestreo de PN en el cuadro A4/15 y en el apartado 12.2 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
272	14.5.	Requisitos de calibración: dispositivos de tratamiento y acondicionamiento de muestras	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el eliminador de partículas volátiles SPN10 en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.5 y que se dispone de certificados de calibración válidos en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
273	14.6.	Requisitos de calibración: contador del número de partículas	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para el contador del número de partículas en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.6 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable
274	14.4.	Requisitos de calibración: balanza de pesaje de las piezas de freno	Se verificará que se cumplen los requisitos de calibración definidos para la balanza de pesaje de las piezas de freno en el cuadro A4/15 y en el apartado 14.4 y que se dispone de un certificado de calibración válido en el momento del ensayo de emisiones de los frenos.	S/N	No aplicable

14. Requisitos de calibración y controles de calidad en curso

14.1. Requisitos de calibración generales

En el presente apartado se resumen los requisitos mínimos de calibración del equipo utilizado para un ensayo de emisiones de frenos. En el cuadro A4/15 se resumen los criterios de calibración y los intervalos para el equipo principal definido en el presente Reglamento.

Cuadro A4/15

Requisitos de calibración del equipo principal para la medición de las emisiones

Instrumento	Intervalo	Criterio	Apartado
Dinamómetro de frenos	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	Cuadro A4/17	Apartado 14.2

Instrumento	Intervalo	Criterio	Apartado
Medidor de par	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	Cuadro A4/18	Apartado 14.2
Caudalímetro de aire de refrigeración	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	Cuadro A4/19	Apartado 14.3
Sensor de temperatura del caudal de aire de refrigeración	Anualmente	$\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	Apartado 14.3
Sensor de presión atmosférica del caudal de aire de refrigeración	Anualmente	$\pm 0,4 \text{ kPa}$	Apartado 14.3
Sensor de temperatura del aire de refrigeración	Anualmente	$\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	Apartado 7.2.1.
Sensor de humedad relativa del aire de refrigeración	Anualmente	$\pm 5 \text{ \% del nominal}$	Apartado 7.2.1.
Separador ciclónico de PM ₁₀	Certificado de conformidad facilitado por el fabricante del ciclón en el momento de la instalación inicial	Cuadro A4/7	Apartado 12.1
Separador ciclónico de PM _{2,5}	Certificado de conformidad facilitado por el fabricante del ciclón en el momento de la instalación inicial	Cuadro A4/8	Apartado 12.1
Microbalanza para PM ₁₀ y PM _{2,5}	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	Cuadro A4/20	Apartado 14.4
Caudalímetro de muestreo de PM	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	$\pm 2,5 \text{ \% de la lectura o } \pm 1,5 \text{ \% del fondo de escala (el valor que sea menor)}$	Apartado 12.1
Sensor de temperatura del caudal de muestreo de PM	Anualmente	$\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	Apartado 12.1
Sensor de presión del caudal de muestreo de PM	Anualmente	$\pm 1 \text{ kPa}$	Apartado 12.1
Separador ciclónico de PN	Certificado de conformidad facilitado por el fabricante del ciclón en el momento de la instalación inicial	Eficiencia de penetración $\geq 80 \text{ \%}$ para partículas de $1,5 \text{ }\mu\text{m}$ de diámetro de movilidad eléctrica	Apartado 12.2
Caudalímetro de muestreo de PN	13 meses	$\pm 5 \text{ \% de la lectura en todas las condiciones de funcionamiento}$	Apartado 12.2

Instrumento	Intervalo	Criterio	Apartado
Sensor de temperatura del caudal de muestreo de PN	Anualmente	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	Apartado 12.2
Sensor de presión del caudal de muestreo de PN	Anualmente	$\pm 1\text{ kPa}$	Apartado 12.2
Eliminador de partículas volátiles para SPN10	6 o 13 meses según el instrumento de que se trate	Según el apartado 14.5.2	Apartado 14.5
Contador del número de partículas suspendidas	13 meses o con ocasión de una operación de mantenimiento importante	Según el apartado 14.6	Apartado 14.6
Balanza de pesaje de las piezas de freno	En la instalación inicial, con periodicidad anual, y en operaciones de mantenimiento importantes	Cuadro A4/20	Apartado 14.4

Cualquier otro sensor o equipo auxiliar utilizado para determinar la temperatura, la presión atmosférica y la humedad ambiente en la sala de equipo o en la sala de balanzas deberá cumplir los requisitos prescritos en el cuadro A4/16

Cuadro A4/16

Requisitos de calibración de los equipos auxiliares

Instrumento	Intervalo	Criterio
Sensor de temperatura	Anualmente	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Sensor de presión atmosférica	Anualmente	$\pm 1\text{ kPa}$
Sensor de humedad relativa	Anualmente	$\pm 5\%$ del nominal
Sensor de humedad específica	Anualmente	$\pm 10\%$ de la lectura o $1\text{ g H}_2\text{O/kg}$ de aire seco (si este valor es mayor)

14.2. Dinamómetro de frenos

En el cuadro A4/17 se resumen los criterios de calibración y los intervalos para el dinamómetro de frenos definido en el presente Reglamento. Los dispositivos de medición de la velocidad de rotación, el par de frenado y la presión de frenado deberán cumplir los requisitos de linealidad del cuadro A4/18.

Cuadro A4/17

Requisitos de calibración del dinamómetro de frenos

Instrumento	Intervalo	Criterio
Dispositivo de velocidad de rotación	En la instalación inicial, anualmente, y en operaciones de mantenimiento importante de la configuración	Cuadro A4/18
Sensor de par de frenado	En la instalación inicial, anualmente, y en operaciones de mantenimiento importante de la configuración	Cuadro A4/18

Instrumento	Intervalo	Criterio
Sensor de presión de frenado	En la instalación inicial, anualmente, y en operaciones de mantenimiento importante de la configuración	Cuadro A4/18
Sensor de desplazamiento del líquido de frenos (opcional)	En la instalación inicial, anualmente, y en operaciones de mantenimiento importante de la configuración	Según las especificaciones del fabricante.
Adquisición de datos de temperatura	En la instalación inicial, anualmente, y en operaciones de mantenimiento importante de la configuración	$\pm 0,25$ % máximo

Cuadro A4/18

Requisitos de linealidad de los dispositivos de medición de la velocidad de rotación, el par de frenado y la presión de frenado

Sistema de medición	Ordenada en el origen a0	Pendiente a1	Error típico de la estimación (ETE)	Coefficiente de determinación, r ²
Velocidad de rotación del freno	$\leq 0,05$ % máximo	0,98-1,02	$\leq 0,25$ % máximo	$\geq 0,990$
Par de frenado	$\leq 0,05$ % máximo	0,98-1,02	$\leq 0,5$ % máximo	$\geq 0,990$
Presión de frenado	$\leq 0,05$ % máximo	0,98-1,02	$\leq 0,5$ % máximo	$\geq 0,990$

Aparte de las calibraciones de los sistemas enumerados en los cuadros A4/17 y A4/18, el centro de ensayo verificará el nivel cero del par y el nivel cero de la presión antes de iniciar cada ensayo de emisiones de los frenos. La verificación se llevará a cabo siguiendo la metodología descrita en el apartado 8.2.

14.3. Caudalímetro de aire de refrigeración

La calibración del caudalímetro utilizado para determinar el caudal de aire de refrigeración debe poder certificarse conforme a normas nacionales o internacionales. El caudalímetro cumplirá los requisitos de linealidad del cuadro A4/19 con al menos cuatro caudales de referencia equidistantes aplicando una regresión lineal entre los caudales operativos mínimo y máximo de la configuración. Además, cada punto de medición de caudal deberá situarse dentro de un margen del ± 2 % del caudal de referencia medido. El centro de ensayo efectuará la calibración del caudalímetro en el momento de la instalación inicial, anualmente y en cada operación de mantenimiento importante de la configuración.

Cuadro A4/19

Requisitos de linealidad del caudalímetro

Sistema de medición	Ordenada en el origen a0	Pendiente a1	Error típico de la estimación (ETE)	Coefficiente de determinación, r ²
Caudalímetro	≤ 1 % máximo	0,98-1,02	≤ 2 % máximo	$\geq 0,990$

El centro de ensayo utilizará un caudalímetro calibrado para indicar el caudal de aire en condiciones estándar. Para garantizar una conversión adecuada a las condiciones de funcionamiento, el sensor de temperatura deberá tener una exactitud de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las mediciones de presión deberán tener una precisión y exactitud de $\pm 0,4\text{ kPa}$. El centro de ensayo llevará a cabo la calibración de ambos sensores anualmente.

14.4. Básculas de PM y pérdida de masa

14.4.1. Microbalanza para el pesaje de filtros de PM

La calibración de la microbalanza utilizada para el pesaje de filtros de masa de PM conforme al apartado 12.1.4 deberá poder certificarse conforme a normas nacionales o internacionales. La balanza cumplirá los requisitos de linealidad del cuadro A4/20 con al menos cuatro pesos de referencia equidistantes aplicando una regresión lineal. Ello implica una precisión mínima de $\pm 2\text{ }\mu\text{g}$ y una resolución mínima de $1\text{ }\mu\text{g}$ (1 dígito = $1\text{ }\mu\text{g}$). El centro de ensayo utilizará pesas de calibración certificadas para verificar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la microbalanza periódicamente (cuadro A4/15). El centro de ensayo efectuará la calibración de la microbalanza en el momento de la instalación inicial, anualmente y en cada operación de mantenimiento importante de la configuración.

14.4.2. Balanza de pesaje de piezas de freno

La calibración de la balanza utilizada para el pesaje de piezas de freno conforme al apartado 12.3 deberá poder certificarse conforme a normas nacionales o internacionales. La balanza cumplirá los requisitos de linealidad del cuadro A4/20 con al menos cuatro pesos de referencia equidistantes aplicando una regresión lineal. Ello implica una precisión mínima de $\pm 1\text{ g}$ y una resolución mínima de $0,1\text{ g}$. El centro de ensayo utilizará pesas de calibración certificadas para verificar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la balanza periódicamente (cuadro A4/15). El centro de ensayo efectuará la calibración de la balanza en el momento de la instalación inicial, anualmente y en cada operación de mantenimiento importante de la configuración.

Cuadro A4/20

Criterios de verificación de la microbalanza y de la balanza de piezas de freno

Sistema de medición	Ordenada en el origen a0	Pendiente a1	Error típico de la estimación (ETE)	Coefficiente de determinación, r ²
Balanza de PM	$\leq 1\text{ }\mu\text{g}$	0,99-1,01	$\leq 1\text{ \%}$ máximo	$\geq 0,998$
Balanza de pesaje de las piezas de freno	$\leq 0,3\text{ g}$	0,99-1,01	$\leq 1\text{ \%}$ máximo	$\geq 0,998$

14.5. Dispositivos de tratamiento y acondicionamiento de muestras

Cuadro A4/21

Requisitos de PCRf [f_r (d_x)] para partículas de 15, 30 y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica

Fracción de PCRf	Valor mínimo admisible	Valor máximo admisible
[fr (15 nm)]/[fr (100 nm)]	0,95	2,00
[fr (30 nm)]/[fr (100 nm)]	0,95	1,30
[fr (50 nm)]/[fr (100 nm)]	0,95	1,20

14.5.1. Reservado

14.5.2. Eliminación de partículas volátiles para la medición de SPN10

En caso de que se trate de una unidad nueva y después de toda operación de mantenimiento importante, la calibración del PCRF del VPR en toda su gama de parámetros de dilución se llevará a cabo a las temperaturas nominales de funcionamiento establecidas del instrumento. El requisito de validación periódica del PCRF del VPR se limitará a una comprobación de un único parámetro típico del utilizado para el ensayo de emisiones de cualquier freno típico disponible en el mercado. El servicio técnico deberá asegurarse de que se haya emitido un certificado de calibración o validación en los 6 meses anteriores al ensayo de emisiones. Se admitirá un intervalo de validación de 13 meses cuando el VPR incorpore alarmas de control de la temperatura.

El VPR se caracterizará por un PCRF de partículas sólidas de 15, 30, 50 y 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica. Los PCRF de partículas de 15, 30 y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica serán como máximo un 100, un 30 y un 20 % superiores, respectivamente, y como máximo un 5 % inferiores al correspondiente a las partículas de 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica (cuadro A4/21). A efectos de validación, el PCRF medio no deberá diferir más del ± 10 % de la media aritmética del factor de reducción de la concentración de partículas (f_r) determinado durante la última calibración del VPR.

El aerosol de ensayo para estas mediciones serán partículas sólidas de 15, 30, 50 y 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica. La concentración mínima en la entrada del sistema de dilución será de 3 000 #/cm³ para partículas de 15 nm de diámetro de movilidad eléctrica y de 5 000 #/cm³ para partículas de 30, 50 y 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica. Las concentraciones de partículas se medirán antes y después de los componentes. El PCRF para cada tamaño de partícula monodispersa [$f_r(d_x)$] se calculará con la ecuación 14.1. La media aritmética del factor de reducción de la concentración de partículas (f_r) con el ajuste de la dilución de que se trate deberá calcularse con la ecuación 14.2.

Se recomienda calibrar y validar el VPR como una unidad completa. La eficiencia de eliminación de partículas volátiles de un VPR solo ha de demostrarse una vez para la familia de instrumentos de medición del SPN10. El fabricante del instrumento deberá indicar el intervalo de mantenimiento o recambio que garantice que la eficiencia de eliminación del VPR cumpla los requisitos técnicos. En caso de que no se facilite dicha información, deberá comprobarse anualmente la eficiencia de eliminación de partículas volátiles de cada instrumento.

El VPR utilizado para las mediciones de SPN10 deberá demostrar una eficiencia de eliminación superior al 99,9 % de partículas de tetracontano [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$] con un diámetro mediano de movilidad eléctrica superior a 50 nm y una masa superior a 1 mg/m³ cuando funcione en su posición de dilución mínima y a la temperatura de funcionamiento recomendada por el fabricante.

El fabricante del instrumento demostrará la penetración de partículas $P_r(d_x)$ sometiendo a ensayo una unidad de cada modelo de sistema. En este contexto, un modelo de sistema abarca todos los sistemas que incorporan los mismos componentes; es decir, la misma geometría, los mismos materiales de conducción, los mismos caudales y los mismos perfiles de temperatura en la trayectoria del aerosol. La penetración de partículas $P_r(d_x)$ con un tamaño de partícula d_x deberá calcularse con la ecuación 14.3.

14.6. Contador del número de partículas suspendidas

La autoridad de homologación de tipo deberá asegurarse de que se haya emitido un certificado de calibración del PNC que demuestre su conformidad con una norma concreta en los trece meses anteriores al ensayo de emisiones. Entre una calibración y otra, bien se comprobará que no se ha deteriorado la eficiencia de recuento del PNC, bien se cambiará la mecha del PNC cada seis meses, si lo recomienda el fabricante del instrumento. Asimismo, deberá recalibrarse el PNC y emitirse un nuevo certificado de calibración después de cualquier operación de mantenimiento importante.

La calibración deberá poder certificarse conforme a un método de calibración normalizado. El centro de ensayo utilizará uno de los dos métodos siguientes para la calibración del PNC:

- comparación de la respuesta del PNC sujeto a calibración con la de un electrómetro de aerosol calibrado en el muestreo simultáneo de partículas de calibración clasificadas electrostáticamente;
- comparación de la respuesta del PNC sujeto a calibración con la de un segundo PNC que haya sido calibrado directamente según el método anterior.

La calibración se llevará a cabo utilizando al menos seis concentraciones estándar en el intervalo de medida del PNC. Cinco de estas concentraciones estándar estarán espaciadas tan uniformemente como sea posible entre la concentración estándar de 3 000 #/cm³ o menos y el valor máximo del intervalo del PNC en el modo de recuento partícula a partícula. Los seis puntos de concentración estándar incluirán un punto de concentración cero nominal alcanzado mediante la utilización de filtros HEPA como mínimo de clase H13 conforme a la norma EN 1822:2008 (o eficacia equivalente) en la entrada de cada instrumento. Deberá calcularse y registrarse el gradiente de una regresión de mínimos cuadrados lineal de los dos conjuntos de datos. Se aplicará al PNC que se está calibrando un factor de calibración equivalente al inverso del gradiente. La linealidad de la respuesta se determinará calculando el cuadrado del coeficiente de correlación producto-momento de Pearson (r) de los dos conjuntos de datos, y deberá ser igual o superior a 0,97. Al calcular el gradiente y el valor R^2 , la regresión lineal se hará pasar por el origen (concentración cero en ambos instrumentos). El factor de calibración se situará entre 0,9 y 1,1. Cada concentración medida con el PNC sometido a calibración se situará en el ± 5 % de la concentración de referencia medida multiplicada por el gradiente, salvo para el punto cero.

La calibración incluirá también una comprobación de los requisitos de eficacia de detección del PNC con partículas de 10 nm de diámetro de movilidad eléctrica. No es necesario efectuar una comprobación de la eficiencia de recuento con partículas de 15 nm durante la calibración periódica.

Anexo 4 – Apéndice 1
Eventos del ciclo de frenado WLTP

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
0	4	1	Ralentí	0,0	0,0
4	10	1	Acel.	0,0	20,7
10	18	1	Crucero	20,7	20,7
18	24	1	Desacel.	20,7	0,0
24	27	1	Ralentí	0,0	0,0
27	46	1	Acel.	0,0	23,1
46	58	1	Crucero	23,1	23,1
58	65	1	Desacel.	23,1	5,6
65	68	1	Crucero	5,6	5,6
68	77	1	Acel.	5,6	15,4
77	85	1	Crucero	15,4	15,4
85	89	1	Desacel.	15,4	4,4
89	92	1	Crucero	4,4	4,4
92	100	1	Acel.	4,4	25,7
100	103	1	Crucero	25,7	25,7
103	109	1	Desacel.	25,7	7,2
109	112	1	Crucero	7,2	7,2
112	122	1	Acel.	7,2	24,8
122	129	1	Crucero	24,8	24,8
129	132	1	Desacel.	24,8	16,7
132	135	1	Crucero	16,7	16,7
135	137	1	Acel.	16,7	18,7
137	140	1	Crucero	18,7	18,7
140	149	1	Desacel.	18,7	0,0
149	153	1	Ralentí	0,0	0,0
153	174	1	Acel.	0,0	32,5
174	177	1	Crucero	32,5	32,5
177	183	1	Desacel.	32,5	0,0
183	281	1	Ralentí	0,0	0,0
281	295	1	Acel.	0,0	27,5
295	298	1	Crucero	27,5	27,5
298	303	1	Desacel.	27,5	11,8
303	306	1	Crucero	11,8	11,8
306	311	1	Acel.	11,8	29,4
311	314	1	Crucero	29,4	29,4

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
314	320	1	Desacel.	29,4	9,7
320	323	1	Crucero	9,7	9,7
323	333	1	Acel.	9,7	31,9
333	341	1	Crucero	31,9	31,9
341	347	1	Desacel.	31,9	9,5
347	351	1	Crucero	9,5	9,5
351	358	1	Acel.	9,5	14,7
358	361	1	Crucero	14,7	14,7
361	366	1	Desacel.	14,7	0,0
366	372	1	Ralentí	0,0	0,0
372	381	1	Acel.	0,0	59,5
381	384	1	Crucero	59,5	59,5
384	388	1	Desacel.	59,5	47,6
388	402	1	Crucero	47,6	47,6
402	406	1	Desacel.	47,6	36,2
406	478	1	Crucero	36,2	36,2
478	480	1	Acel.	36,2	38,2
480	486	1	Crucero	38,2	38,2
486	490	1	Desacel.	38,2	25,5
490	493	1	Crucero	25,5	25,5
493	496	1	Desacel.	25,5	18,4
496	499	1	Crucero	18,4	18,4
499	505	1	Desacel.	18,4	0,0
505	508	1	Ralentí	0,0	0,0
508	516	1	Acel.	0,0	42,3
516	543	1	Crucero	42,3	42,3
543	552	1	Desacel.	42,3	0,0
552	555	1	Ralentí	0,0	0,0
555	564	1	Acel.	0,0	42,1
564	566	1	Crucero	42,1	42,1
566	576	1	Desacel.	42,1	0,0
576	579	1	Ralentí	0,0	0,0
579	587	1	Acel.	0,0	31,3
587	592	1	Crucero	31,3	31,3
592	595	1	Desacel.	31,3	12,5
595	600	1	Crucero	12,5	12,5
600	605	1	Desacel.	12,5	0,0
605	622	1	Ralentí	0,0	0,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
622	642	1	Acel.	0,0	45,3
642	647	1	Crucero	45,3	45,3
647	657	1	Desacel.	45,3	0,0
657	660	1	Ralentí	0,0	0,0
660	669	1	Acel.	0,0	45,5
669	673	1	Crucero	45,5	45,5
673	683	1	Desacel.	45,5	0,0
683	685	1	Ralentí	0,0	0,0
685	704	1	Acel.	0,0	40,7
704	726	1	Crucero	40,7	40,7
726	733	1	Desacel.	40,7	12,8
733	736	1	Crucero	12,8	12,8
736	744	1	Acel.	12,8	59,6
744	747	1	Crucero	59,6	59,6
747	751	1	Desacel.	59,6	46,7
751	758	1	Crucero	46,7	46,7
758	759	1	Acel.	46,7	48,6
759	768	1	Crucero	48,6	48,6
768	777	1	Desacel.	48,6	0,0
777	778	1	Ralentí	0,0	0,0
778	786	1	Acel.	0,0	23,7
786	941	1	Crucero	23,7	23,7
941	945	1	Desacel.	23,7	9,8
945	948	1	Crucero	9,8	9,8
948	956	1	Acel.	9,8	37,5
956	974	1	Crucero	37,5	37,5
974	983	1	Desacel.	37,5	0,0
983	986	1	Ralentí	0,0	0,0
986	993	1	Acel.	0,0	37,7
993	996	1	Crucero	37,7	37,7
996	1 005	1	Desacel.	37,7	0,0
1 005	1 008	1	Ralentí	0,0	0,0
1 008	1 013	1	Acel.	0,0	18,6
1 013	1 016	1	Crucero	18,6	18,6
1 016	1 021	1	Desacel.	18,6	0,0
1 021	1 070	1	Ralentí	0,0	0,0
1 070	1 115	2	Ralentí	0,0	0,0
1 115	1 119	2	Acel.	0,0	13,8

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
1 119	1 122	2	Crucero	13,8	13,8
1 122	1 126	2	Desacel.	13,8	0,0
1 126	1 129	2	Ralentí	0,0	0,0
1 129	1 144	2	Acel.	0,0	34,2
1 144	1 147	2	Crucero	34,2	34,2
1 147	1 151	2	Desacel.	34,2	18,9
1 151	1 154	2	Crucero	18,9	18,9
1 154	1 162	2	Acel.	18,9	32,9
1 162	1 174	2	Crucero	32,9	32,9
1 174	1 178	2	Desacel.	32,9	23,3
1 178	1 182	2	Crucero	23,3	23,3
1 182	1 186	2	Acel.	23,3	25,6
1 186	1 188	2	Crucero	25,6	25,6
1 188	1 191	2	Desacel.	25,6	18,5
1 191	1 194	2	Crucero	18,5	18,5
1 194	1 206	2	Acel.	18,5	38,7
1 206	1 209	2	Crucero	38,7	38,7
1 209	1 217	2	Desacel.	38,7	0,0
1 217	1 220	2	Ralentí	0,0	0,0
1 220	1 236	2	Acel.	0,0	48,4
1 236	1 253	2	Crucero	48,4	48,4
1 253	1 256	2	Desacel.	48,4	40,6
1 256	1 259	2	Crucero	40,6	40,6
1 259	1 262	2	Acel.	40,6	42,4
1 262	1 282	2	Crucero	42,4	42,4
1 282	1 286	2	Desacel.	42,4	30,3
1 286	1 290	2	Crucero	30,3	30,3
1 290	1 295	2	Desacel.	30,3	13,7
1 295	1 298	2	Crucero	13,7	13,7
1 298	1 315	2	Acel.	13,7	40,0
1 315	1 319	2	Crucero	40,0	40,0
1 319	1 325	2	Desacel.	40,0	20,0
1 325	1 328	2	Crucero	20,0	20,0
1 328	1 331	2	Acel.	20,0	29,7
1 331	1 334	2	Crucero	29,7	29,7
1 334	1 338	2	Desacel.	29,7	18,9
1 338	1 341	2	Crucero	18,9	18,9
1 341	1 344	2	Acel.	18,9	24,5

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
1 344	1 448	2	Crucero	24,5	24,5
1 448	1 451	2	Desacel.	24,5	17,5
1 451	1 454	2	Crucero	17,5	17,5
1 454	1 476	2	Acel.	17,5	42,0
1 476	1 482	2	Crucero	42,0	42,0
1 482	1 491	2	Desacel.	42,0	0,0
1 491	1 502	2	Ralentí	0,0	0,0
1 502	1 512	2	Acel.	0,0	22,0
1 512	1 515	2	Crucero	22,0	22,0
1 515	1 519	2	Desacel.	22,0	11,8
1 519	1 522	2	Crucero	11,8	11,8
1 522	1 528	2	Acel.	11,8	32,4
1 528	1 539	2	Crucero	32,4	32,4
1 539	1 547	2	Desacel.	32,4	6,1
1 547	1 550	2	Crucero	6,1	6,1
1 550	1 559	2	Acel.	6,1	34,8
1 559	1 597	2	Crucero	34,8	34,8
1 597	1 605	2	Desacel.	34,8	0,0
1 605	1 608	2	Ralentí	0,0	0,0
1 608	1 624	2	Acel.	0,0	76,1
1 624	1 662	2	Crucero	76,1	76,1
1 662	1 675	2	Desacel.	76,1	0,0
1 675	1 678	2	Ralentí	0,0	0,0
1 678	1 686	2	Acel.	0,0	22,8
1 686	1 689	2	Crucero	22,8	22,8
1 689	1 694	2	Desacel.	22,8	0,0
1 694	1 697	2	Ralentí	0,0	0,0
1 697	1 707	2	Acel.	0,0	41,6
1 707	1 753	2	Crucero	41,6	41,6
1 753	1 757	2	Desacel.	41,6	27,2
1 757	1 763	2	Crucero	27,2	27,2
1 763	1 773	2	Acel.	27,2	47,9
1 773	1 804	2	Crucero	47,9	47,9
1 804	1 807	2	Desacel.	47,9	35,2
1 807	1 823	2	Crucero	35,2	35,2
1 823	1 828	2	Desacel.	35,2	20,1
1 828	1 831	2	Crucero	20,1	20,1
1 831	1 843	2	Acel.	20,1	59,2

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
1 843	1 870	2	Crucero	59,2	59,2
1 870	1 873	2	Desacel.	59,2	49,5
1 873	1 876	2	Crucero	49,5	49,5
1 876	1 885	2	Acel.	49,5	72,9
1 885	1 895	2	Crucero	72,9	72,9
1 895	1 898	2	Desacel.	72,9	62,0
1 898	1 901	2	Crucero	62,0	62,0
1 901	1 904	2	Acel.	62,0	66,4
1 904	1 907	2	Crucero	66,4	66,4
1 907	1 910	2	Desacel.	66,4	57,4
1 910	1 913	2	Crucero	57,4	57,4
1 913	1 915	2	Acel.	57,4	60,0
1 915	1 918	2	Crucero	60,0	60,0
1 918	1 921	2	Desacel.	60,0	52,1
1 921	1 937	2	Crucero	52,1	52,1
1 937	1 947	2	Acel.	52,1	79,7
1 947	1 951	2	Crucero	79,7	79,7
1 951	1 954	2	Desacel.	79,7	72,1
1 954	1 959	2	Crucero	72,1	72,1
1 959	1 960	2	Acel.	72,1	74,0
1 960	1 972	2	Crucero	74,0	74,0
1 972	1 978	2	Desacel.	74,0	52,4
1 978	2 062	2	Crucero	52,4	52,4
2 062	2 074	2	Desacel.	52,4	0,0
2 074	2 077	2	Ralentí	0,0	0,0
2 077	2 093	2	Acel.	0,0	60,3
2 093	2 123	2	Crucero	60,3	60,3
2 123	2 133	2	Desacel.	60,3	0,0
2 133	2 137	2	Ralentí	0,0	0,0
2 137	2 152	2	Acel.	0,0	62,9
2 152	2 187	2	Crucero	62,9	62,9
2 187	2 195	2	Desacel.	62,9	0,0
2 195	2 199	2	Ralentí	0,0	0,0
2 199	2 212	2	Acel.	0,0	60,1
2 212	2 218	2	Crucero	60,1	60,1
2 218	2 229	2	Desacel.	60,1	15,2
2 229	2 233	2	Crucero	15,2	15,2
2 233	2 244	2	Acel.	15,2	53,3

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
2 244	2 250	2	Crucero	53,3	53,3
2 250	2 261	2	Desacel.	53,3	0,0
2 261	2 266	2	Ralentí	0,0	0,0
2 266	2 272	2	Acel.	0,0	20,7
2 272	2 520	2	Crucero	20,7	20,7
2 520	2 526	2	Desacel.	20,7	0,0
2 526	2 529	2	Ralentí	0,0	0,0
2 529	2 548	2	Acel.	0,0	23,1
2 548	2 560	2	Crucero	23,1	23,1
2 560	2 567	2	Desacel.	23,1	5,6
2 567	2 570	2	Crucero	5,6	5,6
2 570	2 579	2	Acel.	5,6	15,4
2 579	2 587	2	Crucero	15,4	15,4
2 587	2 591	2	Desacel.	15,4	4,4
2 591	2 594	2	Crucero	4,4	4,4
2 594	2 602	2	Acel.	4,4	25,7
2 602	2 605	2	Crucero	25,7	25,7
2 605	2 611	2	Desacel.	25,7	7,2
2 611	2 614	2	Crucero	7,2	7,2
2 614	2 624	2	Acel.	7,2	24,8
2 624	2 631	2	Crucero	24,8	24,8
2 631	2 634	2	Desacel.	24,8	16,7
2 634	2 637	2	Crucero	16,7	16,7
2 637	2 639	2	Acel.	16,7	18,7
2 639	2 642	2	Crucero	18,7	18,7
2 642	2 650	2	Desacel.	18,7	0,0
2 650	2 655	2	Ralentí	0,0	0,0
2 655	2 669	2	Acel.	0,0	46,6
2 669	2 672	2	Crucero	46,6	46,6
2 672	2 677	2	Desacel.	46,6	9,4
2 677	2 680	2	Crucero	9,4	9,4
2 680	2 690	2	Acel.	9,4	52,0
2 690	2 698	2	Crucero	52,0	52,0
2 698	2 701	2	Desacel.	52,0	41,5
2 701	2 704	2	Crucero	41,5	41,5
2 704	2 708	2	Acel.	41,5	49,9
2 708	2 714	2	Crucero	49,9	49,9
2 714	2 719	2	Desacel.	49,9	34,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
2 719	2 722	2	Crucero	34,0	34,0
2 722	2 728	2	Acel.	34,0	49,0
2 728	2 738	2	Crucero	49,0	49,0
2 738	2 745	2	Desacel.	49,0	23,8
2 745	2 748	2	Crucero	23,8	23,8
2 748	2 754	2	Acel.	23,8	41,6
2 754	2 759	2	Crucero	41,6	41,6
2 759	2 767	2	Desacel.	41,6	0,0
2 767	2 835	2	Ralentí	0,0	0,0
2 835	2 883	3	Ralentí	0,0	0,0
2 883	2 892	3	Acel.	0,0	32,1
2 892	2 897	3	Crucero	32,1	32,1
2 897	2 903	3	Desacel.	32,1	5,5
2 903	2 906	3	Crucero	5,5	5,5
2 906	2 924	3	Acel.	5,5	50,5
2 924	2 946	3	Crucero	50,5	50,5
2 946	2 949	3	Desacel.	50,5	42,8
2 949	2 952	3	Crucero	42,8	42,8
2 952	2 955	3	Acel.	42,8	45,0
2 955	2 958	3	Crucero	45,0	45,0
2 958	2 963	3	Desacel.	45,0	29,8
2 963	2 966	3	Crucero	29,8	29,8
2 966	2 971	3	Desacel.	29,8	0,0
2 971	2 976	3	Ralentí	0,0	0,0
2 976	3 001	3	Acel.	0,0	49,2
3 001	3 006	3	Crucero	49,2	49,2
3 006	3 011	3	Desacel.	49,2	33,1
3 011	3 014	3	Crucero	33,1	33,1
3 014	3 025	3	Acel.	33,1	56,2
3 025	3 032	3	Crucero	56,2	56,2
3 032	3 036	3	Desacel.	56,2	44,0
3 036	3 039	3	Crucero	44,0	44,0
3 039	3 049	3	Acel.	44,0	59,0
3 049	3 053	3	Crucero	59,0	59,0
3 053	3 056	3	Desacel.	59,0	51,2
3 056	3 059	3	Crucero	51,2	51,2
3 059	3 062	3	Acel.	51,2	55,0
3 062	3 078	3	Crucero	55,0	55,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
3 078	3 081	3	Desacel.	55,0	47,5
3 081	3 084	3	Crucero	47,5	47,5
3 084	3 093	3	Acel.	47,5	59,5
3 093	3 096	3	Crucero	59,5	59,5
3 096	3 101	3	Desacel.	59,5	39,9
3 101	3 159	3	Crucero	39,9	39,9
3 159	3 165	3	Desacel.	39,9	14,2
3 165	3 168	3	Crucero	14,2	14,2
3 168	3 192	3	Acel.	14,2	58,3
3 192	3 195	3	Crucero	58,3	58,3
3 195	3 201	3	Desacel.	58,3	34,8
3 201	3 257	3	Crucero	34,8	34,8
3 257	3 261	3	Acel.	34,8	39,5
3 261	3 268	3	Crucero	39,5	39,5
3 268	3 271	3	Desacel.	39,5	30,0
3 271	3 274	3	Crucero	30,0	30,0
3 274	3 292	3	Acel.	30,0	56,2
3 292	3 308	3	Crucero	56,2	56,2
3 308	3 311	3	Desacel.	56,2	46,0
3 311	3 314	3	Crucero	46,0	46,0
3 314	3 318	3	Acel.	46,0	54,4
3 318	3 418	3	Crucero	54,4	54,4
3 418	3 422	3	Desacel.	54,4	40,4
3 422	3 432	3	Crucero	40,4	40,4
3 432	3 438	3	Acel.	40,4	53,5
3 438	3 441	3	Crucero	53,5	53,5
3 441	3 445	3	Desacel.	53,5	40,8
3 445	3 480	3	Crucero	40,8	40,8
3 480	3 483	3	Desacel.	40,8	32,0
3 483	3 486	3	Crucero	32,0	32,0
3 486	3 489	3	Acel.	32,0	34,7
3 489	3 492	3	Crucero	34,7	34,7
3 492	3 495	3	Desacel.	34,7	26,4
3 495	3 498	3	Crucero	26,4	26,4
3 498	3 514	3	Acel.	26,4	50,6
3 514	3 557	3	Crucero	50,6	50,6
3 557	3 561	3	Desacel.	50,6	37,6
3 561	3 621	3	Crucero	37,6	37,6

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
3 621	3 626	3	Desacel.	37,6	22,4
3 626	3 629	3	Crucero	22,4	22,4
3 629	3 640	3	Acel.	22,4	36,8
3 640	3 647	3	Crucero	36,8	36,8
3 647	3 651	3	Desacel.	36,8	22,9
3 651	3 654	3	Crucero	22,9	22,9
3 654	3 675	3	Acel.	22,9	55,3
3 675	3 684	3	Crucero	55,3	55,3
3 684	3 688	3	Desacel.	55,3	39,5
3 688	3 692	3	Crucero	39,5	39,5
3 692	3 698	3	Desacel.	39,5	15,5
3 698	3 701	3	Crucero	15,5	15,5
3 701	3 717	3	Acel.	15,5	44,3
3 717	3 729	3	Crucero	44,3	44,3
3 729	3 732	3	Desacel.	44,3	36,6
3 732	3 773	3	Crucero	36,6	36,6
3 773	3 778	3	Desacel.	36,6	20,8
3 778	3 796	3	Crucero	20,8	20,8
3 796	3 802	3	Acel.	20,8	32,0
3 802	3 849	3	Crucero	32,0	32,0
3 849	3 852	3	Desacel.	32,0	24,8
3 852	3 855	3	Crucero	24,8	24,8
3 855	3 875	3	Acel.	24,8	51,6
3 875	3 879	3	Crucero	51,6	51,6
3 879	3 883	3	Desacel.	51,6	39,3
3 883	3 895	3	Crucero	39,3	39,3
3 895	3 898	3	Desacel.	39,3	32,4
3 898	3 939	3	Crucero	32,4	32,4
3 939	3 946	3	Desacel.	32,4	0,0
3 946	3 947	3	Ralentí	0,0	0,0
3 947	3 949	4	Ralentí	0,0	0,0
3 949	3 966	4	Acel.	0,0	75,8
3 966	4 001	4	Crucero	75,8	75,8
4 001	4 005	4	Desacel.	75,8	63,9
4 005	4 081	4	Crucero	63,9	63,9
4 081	4 086	4	Acel.	63,9	72,4
4 086	4 089	4	Crucero	72,4	72,4
4 089	4 093	4	Desacel.	72,4	58,7

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
4 093	4 096	4	Crucero	58,7	58,7
4 096	4 104	4	Acel.	58,7	65,9
4 104	4 118	4	Crucero	65,9	65,9
4 118	4 122	4	Desacel.	65,9	53,7
4 122	4 136	4	Crucero	53,7	53,7
4 136	4 137	4	Acel.	53,7	54,9
4 137	4 147	4	Crucero	54,9	54,9
4 147	4 157	4	Desacel.	54,9	0,0
4 157	4 164	4	Ralentí	0,0	0,0
4 164	4 196	4	Acel.	0,0	90,6
4 196	4 551	4	Crucero	90,6	90,6
4 551	4 566	4	Desacel.	90,6	0,0
4 566	4 570	4	Ralentí	0,0	0,0
4 570	4 578	4	Acel.	0,0	33,0
4 578	4 586	4	Crucero	33,0	33,0
4 586	4 601	4	Acel.	33,0	75,0
4 601	4 612	4	Crucero	75,0	75,0
4 612	4 619	4	Acel.	75,0	80,3
4 619	4 635	4	Crucero	80,3	80,3
4 635	4 653	4	Acel.	80,3	95,6
4 653	4 668	4	Crucero	95,6	95,6
4 668	4 683	4	Desacel.	95,6	25,5
4 683	4 688	4	Crucero	25,5	25,5
4 688	4 714	4	Acel.	25,5	98,4
4 714	5 004	4	Crucero	98,4	98,4
5 004	5 019	4	Desacel.	98,4	0,0
5 019	5 022	4	Ralentí	0,0	0,0
5 022	5 060	4	Acel.	0,0	82,8
5 060	5 071	4	Crucero	82,8	82,8
5 071	5 076	4	Desacel.	82,8	69,4
5 076	5 135	4	Crucero	69,4	69,4
5 135	5 149	4	Desacel.	69,4	10,1
5 149	5 152	4	Crucero	10,1	10,1
5 152	5 170	4	Acel.	10,1	69,0
5 170	5 190	4	Crucero	69,0	69,0
5 190	5 193	4	Desacel.	69,0	61,7
5 193	5 290	4	Crucero	61,7	61,7
5 290	5 293	4	Acel.	61,7	64,7

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
5 293	5 297	4	Crucero	64,7	64,7
5 297	5 300	4	Desacel.	64,7	57,8
5 300	5 314	4	Crucero	57,8	57,8
5 314	5 326	4	Desacel.	57,8	0,0
5 326	5 336	4	Ralentí	0,0	0,0
5 336	5 342	4	Acel.	0,0	20,7
5 342	5 350	4	Crucero	20,7	20,7
5 350	5 356	4	Desacel.	20,7	0,0
5 356	5 359	4	Ralentí	0,0	0,0
5 359	5 378	4	Acel.	0,0	23,1
5 378	5 390	4	Crucero	23,1	23,1
5 390	5 397	4	Desacel.	23,1	5,6
5 397	5 400	4	Crucero	5,6	5,6
5 400	5 409	4	Acel.	5,6	15,4
5 409	5 417	4	Crucero	15,4	15,4
5 417	5 421	4	Desacel.	15,4	4,4
5 421	5 424	4	Crucero	4,4	4,4
5 424	5 432	4	Acel.	4,4	25,7
5 432	5 435	4	Crucero	25,7	25,7
5 435	5 441	4	Desacel.	25,7	7,2
5 441	5 444	4	Crucero	7,2	7,2
5 444	5 454	4	Acel.	7,2	24,8
5 454	5 461	4	Crucero	24,8	24,8
5 461	5 464	4	Desacel.	24,8	16,7
5 464	5 467	4	Crucero	16,7	16,7
5 467	5 469	4	Acel.	16,7	18,7
5 469	5 472	4	Crucero	18,7	18,7
5 472	5 480	4	Desacel.	18,7	0,0
5 480	5 484	4	Ralentí	0,0	0,0
5 484	5 488	5	Ralentí	0,0	0,0
5 488	5 496	5	Acel.	0,0	41,8
5 496	5 514	5	Crucero	41,8	41,8
5 514	5 524	5	Desacel.	41,8	0,0
5 524	5 527	5	Ralentí	0,0	0,0
5 527	5 542	5	Acel.	0,0	34,6
5 542	5 554	5	Crucero	34,6	34,6
5 554	5 557	5	Desacel.	34,6	27,3
5 557	5 560	5	Crucero	27,3	27,3

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
5 560	5 568	5	Acel.	27,3	43,5
5 568	5 571	5	Crucero	43,5	43,5
5 571	5 581	5	Desacel.	43,5	0,0
5 581	5 587	5	Ralentí	0,0	0,0
5 587	5 601	5	Acel.	0,0	30,0
5 601	5 624	5	Crucero	30,0	30,0
5 624	5 629	5	Desacel.	30,0	13,6
5 629	5 632	5	Crucero	13,6	13,6
5 632	5 639	5	Acel.	13,6	37,0
5 639	5 647	5	Crucero	37,0	37,0
5 647	5 656	5	Desacel.	37,0	0,0
5 656	5 713	5	Ralentí	0,0	0,0
5 713	5 734	5	Acel.	0,0	41,2
5 734	5 749	5	Crucero	41,2	41,2
5 749	5 753	5	Desacel.	41,2	29,5
5 753	5 789	5	Crucero	29,5	29,5
5 789	5 792	5	Desacel.	29,5	18,0
5 792	5 795	5	Crucero	18,0	18,0
5 795	5 800	5	Desacel.	18,0	0,0
5 800	5 803	5	Ralentí	0,0	0,0
5 803	5 811	5	Acel.	0,0	29,5
5 811	5 814	5	Crucero	29,5	29,5
5 814	5 817	5	Desacel.	29,5	22,1
5 817	5 820	5	Crucero	22,1	22,1
5 820	5 824	5	Desacel.	22,1	8,1
5 824	5 827	5	Crucero	8,1	8,1
5 827	5 832	5	Acel.	8,1	16,9
5 832	5 844	5	Crucero	16,9	16,9
5 844	5 849	5	Desacel.	16,9	0,0
5 849	5 952	5	Ralentí	0,0	0,0
5 952	5 958	5	Acel.	0,0	14,4
5 958	5 965	5	Crucero	14,4	14,4
5 965	5 968	5	Desacel.	14,4	3,5
5 968	5 971	5	Crucero	3,5	3,5
5 971	6 010	5	Acel.	3,5	56,4
6 010	6 074	5	Crucero	56,4	56,4
6 074	6 078	5	Desacel.	56,4	41,2
6 078	6 081	5	Crucero	41,2	41,2

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
6 081	6 088	5	Desacel.	41,2	13,9
6 088	6 091	5	Crucero	13,9	13,9
6 091	6 111	5	Acel.	13,9	56,4
6 111	6 175	5	Crucero	56,4	56,4
6 175	6 180	5	Desacel.	56,4	41,3
6 180	6 183	5	Crucero	41,3	41,3
6 183	6 200	5	Acel.	41,3	58,0
6 200	6 208	5	Crucero	58,0	58,0
6 208	6 213	5	Desacel.	58,0	39,6
6 213	6 248	5	Crucero	39,6	39,6
6 248	6 252	5	Desacel.	39,6	22,3
6 252	6 255	5	Crucero	22,3	22,3
6 255	6 258	5	Acel.	22,3	26,7
6 258	6 320	5	Crucero	26,7	26,7
6 320	6 330	5	Desacel.	26,7	0,0
6 330	6 339	5	Ralentí	0,0	0,0
6 339	6 425	5	Acel.	0,0	105,2
6 425	6 872	5	Crucero	105,2	105,2
6 872	6 876	5	Desacel.	105,2	90,4
6 876	6 884	5	Crucero	90,4	90,4
6 884	6 893	5	Acel.	90,4	102,2
6 893	6 898	5	Crucero	102,2	102,2
6 898	6 901	5	Desacel.	102,2	91,6
6 901	6 923	5	Crucero	91,6	91,6
6 923	6 926	5	Acel.	91,6	94,6
6 926	6 930	5	Crucero	94,6	94,6
6 930	6 932	5	Desacel.	94,6	87,2
6 932	6 953	5	Crucero	87,2	87,2
6 953	6 957	5	Desacel.	87,2	72,3
6 957	6 960	5	Crucero	72,3	72,3
6 960	6 973	5	Acel.	72,3	84,8
6 973	6 977	5	Crucero	84,8	84,8
6 977	6 981	5	Desacel.	84,8	73,8
6 981	6 985	5	Crucero	73,8	73,8
6 985	6 995	5	Acel.	73,8	87,8
6 995	6 999	5	Crucero	87,8	87,8
6 999	7 005	5	Desacel.	87,8	69,0
7 005	7 069	5	Crucero	69,0	69,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
7 069	7 074	5	Desacel.	69,0	50,2
7 074	7 090	5	Crucero	50,2	50,2
7 090	7 104	5	Acel.	50,2	83,5
7 104	7 114	5	Crucero	83,5	83,5
7 114	7 117	5	Desacel.	83,5	71,3
7 117	7 177	5	Crucero	71,3	71,3
7 177	7 182	5	Desacel.	71,3	53,5
7 182	7 185	5	Crucero	53,5	53,5
7 185	7 198	5	Acel.	53,5	80,0
7 198	7 201	5	Crucero	80,0	80,0
7 201	7 205	5	Desacel.	80,0	66,0
7 205	7 346	5	Crucero	66,0	66,0
7 346	7 349	5	Desacel.	66,0	56,7
7 349	7 354	5	Crucero	56,7	56,7
7 354	7 368	5	Acel.	56,7	83,9
7 368	7 381	5	Crucero	83,9	83,9
7 381	7 388	5	Desacel.	83,9	42,5
7 388	7 400	5	Crucero	42,5	42,5
7 400	7 414	5	Acel.	42,5	73,8
7 414	7 442	5	Crucero	73,8	73,8
7 442	7 455	5	Desacel.	73,8	24,4
7 455	7 490	5	Crucero	24,4	24,4
7 490	7 496	5	Desacel.	24,4	0,0
7 496	7 503	5	Ralentí	0,0	0,0
7 503	7 509	5	Acel.	0,0	22,9
7 509	7 518	5	Crucero	22,9	22,9
7 518	7 522	5	Desacel.	22,9	13,5
7 522	7 525	5	Crucero	13,5	13,5
7 525	7 531	5	Acel.	13,5	23,0
7 531	7 534	5	Crucero	23,0	23,0
7 534	7 537	5	Desacel.	23,0	15,4
7 537	7 540	5	Crucero	15,4	15,4
7 540	7 545	5	Acel.	15,4	19,0
7 545	7 548	5	Crucero	19,0	19,0
7 548	7 551	5	Desacel.	19,0	12,2
7 551	7 554	5	Crucero	12,2	12,2
7 554	7 558	5	Acel.	12,2	18,8
7 558	7 561	5	Crucero	18,8	18,8

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
7 561	7 567	5	Desacel.	18,8	0,0
7 567	7 688	5	Ralentí	0,0	0,0
7 688	7 699	5	Acel.	0,0	37,9
7 699	7 704	5	Crucero	37,9	37,9
7 704	7 709	5	Desacel.	37,9	24,4
7 709	7 748	5	Crucero	24,4	24,4
7 748	7 752	5	Desacel.	24,4	14,9
7 752	7 755	5	Crucero	14,9	14,9
7 755	7 764	5	Acel.	14,9	45,3
7 764	7 769	5	Crucero	45,3	45,3
7 769	7 774	5	Desacel.	45,3	25,9
7 774	7 777	5	Crucero	25,9	25,9
7 777	7 787	5	Acel.	25,9	40,6
7 787	7 795	5	Crucero	40,6	40,6
7 795	7 800	5	Desacel.	40,6	25,4
7 800	7 803	5	Crucero	25,4	25,4
7 803	7 814	5	Acel.	25,4	37,2
7 814	7 817	5	Crucero	37,2	37,2
7 817	7 822	5	Desacel.	37,2	20,8
7 822	7 825	5	Crucero	20,8	20,8
7 825	7 829	5	Acel.	20,8	26,3
7 829	7 883	5	Crucero	26,3	26,3
7 883	7 889	5	Desacel.	26,3	0,0
7 889	7 892	5	Ralentí	0,0	0,0
7 892	7 904	5	Acel.	0,0	53,4
7 904	7 907	5	Crucero	53,4	53,4
7 907	7 913	5	Desacel.	53,4	28,2
7 913	7 916	5	Crucero	28,2	28,2
7 916	7 926	5	Acel.	28,2	42,6
7 926	7 941	5	Crucero	42,6	42,6
7 941	7 947	5	Desacel.	42,6	19,0
7 947	7 950	5	Crucero	19,0	19,0
7 950	7 962	5	Acel.	19,0	57,1
7 962	7 973	5	Crucero	57,1	57,1
7 973	7 979	5	Desacel.	57,1	31,8
7 979	7 982	5	Crucero	31,8	31,8
7 982	7 988	5	Acel.	31,8	50,0
7 988	8 064	5	Crucero	50,0	50,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
8 064	8 069	5	Desacel.	50,0	24,4
8 069	8 072	5	Crucero	24,4	24,4
8 072	8 078	5	Acel.	24,4	58,2
8 078	8 081	5	Crucero	58,2	58,2
8 081	8 088	5	Desacel.	58,2	29,9
8 088	8 120	5	Crucero	29,9	29,9
8 120	8 123	5	Desacel.	29,9	21,2
8 123	8 126	5	Crucero	21,2	21,2
8 126	8 129	5	Acel.	21,2	25,0
8 129	8 162	5	Crucero	25,0	25,0
8 162	8 165	5	Acel.	25,0	32,6
8 165	8 168	5	Crucero	32,6	32,6
8 168	8 174	5	Desacel.	32,6	0,0
8 174	8 175	5	Ralentí	0,0	0,0
8 175	8 177	6	Ralentí	0,0	0,0
8 177	8 189	6	Acel.	0,0	21,2
8 189	8 413	6	Crucero	21,2	21,2
8 413	8 418	6	Desacel.	21,2	9,5
8 418	8 421	6	Crucero	9,5	9,5
8 421	8 425	6	Desacel.	9,5	0,0
8 425	8 483	6	Ralentí	0,0	0,0
8 483	8 540	7	Ralentí	0,0	0,0
8 540	8 547	7	Acel.	0,0	35,1
8 547	8 552	7	Crucero	35,1	35,1
8 552	8 560	7	Desacel.	35,1	5,5
8 560	8 563	7	Crucero	5,5	5,5
8 563	8 577	7	Acel.	5,5	16,5
8 577	8 609	7	Crucero	16,5	16,5
8 609	8 614	7	Desacel.	16,5	0,0
8 614	8 625	7	Ralentí	0,0	0,0
8 625	8 670	7	Acel.	0,0	96,9
8 670	9 081	7	Crucero	96,9	96,9
9 081	9 089	7	Desacel.	96,9	73,3
9 089	9 117	7	Crucero	73,3	73,3
9 117	9 127	7	Desacel.	73,3	20,1
9 127	9 130	7	Crucero	20,1	20,1
9 130	973	7	Acel.	20,1	62,2
973	9 146	7	Crucero	62,2	62,2

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
9 146	9 155	7	Desacel.	62,2	6,6
9 155	9 158	7	Crucero	6,6	6,6
9 158	9 171	7	Acel.	6,6	53,2
9 171	9 174	7	Crucero	53,2	53,2
9 174	9 187	7	Desacel.	53,2	0,0
9 187	9 188	7	Ralentí	0,0	0,0
9 188	9 190	8	Ralentí	0,0	0,0
9 190	9 238	8	Acel.	0,0	83,6
9 238	9 264	8	Crucero	83,6	83,6
9 264	9 279	8	Desacel.	83,6	0,0
9 279	9 366	8	Ralentí	0,0	0,0
9 366	9 372	8	Acel.	0,0	23,9
9 372	9 375	8	Crucero	23,9	23,9
9 375	9 382	8	Desacel.	23,9	0,0
9 382	9 386	8	Ralentí	0,0	0,0
9 386	9 402	8	Acel.	0,0	65,3
9 402	9 427	8	Crucero	65,3	65,3
9 427	9 439	8	Desacel.	65,3	0,0
9 439	9 443	8	Ralentí	0,0	0,0
9 443	9 453	8	Acel.	0,0	40,5
9 453	9 489	8	Crucero	40,5	40,5
9 489	9 493	8	Desacel.	40,5	29,3
9 493	9 496	8	Crucero	29,3	29,3
9 496	9 516	8	Acel.	29,3	63,0
9 516	9 812	8	Crucero	63,0	63,0
9 812	9 815	8	Desacel.	63,0	52,2
9 815	9 845	8	Crucero	52,2	52,2
9 845	9 848	8	Desacel.	52,2	44,6
9 848	9 851	8	Crucero	44,6	44,6
9 851	9 859	8	Acel.	44,6	59,2
9 859	9 864	8	Crucero	59,2	59,2
9 864	9 869	8	Desacel.	59,2	45,2
9 869	9 872	8	Crucero	45,2	45,2
9 872	9 876	8	Acel.	45,2	53,9
9 876	9 888	8	Crucero	53,9	53,9
9 888	9 898	8	Desacel.	53,9	0,0
9 898	9 899	8	Ralentí	0,0	0,0
9 899	9 901	9	Ralentí	0,0	0,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
9 901	9 909	9	Acel.	0,0	19,1
9 909	10 036	9	Crucero	19,1	19,1
10 036	10 041	9	Desacel.	19,1	6,4
10 041	10 044	9	Crucero	6,4	6,4
10 044	10 046	9	Acel.	6,4	10,5
10 046	10 049	9	Crucero	10,5	10,5
10 049	10 054	9	Desacel.	10,5	0,0
10 054	10 056	9	Ralentí	0,0	0,0
10 056	10 066	9	Acel.	0,0	29,6
10 066	10 273	9	Crucero	29,6	29,6
10 273	10 280	9	Desacel.	29,6	0,0
10 280	10 284	9	Ralentí	0,0	0,0
10 284	10 294	9	Acel.	0,0	24,3
10 294	10 453	9	Crucero	24,3	24,3
10 453	10 458	9	Desacel.	24,3	4,5
10 458	10 461	9	Crucero	4,5	4,5
10 461	10 469	9	Acel.	4,5	27,8
10 469	10 475	9	Crucero	27,8	27,8
10 475	10 479	9	Desacel.	27,8	17,3
10 479	10 482	9	Crucero	17,3	17,3
10 482	10 486	9	Desacel.	17,3	6,5
10 486	10 489	9	Crucero	6,5	6,5
10 489	10 496	9	Acel.	6,5	26,8
10 496	10 507	9	Crucero	26,8	26,8
10 507	10 514	9	Desacel.	26,8	0,0
10 514	10 554	9	Ralentí	0,0	0,0
10 554	10 626	10	Ralentí	0,0	0,0
10 626	10 632	10	Acel.	0,0	27,5
10 632	10 638	10	Crucero	27,5	27,5
10 638	10 647	10	Desacel.	27,5	0,0
10 647	10 650	10	Ralentí	0,0	0,0
10 650	10 663	10	Acel.	0,0	39,0
10 663	10 696	10	Crucero	39,0	39,0
10 696	10 700	10	Desacel.	39,0	29,0
10 700	10 707	10	Crucero	29,0	29,0
10 707	10 712	10	Acel.	29,0	35,1
10 712	10 721	10	Crucero	35,1	35,1
10 721	10 725	10	Desacel.	35,1	24,5

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
10 725	10 728	10	Crucero	24,5	24,5
10 728	10 737	10	Acel.	24,5	41,9
10 737	10 758	10	Crucero	41,9	41,9
10 758	10 761	10	Desacel.	41,9	34,1
10 761	10 764	10	Crucero	34,1	34,1
10 764	10 768	10	Acel.	34,1	39,4
10 768	10 792	10	Crucero	39,4	39,4
10 792	10 797	10	Desacel.	39,4	24,9
10 797	10 800	10	Crucero	24,9	24,9
10 800	10 808	10	Acel.	24,9	36,4
10 808	10 811	10	Crucero	36,4	36,4
10 811	10 822	10	Desacel.	36,4	0,0
10 822	10 825	10	Ralentí	0,0	0,0
10 825	10 838	10	Acel.	0,0	55,7
10 838	10 868	10	Crucero	55,7	55,7
10 868	10 879	10	Desacel.	55,7	0,0
10 879	10 888	10	Ralentí	0,0	0,0
10 888	10 901	10	Acel.	0,0	56,2
10 901	11 088	10	Crucero	56,2	56,2
11 088	11 101	10	Desacel.	56,2	0,0
11 101	11 104	10	Ralentí	0,0	0,0
11 104	11 114	10	Acel.	0,0	43,6
11 114	11 117	10	Crucero	43,6	43,6
11 117	11 126	10	Desacel.	43,6	0,0
11 126	11 238	10	Ralentí	0,0	0,0
11 238	11 242	10	Acel.	0,0	11,2
11 242	11 245	10	Crucero	11,2	11,2
11 245	11 249	10	Desacel.	11,2	4,1
11 249	11 252	10	Crucero	4,1	4,1
11 252	11 258	10	Acel.	4,1	15,0
11 258	11 261	10	Crucero	15,0	15,0
11 261	11 265	10	Desacel.	15,0	6,2
11 265	11 268	10	Crucero	6,2	6,2
11 268	11 273	10	Acel.	6,2	10,1
11 273	11 276	10	Crucero	10,1	10,1
11 276	11 281	10	Desacel.	10,1	0,0
11 281	11 284	10	Ralentí	0,0	0,0
11 284	11 293	10	Acel.	0,0	31,3

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
11 293	11 313	10	Crucero	31,3	31,3
11 313	11 316	10	Desacel.	31,3	23,8
11 316	11 348	10	Crucero	23,8	23,8
11 348	11 351	10	Desacel.	23,8	16,9
11 351	11 354	10	Crucero	16,9	16,9
11 354	11 361	10	Desacel.	16,9	0,0
11 361	11 364	10	Ralentí	0,0	0,0
11 364	11 373	10	Acel.	0,0	40,0
11 373	11 512	10	Crucero	40,0	40,0
11 512	11 519	10	Desacel.	40,0	10,6
11 519	11 522	10	Crucero	10,6	10,6
11 522	11 528	10	Acel.	10,6	15,6
11 528	11 541	10	Crucero	15,6	15,6
11 541	11 545	10	Desacel.	15,6	6,3
11 545	11 548	10	Crucero	6,3	6,3
11 548	11 552	10	Acel.	6,3	15,6
11 552	11 557	10	Crucero	15,6	15,6
11 557	11 560	10	Desacel.	15,6	8,8
11 560	11 563	10	Crucero	8,8	8,8
11 563	11 567	10	Acel.	8,8	13,1
11 567	11 574	10	Crucero	13,1	13,1
11 574	11 579	10	Desacel.	13,1	0,0
11 579	11 646	10	Ralentí	0,0	0,0
11 646	11 652	10	Acel.	0,0	23,1
11 652	11 659	10	Crucero	23,1	23,1
11 659	11 662	10	Desacel.	23,1	15,0
11 662	11 665	10	Crucero	15,0	15,0
11 665	11 666	10	Acel.	15,0	18,1
11 666	11 669	10	Crucero	18,1	18,1
11 669	11 671	10	Desacel.	18,1	13,6
11 671	11 674	10	Crucero	13,6	13,6
11 674	11 680	10	Acel.	13,6	19,4
11 680	11 684	10	Crucero	19,4	19,4
11 684	11 687	10	Desacel.	19,4	11,5
11 687	11 690	10	Crucero	11,5	11,5
11 690	11 694	10	Desacel.	11,5	0,0
11 694	11 830	10	Ralentí	0,0	0,0
11 830	11 842	10	Acel.	0,0	34,9

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
11 842	11 845	10	Crucero	34,9	34,9
11 845	11 848	10	Desacel.	34,9	27,9
11 848	11 851	10	Crucero	27,9	27,9
11 851	11 858	10	Acel.	27,9	43,7
11 858	11 861	10	Crucero	43,7	43,7
11 861	11 865	10	Desacel.	43,7	32,1
11 865	11 868	10	Crucero	32,1	32,1
11 868	11 873	10	Desacel.	32,1	12,4
11 873	11 880	10	Crucero	12,4	12,4
11 880	11 884	10	Desacel.	12,4	0,0
11 884	12 054	10	Ralentí	0,0	0,0
12 054	12 064	10	Acel.	0,0	14,7
12 064	12 067	10	Crucero	14,7	14,7
12 067	12 072	10	Desacel.	14,7	0,0
12 072	12 075	10	Ralentí	0,0	0,0
12 075	12 079	10	Acel.	0,0	13,8
12 079	12 082	10	Crucero	13,8	13,8
12 082	12 086	10	Desacel.	13,8	0,0
12 086	12 096	10	Ralentí	0,0	0,0
12 096	12 100	10	Acel.	0,0	12,4
12 100	12 103	10	Crucero	12,4	12,4
12 103	12 106	10	Desacel.	12,4	0,0
12 106	12 124	10	Ralentí	0,0	0,0
12 124	12 129	10	Acel.	0,0	18,7
12 129	12 132	10	Crucero	18,7	18,7
12 132	12 140	10	Desacel.	18,7	0,0
12 140	12 173	10	Ralentí	0,0	0,0
12 173	12 178	10	Acel.	0,0	18,4
12 178	12 181	10	Crucero	18,4	18,4
12 181	12 187	10	Desacel.	18,4	0,0
12 187	12 188	10	Ralentí	0,0	0,0
12 188	12 197	10	Acel.	0,0	41,2
12 197	12 198	10	Crucero	41,2	41,2
12 198	12 202	10	Desacel.	41,2	30,4
12 202	12 208	10	Crucero	30,4	30,4
12 208	12 213	10	Desacel.	30,4	14,8
12 213	12 216	10	Crucero	14,8	14,8
12 216	12 231	10	Acel.	14,8	50,5

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
12 231	12 267	10	Crucero	50,5	50,5
12 267	12 272	10	Desacel.	50,5	30,8
12 272	12 276	10	Crucero	30,8	30,8
12 276	12 284	10	Desacel.	30,8	0,0
12 284	12 328	10	Ralentí	0,0	0,0
12 328	12 333	10	Acel.	0,0	12,4
12 333	12 336	10	Crucero	12,4	12,4
12 336	12 340	10	Desacel.	12,4	0,0
12 340	12 356	10	Ralentí	0,0	0,0
12 356	12 361	10	Acel.	0,0	14,7
12 361	12 364	10	Crucero	14,7	14,7
12 364	12 368	10	Desacel.	14,7	0,0
12 368	12 371	10	Ralentí	0,0	0,0
12 371	12 376	10	Acel.	0,0	18,7
12 376	12 461	10	Crucero	18,7	18,7
12 461	12 469	10	Desacel.	18,7	0,0
12 469	12 478	10	Ralentí	0,0	0,0
12 478	12 484	10	Acel.	0,0	18,4
12 484	12 487	10	Crucero	18,4	18,4
12 487	12 493	10	Desacel.	18,4	0,0
12 493	12 503	10	Ralentí	0,0	0,0
12 503	12 507	10	Acel.	0,0	13,8
12 507	12 510	10	Crucero	13,8	13,8
12 510	12 514	10	Desacel.	13,8	0,0
12 514	12 517	10	Ralentí	0,0	0,0
12 517	12 521	10	Acel.	0,0	12,4
12 521	12 524	10	Crucero	12,4	12,4
12 524	12 528	10	Desacel.	12,4	0,0
12 528	12 544	10	Ralentí	0,0	0,0
12 544	12 549	10	Acel.	0,0	14,7
12 549	12 552	10	Crucero	14,7	14,7
12 552	12 556	10	Desacel.	14,7	0,0
12 556	12 559	10	Ralentí	0,0	0,0
12 559	12 602	10	Acel.	0,0	105,0
12 602	12 614	10	Crucero	105,0	105,0
12 614	12 617	10	Desacel.	105,0	95,4
12 617	12 622	10	Crucero	95,4	95,4
12 622	12 626	10	Desacel.	95,4	82,4

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
12 626	12 629	10	Crucero	82,4	82,4
12 629	12 639	10	Acel.	82,4	97,4
12 639	12 642	10	Crucero	97,4	97,4
12 642	12 646	10	Desacel.	97,4	82,7
12 646	12 651	10	Crucero	82,7	82,7
12 651	12 654	10	Desacel.	82,7	74,5
12 654	12 658	10	Crucero	74,5	74,5
12 658	12 668	10	Desacel.	74,5	38,7
12 668	12 671	10	Crucero	38,7	38,7
12 671	12 679	10	Acel.	38,7	64,0
12 679	12 695	10	Crucero	64,0	64,0
12 695	12 702	10	Desacel.	64,0	25,9
12 702	12 705	10	Crucero	25,9	25,9
12 705	12 711	10	Acel.	25,9	47,8
12 711	12 714	10	Crucero	47,8	47,8
12 714	12 718	10	Desacel.	47,8	36,0
12 718	12 721	10	Crucero	36,0	36,0
12 721	12 728	10	Acel.	36,0	60,3
12 728	12 790	10	Crucero	60,3	60,3
12 790	12 796	10	Desacel.	60,3	36,4
12 796	12 799	10	Crucero	36,4	36,4
12 799	12 806	10	Acel.	36,4	49,0
12 806	12 854	10	Crucero	49,0	49,0
12 854	12 858	10	Desacel.	49,0	37,0
12 858	12 861	10	Crucero	37,0	37,0
12 861	12 877	10	Acel.	37,0	61,0
12 877	12 926	10	Crucero	61,0	61,0
12 926	12 932	10	Desacel.	61,0	28,0
12 932	12 938	10	Crucero	28,0	28,0
12 938	12 944	10	Acel.	28,0	43,2
12 944	12 959	10	Crucero	43,2	43,2
12 959	12 965	10	Desacel.	43,2	25,0
12 965	12 968	10	Crucero	25,0	25,0
12 968	12 974	10	Acel.	25,0	46,7
12 974	12 977	10	Crucero	46,7	46,7
12 977	12 980	10	Desacel.	46,7	37,9
12 980	12 983	10	Crucero	37,9	37,9
12 983	12 997	10	Acel.	37,9	54,9

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
12 997	13 053	10	Crucero	54,9	54,9
13 053	13 060	10	Desacel.	54,9	22,4
13 060	13 063	10	Crucero	22,4	22,4
13 063	13 067	10	Acel.	22,4	26,2
13 067	13 072	10	Crucero	26,2	26,2
13 072	13 075	10	Desacel.	26,2	18,6
13 075	13 078	10	Crucero	18,6	18,6
13 078	13 080	10	Acel.	18,6	20,1
13 080	13 084	10	Crucero	20,1	20,1
13 084	13 090	10	Desacel.	20,1	7,0
13 090	13 093	10	Crucero	7,0	7,0
13 093	13 097	10	Desacel.	7,0	0,0
13 097	13 100	10	Ralentí	0,0	0,0
13 100	13 112	10	Acel.	0,0	28,0
13 112	13 175	10	Crucero	28,0	28,0
13 175	13 179	10	Desacel.	28,0	16,3
13 179	13 182	10	Crucero	16,3	16,3
13 182	13 185	10	Acel.	16,3	18,6
13 185	13 188	10	Crucero	18,6	18,6
13 188	13 192	10	Desacel.	18,6	7,6
13 192	13 195	10	Crucero	7,6	7,6
13 195	13 207	10	Acel.	7,6	28,7
13 207	13 273	10	Crucero	28,7	28,7
13 273	13 278	10	Desacel.	28,7	14,6
13 278	13 281	10	Crucero	14,6	14,6
13 281	13 286	10	Acel.	14,6	22,9
13 286	13 290	10	Crucero	22,9	22,9
13 290	13 294	10	Desacel.	22,9	12,0
13 294	13 297	10	Crucero	12,0	12,0
13 297	13 314	10	Acel.	12,0	46,0
13 314	13 334	10	Crucero	46,0	46,0
13 334	13 344	10	Desacel.	46,0	0,0
13 344	13 347	10	Ralentí	0,0	0,0
13 347	13 364	10	Acel.	0,0	46,2
13 364	13 379	10	Crucero	46,2	46,2
13 379	13 384	10	Desacel.	46,2	32,1
13 384	13 408	10	Crucero	32,1	32,1
13 408	13 412	10	Desacel.	32,1	20,8

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
13 412	13 442	10	Crucero	20,8	20,8
13 442	13 445	10	Desacel.	20,8	12,4
13 445	13 448	10	Crucero	12,4	12,4
13 448	13 460	10	Acel.	12,4	42,5
13 460	13 482	10	Crucero	42,5	42,5
13 482	13 488	10	Desacel.	42,5	17,8
13 488	13 491	10	Crucero	17,8	17,8
13 491	13 495	10	Acel.	17,8	22,7
13 495	13 498	10	Crucero	22,7	22,7
13 498	13 506	10	Desacel.	22,7	0,0
13 506	13 509	10	Ralentí	0,0	0,0
13 509	13 518	10	Acel.	0,0	25,0
13 518	13 521	10	Crucero	25,0	25,0
13 521	13 524	10	Desacel.	25,0	17,2
13 524	13 527	10	Crucero	17,2	17,2
13 527	13 532	10	Acel.	17,2	30,9
13 532	13 535	10	Crucero	30,9	30,9
13 535	13 539	10	Desacel.	30,9	16,7
13 539	13 542	10	Crucero	16,7	16,7
13 542	13 548	10	Acel.	16,7	43,0
13 548	13 578	10	Crucero	43,0	43,0
13 578	13 583	10	Desacel.	43,0	29,8
13 583	13 586	10	Crucero	29,8	29,8
13 586	13 598	10	Acel.	29,8	58,8
13 598	13 633	10	Crucero	58,8	58,8
13 633	13 636	10	Desacel.	58,8	48,7
13 636	13 639	10	Crucero	48,7	48,7
13 639	13 645	10	Desacel.	48,7	23,8
13 645	13 648	10	Crucero	23,8	23,8
13 648	13 654	10	Acel.	23,8	44,3
13 654	13 676	10	Crucero	44,3	44,3
13 676	13 681	10	Desacel.	44,3	30,3
13 681	13 684	10	Crucero	30,3	30,3
13 684	13 689	10	Acel.	30,3	41,4
13 689	13 716	10	Crucero	41,4	41,4
13 716	13 720	10	Desacel.	41,4	28,4
13 720	13 723	10	Crucero	28,4	28,4
13 723	13 730	10	Acel.	28,4	51,4

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
13 730	13 739	10	Crucero	51,4	51,4
13 739	13 745	10	Desacel.	51,4	32,0
13 745	13 748	10	Crucero	32,0	32,0
13 748	13 754	10	Desacel.	32,0	10,0
13 754	13 760	10	Crucero	10,0	10,0
13 760	13 765	10	Desacel.	10,0	0,0
13 765	13 768	10	Ralentí	0,0	0,0
13 768	13 772	10	Acel.	0,0	16,3
13 772	13 775	10	Crucero	16,3	16,3
13 775	13 780	10	Desacel.	16,3	0,0
13 780	13 783	10	Ralentí	0,0	0,0
13 783	13 796	10	Acel.	0,0	45,8
13 796	13 817	10	Crucero	45,8	45,8
13 817	13 822	10	Desacel.	45,8	28,6
13 822	13 825	10	Crucero	28,6	28,6
13 825	13 833	10	Acel.	28,6	40,9
13 833	13 836	10	Crucero	40,9	40,9
13 836	13 841	10	Desacel.	40,9	25,4
13 841	13 844	10	Crucero	25,4	25,4
13 844	13 850	10	Acel.	25,4	41,1
13 850	13 853	10	Crucero	41,1	41,1
13 853	13 856	10	Desacel.	41,1	30,7
13 856	13 862	10	Crucero	30,7	30,7
13 862	13 865	10	Desacel.	30,7	22,1
13 865	13 868	10	Crucero	22,1	22,1
13 868	13 873	10	Acel.	22,1	28,2
13 873	13 878	10	Crucero	28,2	28,2
13 878	13 881	10	Desacel.	28,2	21,2
13 881	13 947	10	Crucero	21,2	21,2
13 947	13 953	10	Acel.	21,2	37,6
13 953	13 956	10	Crucero	37,6	37,6
13 956	13 959	10	Desacel.	37,6	29,8
13 959	13 962	10	Crucero	29,8	29,8
13 962	13 972	10	Acel.	29,8	42,8
13 972	13 975	10	Crucero	42,8	42,8
13 975	13 978	10	Desacel.	42,8	34,5
13 978	13 981	10	Crucero	34,5	34,5
13 981	13 988	10	Acel.	34,5	50,6

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
13 988	13 994	10	Crucero	50,6	50,6
13 994	14 001	10	Desacel.	50,6	21,2
14 001	14 004	10	Crucero	21,2	21,2
14 004	14 016	10	Acel.	21,2	49,9
14 016	14 019	10	Crucero	49,9	49,9
14 019	14 025	10	Desacel.	49,9	25,2
14 025	14 028	10	Crucero	25,2	25,2
14 028	14 031	10	Acel.	25,2	38,8
14 031	14 034	10	Crucero	38,8	38,8
14 034	14 040	10	Desacel.	38,8	19,6
14 040	14 113	10	Crucero	19,6	19,6
14 113	14 118	10	Acel.	19,6	30,8
14 118	14 121	10	Crucero	30,8	30,8
14 121	14 127	10	Desacel.	30,8	10,2
14 127	14 130	10	Crucero	10,2	10,2
14 130	14 135	10	Acel.	10,2	26,3
14 135	14 138	10	Crucero	26,3	26,3
14 138	14 142	10	Desacel.	26,3	16,5
14 142	14 145	10	Crucero	16,5	16,5
14 145	14 147	10	Acel.	16,5	19,0
14 147	14 150	10	Crucero	19,0	19,0
14 150	14 154	10	Desacel.	19,0	7,6
14 154	14 157	10	Crucero	7,6	7,6
14 157	14 161	10	Desacel.	7,6	0,0
14 161	14 164	10	Ralentí	0,0	0,0
14 164	14 172	10	Acel.	0,0	32,2
14 172	14 175	10	Crucero	32,2	32,2
14 175	14 180	10	Desacel.	32,2	13,6
14 180	14 189	10	Crucero	13,6	13,6
14 189	14 195	10	Desacel.	13,6	0,0
14 195	14 257	10	Ralentí	0,0	0,0
14 257	14 263	10	Acel.	0,0	24,9
14 263	14 266	10	Crucero	24,9	24,9
14 266	14 270	10	Desacel.	24,9	10,9
14 270	14 277	10	Crucero	10,9	10,9
14 277	14 281	10	Desacel.	10,9	0,0
14 281	14 284	10	Ralentí	0,0	0,0
14 284	14 287	10	Acel.	0,0	11,0

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
14 287	14 290	10	Crucero	11,0	11,0
14 290	14 294	10	Desacel.	11,0	0,0
14 294	14 296	10	Ralentí	0,0	0,0
14 296	7 310	10	Acel.	0,0	64,9
7 310	7 325	10	Crucero	64,9	64,9
7 325	7 333	10	Desacel.	64,9	25,5
7 333	7 336	10	Crucero	25,5	25,5
7 336	7 360	10	Acel.	25,5	112,0
7 360	14 992	10	Crucero	112,0	112,0
14 992	15 001	10	Desacel.	112,0	56,1
15 001	15 004	10	Crucero	56,1	56,1
15 004	15 010	10	Acel.	56,1	68,2
15 010	15 013	10	Crucero	68,2	68,2
15 013	15 021	10	Desacel.	68,2	12,0
15 021	15 024	10	Crucero	12,0	12,0
15 024	15 045	10	Acel.	12,0	80,9
15 045	15 048	10	Crucero	80,9	80,9
15 048	15 057	10	Desacel.	80,9	35,3
15 057	15 060	10	Crucero	35,3	35,3
15 060	15 073	10	Acel.	35,3	73,4
15 073	15 076	10	Crucero	73,4	73,4
15 076	15 083	10	Desacel.	73,4	39,3
15 083	15 086	10	Crucero	39,3	39,3
15 086	15 098	10	Desacel.	39,3	0,0
15 098	15 102	10	Ralentí	0,0	0,0
15 102	15 148	10	Acel.	0,0	132,5
15 148	15 457	10	Crucero	132,5	132,5
15 457	15 472	10	Desacel.	132,5	34,0
15 472	15 475	10	Crucero	34,0	34,0
15 475	15 479	10	Acel.	34,0	41,6
15 479	15 482	10	Crucero	41,6	41,6
15 482	15 491	10	Desacel.	41,6	0,0
15 491	15 542	10	Ralentí	0,0	0,0
15 542	15 557	10	Acel.	0,0	33,1
15 557	15 584	10	Crucero	33,1	33,1
15 584	15 590	10	Desacel.	33,1	6,3
15 590	15 593	10	Crucero	6,3	6,3
15 593	15 605	10	Acel.	6,3	37,6

Tiempo de inicio del evento [s]	Tiempo de finalización del evento [s]	Trayecto [#]	Tipo de evento	Velocidad al inicio [km/h]	Velocidad al final [km/h]
15 605	15 625	10	Crucero	37,6	37,6
15 625	15 636	10	Desacel.	37,6	0,0
15 636	15 639	10	Ralentí	0,0	0,0
15 639	15 654	10	Acel.	0,0	52,0
15 654	15 664	10	Crucero	52,0	52,0
15 664	15 675	10	Desacel.	52,0	0,0
15 675	15 676	10	Ralentí	0,0	0,0
15 676	15 690	10	Acel.	0,0	50,6
15 690	15 717	10	Crucero	50,6	50,6
15 717	15 724	10	Desacel.	50,6	22,9
15 724	15 727	10	Crucero	22,9	22,9
15 727	15 738	10	Acel.	22,9	47,7
15 738	15 742	10	Crucero	47,7	47,7
15 742	15 749	10	Desacel.	47,7	23,4
15 749	15 752	10	Crucero	23,4	23,4
15 752	15 769	10	Acel.	23,4	45,9
15 769	15 791	10	Crucero	45,9	45,9
15 791	15 797	10	Desacel.	45,9	23,6
15 797	15 802	10	Crucero	23,6	23,6
15 802	15 808	10	Acel.	23,6	37,6
15 808	15 815	10	Crucero	37,6	37,6
15 815	15 822	10	Desacel.	37,6	0,0
15 822	15 826	10	Ralentí	0,0	0,0

Anexo 4 – Apéndice 2

Eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desacel.) [J/kg]
1	1	18	24	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
1	2	58	65	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
1	3	85	89	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
1	4	103	109	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
1	5	129	132	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
1	6	140	149	9,0	18,7	0,0	0,577	23,36	13,49
1	7	177	183	6,0	32,5	0,0	1,506	27,11	40,75
1	8	298	303	5,0	27,5	11,8	0,872	27,31	23,80
1	9	314	320	6,0	29,4	9,7	0,915	32,59	29,72
1	10	341	347	6,0	31,9	9,5	1,037	34,47	35,78
1	11	361	366	5,0	14,7	0,0	0,814	10,18	8,34
1	12	384	388	4,0	59,5	47,6	0,820	59,50	49,17
1	13	402	406	4,0	47,6	36,2	0,793	46,59	36,86
1	14	486	490	4,0	38,2	25,5	0,881	35,42	31,21
1	15	493	496	3,0	25,5	18,4	0,659	18,32	12,03
1	16	499	505	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
1	17	543	552	9,0	42,3	0,0	1,306	52,88	69,03
1	18	566	576	10,0	42,1	0,0	1,170	58,48	68,38
1	19	592	595	3,0	31,3	12,5	1,746	18,25	31,77
1	20	600	605	5,0	12,5	0,0	0,693	8,66	6,03
1	21	647	657	10,0	45,3	0,0	1,258	62,88	79,17
1	22	673	683	10,0	45,5	0,0	1,265	63,25	79,87
1	23	726	733	7,0	40,7	12,8	1,109	52,03	57,59
1	24	747	751	4,0	59,6	46,7	0,893	59,04	52,90
1	25	768	777	9,0	48,6	0,0	1,500	60,77	91,13
1	26	941	945	4,0	23,7	9,8	0,969	18,60	17,96
1	27	974	983	9,0	37,5	0,0	1,157	46,86	54,25
1	28	996	1 005	9,0	37,7	0,0	1,164	47,14	54,83
1	29	1 016	1 021	5,0	18,6	0,0	1,036	12,95	13,35
2	30	1 122	1 126	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
2	31	1 147	1 151	4,0	34,2	18,9	1,059	29,52	31,34
2	32	1 174	1 178	4,0	32,9	23,3	0,664	31,19	20,81
2	33	1 188	1 191	3,0	25,6	18,5	0,653	18,37	12,08
2	34	1 209	1 217	8,0	38,7	0,0	1,343	42,98	57,78

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desacel.) [J/kg]
2	35	1 253	1 256	3,0	48,4	40,6	0,728	37,09	26,78
2	36	1 282	1 286	4,0	42,4	30,3	0,840	40,41	33,94
2	37	1 290	1 295	5,0	30,3	13,7	0,921	30,60	28,18
2	38	1 319	1 325	6,0	40,0	20,0	0,929	49,98	46,30
2	39	1 334	1 338	4,0	29,7	18,9	0,747	26,98	20,25
2	40	1 448	1 451	3,0	24,5	17,5	0,643	17,51	11,34
2	41	1 482	1 491	9,0	42,0	0,0	1,296	52,49	68,06
2	42	1 515	1 519	4,0	22,0	11,8	0,704	18,77	13,30
2	43	1 539	1 547	8,0	32,4	6,1	0,915	42,81	39,06
2	44	1 597	1 605	8,0	34,8	0,0	1,208	38,66	46,72
2	45	1 662	1 675	13,0	76,1	0,0	1,626	137,41	223,43
2	46	1 689	1 694	5,0	22,8	0,0	1,269	15,86	20,06
2	47	1 753	1 757	4,0	41,6	27,2	0,995	38,23	38,22
2	48	1 804	1 807	3,0	47,9	35,2	1,177	34,59	40,72
2	49	1 823	1 828	5,0	35,2	20,1	0,836	38,37	32,22
2	50	1 870	1 873	3,0	59,2	49,5	0,904	45,29	40,68
2	51	1 895	1 898	3,0	72,9	62,0	1,010	56,23	56,73
2	52	1 907	1 910	3,0	66,4	57,4	0,828	51,58	42,99
2	53	1 918	1 921	3,0	60,0	52,1	0,727	46,71	34,17
2	54	1 951	1 954	3,0	79,7	72,1	0,697	63,26	44,51
2	55	1 972	1 978	6,0	74,0	52,4	0,999	105,35	105,33
2	56	2 062	2 074	12,0	52,4	0,0	1,213	87,37	105,93
2	57	2 123	2 133	10,0	60,3	0,0	1,676	83,80	140,28
2	58	2 187	2 195	8,0	62,9	0,0	2,183	69,86	152,64
2	59	2 218	2 229	11,0	60,1	15,2	1,133	115,11	130,44
2	60	2 250	2 261	11,0	53,3	0,0	1,345	81,39	109,60
2	61	2 520	2 526	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
2	62	2 560	2 567	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
2	63	2 587	2 591	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
2	64	2 605	2 611	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
2	65	2 631	2 634	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
2	66	2 642	2 650	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
2	67	2 672	2 677	5,0	46,6	9,4	2,070	38,89	80,37
2	68	2 698	2 701	3,0	52,0	41,5	0,970	38,99	37,88
2	69	2 714	2 719	5,0	49,9	34,0	0,884	58,20	51,47
2	70	2 738	2 745	7,0	49,0	23,8	0,998	70,76	70,78

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
2	71	2 759	2 767	8,0	41,6	0,0	1,446	46,26	66,77
3	72	2 897	2 903	6,0	32,1	5,5	1,232	31,37	38,59
3	73	2 946	2 949	3,0	50,5	42,8	0,714	38,91	27,72
3	74	2 958	2 963	5,0	45,0	29,8	0,843	51,91	43,86
3	75	2 966	2 971	5,0	29,8	0,0	1,655	20,68	34,26
3	76	3 006	3 011	5,0	49,2	33,1	0,893	57,16	51,12
3	77	3 032	3 036	4,0	56,2	44,0	0,841	55,66	47,16
3	78	3 053	3 056	3,0	59,0	51,2	0,722	45,95	33,16
3	79	3 078	3 081	3,0	55,0	47,5	0,692	42,72	29,66
3	80	3 096	3 101	5,0	59,5	39,9	1,085	69,02	75,16
3	81	3 159	3 165	6,0	39,9	14,2	1,189	45,14	53,64
3	82	3 195	3 201	6,0	58,3	34,8	1,086	77,60	84,41
3	83	3 268	3 271	3,0	39,5	30,0	0,882	28,98	25,47
3	84	3 308	3 311	3,0	56,2	46,0	0,943	42,56	40,22
3	85	3 418	3 422	4,0	54,4	40,4	0,974	52,67	51,20
3	86	3 441	3 445	4,0	53,5	40,8	0,885	52,37	46,20
3	87	3 480	3 483	3,0	40,8	32,0	0,815	30,30	24,72
3	88	3 492	3 495	3,0	34,7	26,4	0,776	25,45	19,57
3	89	3 557	3 561	4,0	50,6	37,6	0,900	48,97	44,24
3	90	3 621	3 626	5,0	37,6	22,4	0,842	41,68	35,19
3	91	3 647	3 651	4,0	36,8	22,9	0,964	33,20	32,02
3	92	3 684	3 688	4,0	55,3	39,5	1,099	52,67	57,79
3	93	3 692	3 698	6,0	39,5	15,5	1,111	45,82	50,93
3	94	3 729	3 732	3,0	44,3	36,6	0,710	33,68	24,03
3	95	3 773	3 778	5,0	36,6	20,8	0,879	39,82	34,99
3	96	3 849	3 852	3,0	32,0	24,8	0,662	23,67	15,78
3	97	3 879	3 883	4,0	51,6	39,3	0,858	50,49	43,14
3	98	3 895	3 898	3,0	39,3	32,4	0,634	29,86	19,09
3	99	3 939	3 946	7,0	32,4	0,0	1,286	31,51	40,50
4	100	4 001	4 005	4,0	75,8	63,9	0,832	77,61	64,14
4	101	4 089	4 093	4,0	72,4	58,7	0,958	72,83	69,29
4	102	4 118	4 122	4,0	65,9	53,7	0,849	66,48	56,29
4	103	4 147	4 157	10,0	54,9	0,0	1,524	76,18	116,28
4	104	4 551	4 566	15,0	90,6	0,0	1,677	188,65	316,68
4	105	4 668	4 683	15,0	95,6	25,5	1,299	252,30	327,51
4	106	5 004	5 019	15,0	98,4	0,0	1,822	204,95	373,56

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finaliza-ción [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
4	107	5 071	5 076	5,0	82,8	69,4	0,748	105,67	78,68
4	108	5 135	5 149	14,0	69,4	10,1	1,176	154,45	181,88
4	109	5 190	5 193	3,0	69,0	61,7	0,673	54,48	36,81
4	110	5 297	5 300	3,0	64,7	57,8	0,641	51,07	32,61
4	111	5 314	5 326	12,0	57,8	0,0	1,338	96,37	128,89
4	112	5 350	5 356	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
4	113	5 390	5 397	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
4	114	5 417	5 421	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
4	115	5 435	5 441	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
4	116	5 461	5 464	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
4	117	5 472	5 480	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
5	118	5 514	5 524	10,0	41,8	0,0	1,160	57,99	67,41
5	119	5 554	5 557	3,0	34,6	27,3	0,680	25,79	17,43
5	120	5 571	5 581	10,0	43,5	0,0	1,207	60,36	73,00
5	121	5 624	5 629	5,0	30,0	13,6	0,913	30,29	27,59
5	122	5 647	5 656	9,0	37,0	0,0	1,140	46,19	52,82
5	123	5 749	5 753	4,0	41,2	29,5	0,812	39,29	31,91
5	124	5 789	5 792	3,0	29,5	18,0	1,066	19,80	21,07
5	125	5 795	5 800	5,0	18,0	0,0	1,000	12,50	12,50
5	126	5 814	5 817	3,0	29,5	22,1	0,677	21,50	14,73
5	127	5 820	5 824	4,0	22,1	8,1	0,974	16,81	16,31
5	128	5 844	5 849	5,0	16,9	0,0	0,939	11,74	11,02
5	129	5 965	5 968	3,0	14,4	3,5	1,007	7,44	7,53
5	130	6 074	6 078	4,0	56,4	41,2	1,061	54,21	57,23
5	131	6 081	6 088	7,0	41,2	13,9	1,083	53,47	58,03
5	132	6 175	6 180	5,0	56,4	41,3	0,835	67,83	56,92
5	133	6 208	6 213	5,0	58,0	39,6	1,020	67,74	69,28
5	134	6 248	6 252	4,0	39,6	22,3	1,199	34,40	41,31
5	135	6 320	6 330	10,0	26,7	0,0	0,741	37,06	27,50
5	136	6 872	6 876	4,0	105,2	90,4	1,028	108,66	111,69
5	137	6 898	6 901	3,0	102,2	91,6	0,977	80,77	79,25
5	138	6 930	6 932	2,0	94,6	87,2	1,039	50,50	51,90
5	139	6 953	6 957	4,0	87,2	72,3	1,031	88,60	91,69
5	140	6 977	6 981	4,0	84,8	73,8	0,766	88,11	67,31
5	141	6 999	7 005	6,0	87,8	69,0	0,871	130,61	113,73
5	142	7 069	7 074	5,0	69,0	50,2	1,039	82,77	86,46

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo descel.) [J/kg]
5	73	7 114	7 117	3,0	83,5	71,3	1,128	64,49	72,86
5	144	7 177	7 182	5,0	71,3	53,5	0,991	86,64	85,70
5	145	7 201	7 205	4,0	80,0	66,0	0,974	81,14	78,86
5	146	7 346	7 349	3,0	66,0	56,7	0,859	51,14	44,02
5	147	7 381	7 388	7,0	83,9	42,5	1,642	122,89	201,89
5	148	7 442	7 455	13,0	73,8	24,4	1,056	177,40	187,16
5	149	7 490	7 496	6,0	24,4	0,0	1,130	20,34	22,97
5	150	7 518	7 522	4,0	22,9	13,5	0,651	20,19	13,20
5	151	7 534	7 537	3,0	23,0	15,4	0,702	16,02	11,26
5	152	7 548	7 551	3,0	19,0	12,2	0,631	12,99	8,19
5	153	7 561	7 567	6,0	18,8	0,0	0,869	15,65	13,64
5	154	7 704	7 709	5,0	37,9	24,4	0,750	43,29	32,45
5	155	7 748	7 752	4,0	24,4	14,9	0,661	21,85	14,40
5	156	7 769	7 774	5,0	45,3	25,9	1,075	49,44	53,29
5	157	7 795	7 800	5,0	40,6	25,4	0,849	45,84	38,70
5	158	7 817	7 822	5,0	37,2	20,8	0,913	40,30	36,70
5	159	7 883	7 889	6,0	26,3	0,0	1,215	21,88	26,69
5	160	7 907	7 913	6,0	53,4	28,2	1,167	67,98	79,33
5	161	7 941	7 947	6,0	42,6	19,0	1,093	51,27	56,09
5	162	7 973	7 979	6,0	57,1	31,8	1,170	74,11	86,77
5	163	8 064	8 069	5,0	50,0	24,4	1,422	51,67	73,48
5	164	8 081	8 088	7,0	58,2	29,9	1,123	85,65	96,19
5	165	8 120	8 123	3,0	29,9	21,2	0,803	21,31	17,15
5	166	8 168	8 174	6,0	32,6	0,0	1,507	27,13	41,00
6	167	8 413	8 418	5,0	21,2	9,5	0,653	21,29	13,86
6	168	8 421	8 425	4,0	9,5	0,0	0,656	5,25	3,48
7	169	8 552	8 560	8,0	35,1	5,5	1,028	45,06	46,36
7	170	8 609	8 614	5,0	16,5	0,0	0,915	11,44	10,50
7	171	9 081	9 089	8,0	96,9	73,3	0,821	189,13	154,97
7	172	9 117	9 127	10,0	73,3	20,1	1,477	129,73	191,70
7	173	9 146	9 155	9,0	62,2	6,6	1,716	86,05	147,58
7	174	9 174	9 187	13,0	53,2	0,0	1,137	96,11	109,19
8	175	9 264	9 279	15,0	83,6	0,0	1,549	174,24	269,64
8	176	9 375	9 382	7,0	23,9	0,0	0,946	23,19	22,04
8	177	9 427	9 439	12,0	65,3	0,0	1,512	108,86	164,51
8	178	9 489	9 493	4,0	40,5	29,3	0,783	38,78	30,16

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
8	179	9 812	9 815	3,0	63,0	52,2	1,006	48,01	48,00
8	180	9 845	9 848	3,0	52,2	44,6	0,701	40,33	28,38
8	181	9 864	9 869	5,0	59,2	45,2	0,777	72,49	56,39
8	182	9 888	9 898	10,0	53,9	0,0	1,497	74,85	112,08
9	183	10 036	10 041	5,0	19,1	6,4	0,704	17,66	12,49
9	184	10 049	10 054	5,0	10,5	0,0	0,582	7,27	4,25
9	185	10 273	10 280	7,0	29,6	0,0	1,175	28,79	33,80
9	186	10 453	10 458	5,0	24,3	4,5	1,101	19,98	22,00
9	187	10 475	10 479	4,0	27,8	17,3	0,734	25,05	18,27
9	188	10 482	10 486	4,0	17,3	6,5	0,747	13,20	9,92
9	189	10 507	10 514	7,0	26,8	0,0	1,062	26,02	27,71
10	190	10 638	10 647	9,0	27,5	0,0	0,849	34,38	29,18
10	191	10 696	10 700	4,0	39,0	29,0	0,689	37,77	26,23
10	192	10 721	10 725	4,0	35,1	24,5	0,740	33,12	24,37
10	193	10 758	10 761	3,0	41,9	34,1	0,720	31,66	22,87
10	194	10 792	10 797	5,0	39,4	24,9	0,807	44,68	35,97
10	195	10 811	10 822	11,0	36,4	0,0	0,920	55,67	51,12
10	196	10 868	10 879	11,0	55,7	0,0	1,407	85,10	119,69
10	197	11 088	11 101	13,0	56,2	0,0	1,201	101,50	121,85
10	198	11 117	11 126	9,0	43,6	0,0	1,347	54,55	73,34
10	199	11 245	11 249	4,0	11,2	4,1	0,494	8,54	4,19
10	200	11 261	11 265	4,0	15,0	6,2	0,611	11,80	7,20
10	201	11 276	11 281	5,0	10,1	0,0	0,561	7,01	3,94
10	202	11 313	11 316	3,0	31,3	23,8	0,694	22,92	15,94
10	203	11 348	11 351	3,0	23,8	16,9	0,636	16,93	10,83
10	204	11 354	11 361	7,0	16,9	0,0	0,670	16,41	11,02
10	205	11 512	11 519	7,0	40,0	10,6	1,166	49,23	57,39
10	206	11 541	11 545	4,0	15,6	6,3	0,651	12,16	7,86
10	207	11 557	11 560	3,0	15,6	8,8	0,637	10,16	6,40
10	208	11 574	11 579	5,0	13,1	0,0	0,729	9,12	6,62
10	209	11 659	11 662	3,0	23,1	15,0	0,753	15,89	11,91
10	210	11 669	11 671	2,0	18,1	13,6	0,625	8,82	5,50
10	211	11 684	11 687	3,0	19,4	11,5	0,730	12,87	9,42
10	212	11 690	11 694	4,0	11,5	0,0	0,799	6,39	5,10
10	213	11 845	11 848	3,0	34,9	27,9	0,652	26,18	16,96
10	214	11 861	11 865	4,0	43,7	32,1	0,802	42,12	33,92

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finaliza-ción [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
10	215	11 868	11 873	5,0	32,1	12,4	1,097	30,91	33,82
10	216	11 880	11 884	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	217	12 067	12 072	5,0	14,7	0,0	0,814	10,18	8,34
10	218	12 082	12 086	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
10	219	12 103	12 106	3,0	12,4	0,0	1,145	5,15	5,93
10	220	12 132	12 140	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
10	221	12 181	12 187	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
10	222	12 198	12 202	4,0	41,2	30,4	0,748	39,74	29,83
10	223	12 208	12 213	5,0	30,4	14,8	0,863	31,40	27,20
10	224	12 267	12 272	5,0	50,5	30,8	1,092	56,43	61,79
10	225	12 276	12 284	8,0	30,8	0,0	1,069	34,22	36,60
10	226	12 336	12 340	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	227	12 364	12 368	4,0	14,7	0,0	1,018	8,14	8,34
10	228	12 461	12 469	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
10	229	12 487	12 493	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
10	230	12 510	12 514	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
10	231	12 524	12 528	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	232	12 552	12 556	4,0	14,7	0,0	1,018	8,14	8,34
10	233	12 614	12 617	3,0	105,0	95,4	0,888	83,49	74,22
10	234	12 622	12 626	4,0	95,4	82,4	0,901	98,78	89,17
10	235	12 642	12 646	4,0	97,4	82,7	1,025	100,07	102,14
10	236	12 651	12 654	3,0	82,7	74,5	0,756	65,50	49,73
10	237	12 658	12 668	10,0	74,5	38,7	0,994	157,30	156,35
10	238	12 695	12 702	7,0	64,0	25,9	1,512	87,35	132,14
10	239	12 714	12 718	4,0	47,8	36,0	0,822	46,56	38,15
10	240	12 790	12 796	6,0	60,3	36,4	1,108	80,57	89,16
10	241	12 854	12 858	4,0	49,0	37,0	0,829	47,77	39,81
10	242	12 926	12 932	6,0	61,0	28,0	1,529	74,17	113,31
10	243	12 959	12 965	6,0	43,2	25,0	0,843	56,75	47,89
10	244	12 977	12 980	3,0	46,7	37,9	0,815	35,24	28,72
10	245	13 053	13 060	7,0	54,9	22,4	1,289	75,09	96,92
10	246	13 072	13 075	3,0	26,2	18,6	0,704	18,67	13,14
10	247	13 084	13 090	6,0	20,1	7,0	0,603	22,57	13,70
10	248	13 093	13 097	4,0	7,0	0,0	0,488	3,91	1,89
10	249	13 175	13 179	4,0	28,0	16,3	0,808	24,62	20,00
10	250	13 188	13 192	4,0	18,6	7,6	0,761	14,55	11,12

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finalización [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
10	251	13 273	13 278	5,0	28,7	14,6	0,783	30,06	23,55
10	252	13 290	13 294	4,0	22,9	12,0	0,760	19,40	14,68
10	253	13 334	13 344	10,0	46,0	0,0	1,279	63,95	81,64
10	254	13 379	13 384	5,0	46,2	32,1	0,779	54,38	42,59
10	255	13 408	13 412	4,0	32,1	20,8	0,791	29,38	23,06
10	256	13 442	13 445	3,0	20,8	12,4	0,777	13,80	10,76
10	257	13 482	13 488	6,0	42,5	17,8	1,146	50,21	57,46
10	258	13 498	13 506	8,0	22,7	0,0	0,787	25,19	19,88
10	259	13 521	13 524	3,0	25,0	17,2	0,721	17,55	12,70
10	260	13 535	13 539	4,0	30,9	16,7	0,983	26,43	26,08
10	261	13 578	13 583	5,0	43,0	29,8	0,734	50,52	37,07
10	262	13 633	13 636	3,0	58,8	48,7	0,942	44,80	41,89
10	263	13 639	13 645	6,0	48,7	23,8	1,151	60,40	69,65
10	264	13 676	13 681	5,0	44,3	30,3	0,775	51,77	40,29
10	265	13 716	13 720	4,0	41,4	28,4	0,905	38,75	35,01
10	266	13 739	13 745	6,0	51,4	32,0	0,898	69,57	62,42
10	267	13 748	13 754	6,0	32,0	10,0	1,020	35,04	35,65
10	268	13 760	13 765	5,0	10,0	0,0	0,556	6,94	3,86
10	269	13 775	13 780	5,0	16,3	0,0	0,906	11,33	10,25
10	270	13 817	13 822	5,0	45,8	28,6	0,955	51,70	49,37
10	271	13 836	13 841	5,0	40,9	25,4	0,856	46,04	39,65
10	272	13 853	13 856	3,0	41,1	30,7	0,956	29,91	28,81
10	273	13 862	13 865	3,0	30,7	22,1	0,800	22,01	17,52
10	274	13 878	13 881	3,0	28,2	21,2	0,646	20,55	13,34
10	275	13 956	13 959	3,0	37,6	29,8	0,724	28,08	20,28
10	276	13 975	13 978	3,0	42,8	34,5	0,761	32,20	24,75
10	277	13 994	14 001	7,0	50,6	21,2	1,166	69,82	81,44
10	278	14 019	14 025	6,0	49,9	25,2	1,145	62,60	71,57
10	279	14 034	14 040	6,0	38,8	19,6	0,888	48,66	43,26
10	280	14 121	14 127	6,0	30,8	10,2	0,954	34,14	32,58
10	281	14 138	14 142	4,0	26,3	16,5	0,680	23,75	16,18
10	282	14 150	14 154	4,0	19,0	7,6	0,794	14,78	11,70
10	283	14 157	14 161	4,0	7,6	0,0	0,526	4,21	2,23
10	284	14 175	14 180	5,0	32,2	13,6	1,036	31,83	32,87
10	285	14 189	14 195	6,0	13,6	0,0	0,630	11,33	7,14
10	286	14 266	14 270	4,0	24,9	10,9	0,977	19,90	19,34

Tra-yecto	Evento de frenado #	Tiempo de inicio [s]	Tiempo de finaliza-ción [s]	Duración del evento [s]	Valor de consigna de velocidad inicial [km/h]	Valor de consigna de velocidad final [km/h]	Tasa de desaceleración [m/s ²]	Distancia del evento [m]	Energía cinética específica (solo desaccel.) [J/kg]
10	287	14 277	14 281	4,0	10,9	0,0	0,755	6,04	4,58
10	288	14 290	14 294	4,0	11,0	0,0	0,766	6,13	4,67
10	289	7 325	7 333	8,0	64,9	25,5	1,367	100,49	137,41
10	290	14 992	15 001	9,0	112,0	56,1	1,724	210,12	362,53
10	291	15 013	15 021	8,0	68,2	12,0	1,949	89,14	173,89
10	292	15 048	15 057	9,0	80,9	35,3	1,407	145,18	204,43
10	293	15 076	15 083	7,0	73,4	39,3	1,356	109,57	148,27
10	294	15 086	15 098	12,0	39,3	0,0	0,909	65,44	59,59
10	295	15 457	15 472	15,0	132,5	34,0	1,824	346,87	632,73
10	296	15 482	15 491	9,0	41,6	0,0	1,283	51,98	66,77
10	297	15 584	15 590	6,0	33,1	6,3	1,239	32,84	40,74
10	298	15 625	15 636	11,0	37,6	0,0	0,948	57,37	54,54
10	299	15 664	15 675	11,0	52,0	0,0	1,313	79,42	104,32
10	300	15 717	15 724	7,0	50,6	22,9	1,102	71,46	78,55
10	301	15 742	15 749	7,0	47,7	23,4	0,964	69,13	66,66
10	302	15 791	15 797	6,0	45,9	23,6	1,032	57,87	59,79
10	303	15 815	15 822	7,0	37,6	0,0	1,491	36,53	54,54

ANEXO 5

Método para medir y calcular los coeficientes de reparto de frenado por fricción específicos de los vehículos

1. Objetivo

En el presente anexo se describe el procedimiento para determinar los coeficientes de reparto de frenado por fricción específicos de los vehículos. El método aquí descrito puede utilizarse como alternativa a los coeficientes de reparto de frenado por fricción que figuran en el cuadro 4 del presente Reglamento.

2. Ámbito y aplicación

El método descrito en el presente anexo puede aplicarse a todos los tipos de electrificación de vehículos con capacidad de frenado sin fricción, excepto el tipo VEH-SCE Cat. 0. Está pensado como una ampliación del cuadro 4 del presente Reglamento y describe la metodología para establecer los coeficientes de reparto de frenado por fricción para tipos específicos de electrificación de vehículos (es decir, VEH-SCE Cat. 1, VEH-SCE Cat. 2, VHP-SCE, VEH-CCE, VHP-CCE y VEP).

En el presente anexo se describen la configuración y los procedimientos para ejecutar el ciclo de frenado WLTP (o el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP) en un dinamómetro de chasis y cómo determinar el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo. Además, se establece un procedimiento y criterios de aceptación para el uso de métodos alternativos.

3. Método de referencia y cálculo

El coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo se determinará aplicando el ciclo de frenado WLTP en un dinamómetro de chasis plenamente conforme con el Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas. Todos los frenos estarán equipados con sensores externos para determinar el par de frenado en cada una de las ruedas. En el apartado 5 del presente anexo se describen alternativas y criterios de aceptación.

3.1. Cálculo del coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo, c

El coeficiente de reparto de frenado por fricción se calcula dividiendo la «energía de desaceleración disipada por los frenos de fricción» por la «energía total de desaceleración reducida en un 13 % para computar la resistencia al avance en carretera», como se muestra en la ecuación 1:

$$c = \frac{W_{brake}}{W_{ref}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde:

c es el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo;

W_{brake} es la suma del trabajo de fricción disipado en los sistemas de frenado por fricción del vehículo durante todos los eventos de frenado a lo largo del ciclo utilizado, en J;

W_{ref} es la referencia de normalización para el ciclo en el que se ha medido el trabajo de fricción, en J.

En función del ciclo de ensayo, se indica el valor de la referencia de normalización W_{ref} con arreglo al cuadro A5/1.

Cuadro A5/1

Valores de referencia de normalización para diferentes ciclos de ensayo

Ciclo de ensayo	Referencia de normalización
Ciclo de frenado WLTP	$W_{ref} = 0,87 \cdot M_{veh} \cdot w_{total,bc}$
Trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP	$W_{ref} = 0,87 \cdot M_{veh} \cdot w_{total,trip\#10}$

donde:

$w_{total,bc}$ es la suma de la variación de energía cinética específica de la masa del vehículo durante todos los eventos de frenado del ciclo de frenado WLTP (15986 J/kg);

$w_{total,trip\#10}$ es la suma de la variación de energía cinética específica de la masa del vehículo durante todos los eventos de frenado del trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP (5 557 J/kg).

El trabajo de fricción total es la suma del trabajo de fricción de todos los frenos instalados, como se muestra en la ecuación 2:

$$W_{brake} = \sum_{b=[FL,FR,RL,RR]} W_{brake,b} \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde:

W_{brake} es la suma del trabajo de frenado por fricción de todos los frenos instalados en el vehículo durante todos los eventos de frenado en el ciclo utilizado, en J;

$W_{brake,b}$ es el trabajo de frenado por fricción del freno b durante todos los eventos de frenado en el ciclo utilizado, en J;

b es el índice del freno (FL: delantero izquierdo, FR: delantero derecho, RL: trasero izquierdo, RR: trasero derecho).

3.2. Método para determinar el trabajo de fricción

El centro de ensayo aplicará el método descrito en este apartado para determinar el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo. Para la determinación y validación del factor c durante la homologación de tipo, el centro de ensayo aplicará uno de los métodos descritos en los apartados 3.2.2.1, 3.2.2.2, 3.2.2.3 o 3.2.2.4 del presente anexo. El trabajo de fricción por freno se calcula como la integral de la potencia de fricción a lo largo de toda la duración del ciclo de referencia aplicando la ecuación 3:

$$W_{brake,b} = \int_{t_{start}}^{t_{end}} P_{brake,b}(t) dt \quad (\text{Ecuación 3})$$

donde:

$W_{brake,b}$ es el trabajo de frenado por fricción del freno b durante todos los eventos de frenado en el ciclo utilizado, en J;

$P_{brake,b}$ es la potencia de frenado por fricción del freno b, en W;

t_{start} es el valor de consigna del tiempo de inicio del ciclo analizado, en segundos;

t_{end} es el valor de consigna del tiempo de finalización del ciclo analizado, en segundos.

Se aplicará el método trapezoidal para realizar la integración numérica de las señales muestreadas en el momento t_i aplicando la ecuación 4:

$$W_{brake,b} = \sum_{i=1}^{N_t} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (P_{brake,b}(t_i) + P_{brake,b}(t_{i+1})) \quad (\text{Ecuación 4})$$

donde:

$W_{brake,b}$ es el trabajo de frenado por fricción del freno b durante todos los eventos de frenado en el ciclo utilizado, en J;

t_i es el sello de tiempo de la i-ésima muestra de las señales medidas, en segundos;

N_t es el número de las muestras de tiempo t_i durante el ciclo utilizado ($t_i \in [t_{start}, t_{end}]$);

$P_{brake,b}$ es la potencia de frenado por fricción del freno b, en W.

Como paso intermedio, los incrementos del trabajo de fricción para cada muestra de tiempo t_i se calcularán aplicando la ecuación 5:

$$W_{brake,b,i} = \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (P_{brake,b}(t_i) + P_{brake,b}(t_{i+1})) \quad (\text{Ecuación 5})$$

3.2.1. Método para determinar la potencia de fricción

La potencia de fricción se calcula a partir del par de frenado por fricción de cada freno y de la velocidad de rotación de la rueda medida en cada freno durante las fases de desaceleración del ciclo de referencia en cada freno aplicando la ecuación 6:

$$P_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{brake,b}(t) \cdot \omega_b(t) & \text{para } a_{ref}(t) < 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 6})$$

donde:

$P_{brake,b}$ es la potencia de frenado por fricción del freno b, en W;

$\tau_{brake,b}$ es el par de frenado por fricción en el freno b, en N·m;

ω_b es la velocidad de rotación de la rueda medida en el freno b, en rad/s;

a_{ref} es el valor de consigna de aceleración del ciclo de ensayo, en m/s².

La velocidad de rotación de la rueda puede calcularse a partir de la velocidad de rotación del rodillo del dinamómetro en esa rueda aplicando la ecuación 7:

$$\omega_b = \frac{r_{D,b}}{r_{R,b}} \omega_{D,b} \quad (\text{Ecuación 7})$$

donde:

ω_b es la velocidad de rotación de la rueda medida en el freno b, en rad/s;

$\omega_{D,b}$ es la velocidad de rotación medida del rodillo del dinamómetro en el freno b, en rad/s;

$r_{D,b}$ es el radio del rodillo del dinamómetro sobre el que gira el neumático en el freno b, en m;

$r_{R,b}$ es el radio de rodadura dinámico del neumático en el freno b, en m.

3.2.2. Métodos para determinar el par de frenado por fricción

3.2.2.1. Método basado en el par

El método basado en el par requiere la medición directa del par de frenado real ($\tau_{brake,b}$) en los respectivos sistemas de frenado aplicando la ecuación 8. El par medido con signo positivo indicará actividad de frenado.

$$\tau_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{meas,b}(t) & \text{para } \tau_{meas,b}(t) > 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 8})$$

donde:

$\tau_{brake,b}$ es el par de frenado por fricción en el freno b, en N·m;

$\tau_{meas,b}$ es el par de frenado medido en el freno b, en N·m.

3.2.2.2. Método basado en la presión

El método basado en la presión requiere determinar la presión en los sistemas hidráulicos de frenado por fricción lo más cerca posible de la rueda en términos de seguridad, manipulación y calidad de la medición. El par de frenado en los frenos de fricción hidráulicos se calcula a partir de la presión de frenado medida ($p_{brake,b}$) multiplicada por la relación par/presión ($C_{p,b}$) en el freno respectivo durante las aplicaciones del freno del ciclo de conducción, de acuerdo con las ecuaciones 9 y 10.

$$\tau_{brake,b}(t) = C_{p,b} \cdot p_{brake,b}(t) \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$p_{brake,b}(t) = \begin{cases} p_{meas,b}(t) & \text{para } p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 10})$$

donde:

$\tau_{brake,b}$ es el par de frenado por fricción en el freno b, en N·m;

$C_{p,b}$ es la relación par/presión del freno b considerado, en N·m/kPa;

$p_{brake,b}$ es la presión de frenado efectiva en el freno b que genera un par de frenado, en kPa;

$p_{meas,b}$ es la presión de frenado medida en el freno b, en kPa;

$p_{threshold,b}$ es la presión umbral del freno b necesaria para desarrollar el par de frenado, en kPa, tal como se define en el apartado 3.1.19 del presente Reglamento.

3.2.2.3. Frenos electromecánicos

Reservado

3.2.2.4. Métodos alternativos

Podrán utilizarse el par de frenado y las señales proporcionadas por un bus electrónico de un vehículo (por ejemplo, señales de bus CAN o diagnósticos de a bordo) que permitan calcular el par de frenado con arreglo a los métodos de los apartados 3.2.2.1, 3.2.2.2 o 3.2.2.3 del presente anexo. El criterio de equivalencia del método alternativo con respecto al método de referencia se describe en el apartado 5.3 del presente anexo. La equivalencia de las señales con el método de referencia elegido deberá ser confirmada por la autoridad de homologación de tipo.

3.3. Determinación de los valores C_p

El valor $C_{p,b}$ del método basado en la presión para un sistema de frenado específico se determina ejecutando el ciclo de frenado WLTP en un dinamómetro de frenos plenamente conforme con el presente Reglamento. El $C_{p,b}$ de un sistema de frenado específico se supondrá representativo de todos los miembros de la misma familia de emisiones de frenado definida en el apartado 7.2.1 del presente Reglamento.

3.3.1. Preparación del dinamómetro de frenos

La configuración y la operación del dinamómetro de frenos y de todos los equipos de ensayo se ajustarán a las especificaciones descritas en el anexo 4.

3.3.2. Operación

El centro de ensayo efectuará el procedimiento descrito a continuación:

- Se instalará el sistema de frenos siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 8.2 del anexo 4.
- Se ejecutará el ciclo de frenado WLTP siguiendo el procedimiento descrito en los apartados 9.2.1, 9.2.2 y 9.2.3 del anexo 4.
- Se registrará el par y la presión de frenado de los frenos hidráulicos o electrohidráulicos.
- Para calcular los valores $C_{p,b}$, se utilizarán los datos del tramo de medición de emisiones de los frenos definido en el apartado 9.2.3 del anexo 4.

3.3.3. Cálculo de C_p

El valor $C_{p,b}$ describe la relación entre la presión y el par de frenado y se calcula aplicando la ecuación 11:

$$C_{p,b}(t) = \frac{\tau_{brake,b}(t)}{p_{brake,b}(t)} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Para un determinado material de fricción, $C_{p,b}$ puede depender de la velocidad del vehículo, de la presión de frenado aplicada, del rotor del freno y de la temperatura de las pastillas. Puede variar en función de las distintas aplicaciones del freno durante la ejecución del ensayo. Para reducir la influencia de la variabilidad de $C_{p,b}$ en el cálculo de la energía de frenado en el ciclo de ensayo, se utilizará el «valor $C_{p,b}$ ponderado por la energía» indicado en la ecuación 12:

$$C_{p,b} = \frac{\int_{t_{start}}^{t_{end}} \tau_{brake,b} \cdot \omega_b(t) dt}{\int_{t_{start}}^{t_{end}} p_{brake,b}(t) \cdot \omega_b(t) dt} \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Además, para evitar el uso de señales no válidas, se aplicará lo siguiente para el cálculo correcto de la presión y el par de frenado de acuerdo con las ecuaciones 13 y 14. Se aplicará el valor de $p_{threshold}$, de acuerdo con el apartado 3.1.19 del presente Reglamento:

$$\tau_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{meas,b} & \text{para } p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \text{ y } \tau_{meas,b} > 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

$$p_{brake,b}(t) = \begin{cases} p_{meas,b} & \text{para } p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \text{ y } \tau_{meas,b} > 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Cuando el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo se calcule en el dinamómetro de chasis durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP, el valor C_p se evaluará utilizando los datos del ensayo correspondiente realizado con el mismo sistema de frenado durante el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP en el dinamómetro de frenos.

3.3.4. Cálculo de C_e

Reservado

4. Configuración y especificaciones de los ensayos

4.1. Selección del vehículo

Se atribuirá a cada vehículo un coeficiente de reparto de frenado por fricción específico. Cuando un vehículo disponga de diferentes modos seleccionables por el conductor, se someterá a ensayo en el modo que dé lugar a la menor recuperación, ya que esta representa la versión más desfavorable en términos del coeficiente de reparto de frenado por fricción específico. El coeficiente de reparto de frenado por fricción específico medido deberá atribuirse a todos los modos seleccionables por el conductor de este vehículo. Durante el ensayo no se desactivarán ni omitirán las estrategias de funcionamiento aplicadas para optimizar la función de frenado (por ejemplo, medidas anticorrosión), siempre que no se vea afectado el funcionamiento seguro del vehículo en el dinamómetro de chasis.

Sobre la base de las pruebas técnicas aportadas por el fabricante, y con el acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, los modos seleccionables por el conductor destinados a fines limitados muy especiales (por ejemplo, arena, nieve/alpino, marcha superlenta, modos de descarga por razones de seguridad) podrán quedar exentos de cumplir el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico declarado.

A efectos del presente Reglamento, a petición del fabricante, solo podrá someterse a ensayo un vehículo de cada familia de interpolación para determinar el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico de toda la familia de interpolación. Se seleccionará y se someterá a ensayo el vehículo con la menor capacidad de recuperación (es decir, el vehículo con el mayor coeficiente de reparto de frenado por fricción específico) de la familia de interpolación. En este caso, se atribuirá a todos los vehículos de la misma familia de interpolación el mismo coeficiente de reparto de frenado por fricción específico, independientemente de la variante, la versión y la configuración de opciones. El fabricante deberá poder demostrar la conformidad con el coeficiente de reparto de frenado homologado para cada vehículo de la familia de interpolación.

A efectos del presente Reglamento, a petición del fabricante, cuando un modelo de vehículo específico se presente en diferentes configuraciones que pertenezcan a más de una familia de interpolación, podrá someterse a ensayo el vehículo más desfavorable en cuanto al coeficiente de reparto de frenado por fricción específico de cada tipo de electrificación del vehículo con arreglo al cuadro 4 del presente Reglamento (es decir, el vehículo con el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico más elevado). En tal caso, el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico medido deberá atribuirse a todos los vehículos de cada tipo de electrificación con arreglo al cuadro 4 del presente Reglamento. En estas circunstancias, el fabricante deberá poder demostrar la conformidad con el coeficiente de reparto de frenado homologado para cada configuración del modelo de vehículo.

4.2. Preparación

4.2.1. Sensores de par de frenado

4.2.1.1. Sensores piezoeléctricos

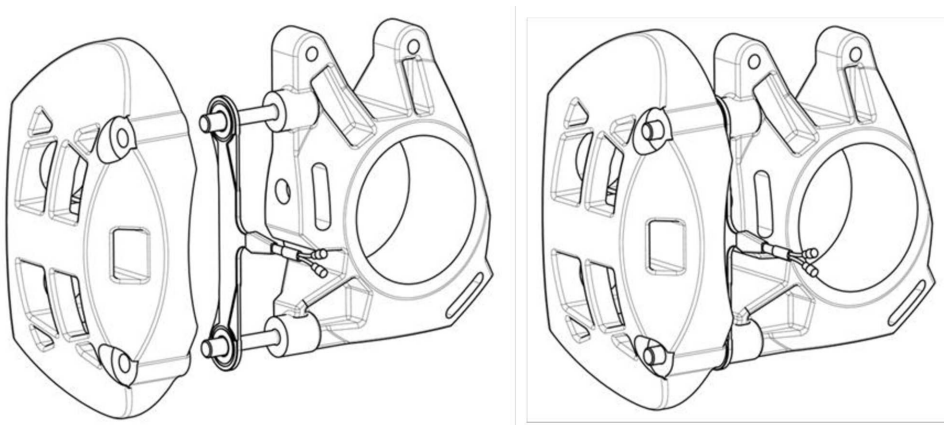
El sensor de par de frenado es un sensor capaz de medir la cantidad real de par de frenado directamente en la posición en la que se genera el par, entre la mordaza y la mangueta. Los sensores de par de frenado suelen estar adaptados a sistemas de frenado concretos. Normalmente, dependiendo del diámetro del perno de montaje, su espesor oscila entre 3,5 y 5,0 mm.

Para los fines de la metodología actual, se montarán sensores de par externos en la mordaza de cada esquina de freno del vehículo. El gráfico A5/1 ofrece un ejemplo esquemático de montaje de los sensores de par de frenado. Dependiendo de la disposición técnica del freno y del sensor, se necesitará un sensor por orificio de montaje o la integración en una única herramienta. Se podrá volver a mecanizar la mordaza o pastilla para permitir la aplicación de los sensores. No obstante, se pondrá especial cuidado en no dañar el freno y garantizar que la mordaza siga siendo capaz de cumplir los requisitos previstos del ciclo de frenado WLTP sin ningún riesgo para la seguridad ni efecto negativo en el comportamiento de frenado (por ejemplo, por deformación). Esto se aplica a todo el intervalo de funcionamiento del sensor especificado por su fabricante.

El par medido a lo largo del tiempo se convertirá en trabajo de frenado por fricción con arreglo al apartado 3.2 del presente anexo. Debido al principio funcional del sensor, es necesario comprobar la estabilidad del cero antes y después del ensayo y tener en cuenta cualquier desviación.

Gráfico C1

Ejemplo esquemático de montaje de los sensores de par de frenado



Se recomienda un intervalo global resultante de 0 a 800 N·m. El intervalo máximo de la cadena de medición se elegirá en función de la masa del vehículo, la geometría de los frenos y las condiciones de par resultantes previstas durante los ensayos. El centro de ensayo hará referencia a las recomendaciones del fabricante de los frenos, del vehículo y de los sistemas de sensores para garantizar el correcto funcionamiento del sensor y de los dispositivos de recogida de datos.

Las calibraciones de los sensores deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- La exactitud del sistema de sensores no deberá diferir en más del $\pm 2\%$ del intervalo total o de ± 5 N·m, tomándose de estos el valor que sea mayor.
- Los amplificadores de los sensores de par se ajustarán a cero antes del ensayo sin aplicar par de freno al sistema.
- Después del ensayo, se comprobará si los sensores de par se desvían del cero. Se aceptará una desviación del cero máxima de $\pm 0,5\%$ del fondo de escala.

Se requiere un sensor de calibración de referencia para llevar a cabo el procedimiento de calibración. El gráfico A5/2 ofrece una representación esquemática de cómo acoplar el sensor de calibración de referencia al cubo de la rueda. Tras la instalación del sensor de par de frenado, se acoplará el sensor de calibración de referencia a la rueda y se aplicará el par. El gráfico A5/3 resume esquemáticamente el procedimiento de calibración.

Gráfico A5/2

Manilla en T y sensor de calibración de referencia acoplados al cubo de la rueda por medio de un adaptador.

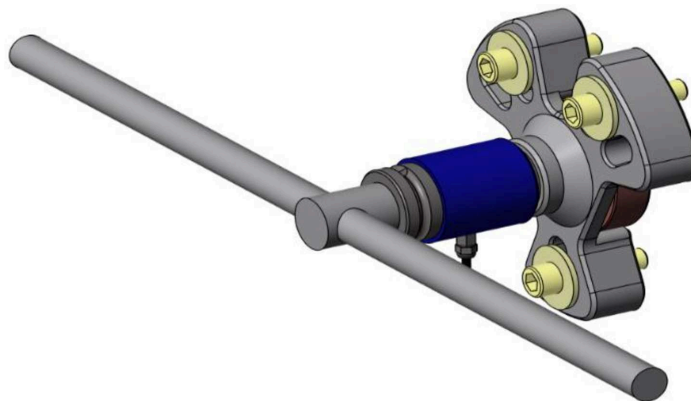
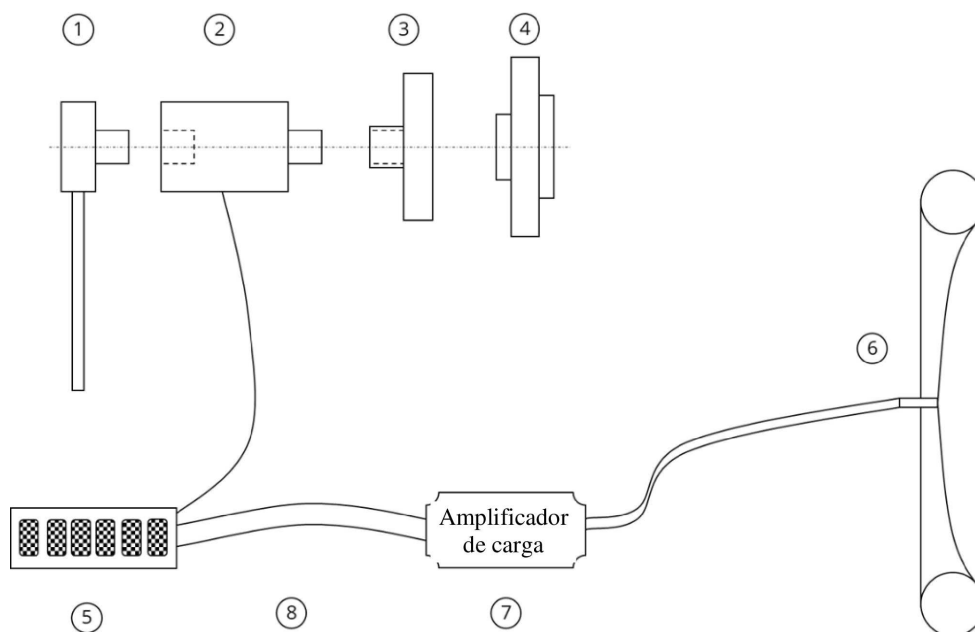


Gráfico A5/3

Ejemplo esquemático de calibración.



N.º	Artículo del gráfico A5/3
1	Boca cuadrada de una llave estándar (que encaja en el sensor de referencia)
2	Sensor de calibración de referencia
3	Adaptador para el cubo de la rueda (para aplicar el par directamente sobre el eje)
4	Cubo de la rueda
5	Sistema de adquisición de datos (que es compatible con la entrada de la galga extensométrica)
6	Sensor(es) de par de frenado, incluido el cable
7	Amplificador de carga
8	Cable de sistema con conector al sistema de adquisición de datos

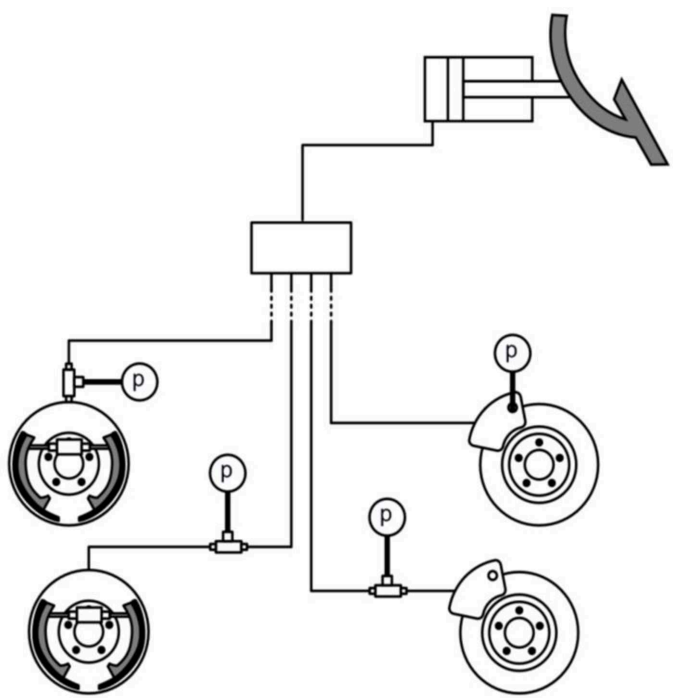
Se comprobará la linealidad del sensor siguiendo las recomendaciones del fabricante del sistema de medición. Este no deberá presentar errores residuales superiores al 2 % del fondo de escala o a $\pm 5 \text{ N}\cdot\text{m}$, si esta cifra es superior, en ningún punto del intervalo operativo por encima de cero. El sistema de medición se compensará por la influencia de la temperatura de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El sensor de calibración de referencia se calibrará con arreglo a la norma ISO 17025 en los últimos doce meses de uso.

4.2.2. Transductores y sensores de presión

Se montará un sensor de presión externo en la trayectoria del líquido de frenos de cada esquina de freno del vehículo. Preferiblemente, se montará en el tornillo de ventilación de la esquina de freno correspondiente. Si esto no es posible debido a limitaciones de espacio u otros problemas, se permiten ubicaciones de montaje alternativas; sin embargo, deberán encontrarse lo más cerca posible de la esquina de freno respectiva. El gráfico A5/4 ofrece una representación esquemática de cómo montar los sensores de presión de frenado en las tuberías de freno del vehículo sometido a ensayo. La presión medida a lo largo del tiempo se convertirá en par de frenado con arreglo a la ecuación 9 y en un coeficiente de reparto de frenado por fricción como se describe en los apartados 3.1 y 3.2 del presente anexo.

Gráfico A5/4

Ejemplos de montaje de sensores de presión de frenado (P) en las tuberías de freno de los vehículos sometidos a ensayo



Se recomienda utilizar un sensor de presión con capacidad de medición en el intervalo de 0-6 000 kPa, mientras que el intervalo máximo del sensor se elegirá en función de las condiciones de presión máxima previstas durante los ensayos. La incertidumbre combinada de no linealidad, histéresis y repetibilidad para la medición de presión será del 0,5 % de la lectura o del 0,3 % del fondo de escala, si este último valor es mayor (presupuesto total de incertidumbre).

4.2.3. Sensores para la medición de la fuerza en frenos electromecánicos

Reservado

4.3. Registro de datos

4.3.1. Datos del dinamómetro de chasis

Durante los ensayos se utilizarán sistemas específicos de registro de datos para consignar los datos brutos del dinamómetro de chasis, así como del vehículo y sus componentes instrumentados. Se recomienda registrar los datos siguiendo las especificaciones descritas en el anexo B5 del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas (apartado 2, «Dinamómetro de chasis»).

Además de los datos solicitados en el Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas, los parámetros relacionados con el freno de base se registrarán con arreglo al cuadro A4/3 del anexo 4. Esto incluye al menos los parámetros elegidos por el método principal y el método de referencia. La medición se llevará a cabo con una frecuencia no inferior a 10 Hz. La masa del vehículo se definirá con arreglo al apartado 3.1.9 del presente Reglamento, independientemente del ciclo de ensayo. Además, se documentarán los valores C_p de la relación par/presión (si procede).

El registro de datos se iniciará antes del ensayo real en el dinamómetro de chasis o al mismo tiempo. El registro de datos del dinamómetro de chasis y del vehículo garantizará la sincronización de los datos, lo que significa que las señales se referirán a la misma curva temporal. Se recomienda registrar las señales ajustadas en función del tiempo en un único archivo. Otra opción es registrar la señal de velocidad del vehículo junto con la información sobre el freno y utilizarla para el ajuste en función del tiempo si los datos se registran en diferentes sistemas. Los datos registrados se facilitarán en un formato de datos común y de acceso abierto.

4.4. Ajustes del dinamómetro de chasis

La configuración y el método de ensayo deberán cumplir los requisitos del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas en la versión que sea válida en el momento del ensayo. No se permiten desviaciones, excepto las que se indican en el presente documento.

Los ensayos se realizarán a una temperatura de 23 ± 5 °C tras estabilizar el vehículo, los sistemas de frenado y los sistemas de medición durante un período de entre 6 y 36 horas. La simulación de la resistencia al avance en carretera será plenamente conforme con el Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas independientemente del ciclo de ensayo. La estabilización, el preacondicionamiento y la resistencia al avance en carretera se establecerán de conformidad con el Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas. Esto significa que, para la ejecución del ensayo, deberán tenerse en cuenta los coeficientes de resistencia al avance en carretera (f_0 , f_1 , f_2) de la ecuación de resistencia al avance en carretera.

4.5. Secuencia de ensayo

Se efectuará el rodaje del vehículo de ensayo de conformidad con los requisitos definidos en la sección 2 del anexo B8 del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas hasta el apartado 2.3. Además, los frenos del vehículo de ensayo deberán haberse asentado adecuadamente. A petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante proporcionará pruebas técnicas.

En general, el ensayo se lleva a cabo aplicando la secuencia de preacondicionamiento, estabilización y (para los tipos VEH-CCE, VHPC-CCE y VEP) recarga. A continuación se realizará el ensayo de rendimiento para obtener los coeficientes de reparto de frenado por fricción (véase el gráfico A5/5). Estos procedimientos están recogidos en el anexo B8 del Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas, salvo que se especifique lo contrario a continuación.

Gráfico A5/5

Estructura principal de los ensayos en dinamómetro de chasis con arreglo a la presente sección

Preacondicionamiento Ciclo de escape WLTC	Estabilización y recarga 6-36 horas	Ciclo de ensayo Ciclo de frenado WLTP o Trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP
---	---	--

El vehículo deberá ajustarse y someterse a ensayo en el modo seleccionable por el conductor que dé lugar a la menor recuperación (es decir, el caso más desfavorable en términos de coeficiente de reparto de frenado por fricción específico), tal como se describe en el apartado 4.1 del presente anexo. No podrán seleccionarse modos seleccionables por el conductor específicos para fines limitados muy especiales, según se definen en el apartado 4.1 del presente anexo.

No obstante los requisitos anteriores, el ciclo de ensayo aplicable durante el ensayo de rendimiento será el ciclo de frenado WLTP descrito en el anexo 4 o bien, conforme a lo dispuesto en el apartado 6 del presente anexo, el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP. Para todos los tipos de electrificación del vehículo, el ciclo WLTC de preconditionamiento y el ciclo de ensayo aplicable se realizarán una sola vez.

4.6. Criterios de calidad del ensayo con el dinamómetro de chasis

Se llevarán a cabo los siguientes controles de calidad para verificar la correcta ejecución del ciclo de frenado WLTP en un ensayo con dinamómetro de chasis. Para ser válido, un ensayo con dinamómetro de chasis deberá cumplir todos los criterios que se describen a continuación.

En caso de que el vehículo no pueda cumplir todos los criterios o seguir la curva de velocidad en alguno de los ciclos de ensayo, se utilizarán por defecto los coeficientes de reparto de frenado por fricción indicados en el cuadro 4 del presente Reglamento.

4.6.1. Cálculo de las señales utilizadas para los controles de calidad

4.6.1.1. Velocidad real y velocidad buscada

Se utilizarán señales de velocidad para el cálculo de los criterios de control de calidad. La velocidad medida y la velocidad de referencia se someterán a un procesamiento posterior para obtener las señales de velocidad real y velocidad buscada, que se utilizan para realizar los controles de calidad.

La velocidad medida y la velocidad de referencia se alisarán utilizando un filtro de media móvil simétrica con una longitud de 0,5 segundos. Para aplicar el filtro de media móvil discreta, el número de muestras que debe considerarse es el número impar de muestras que encajan en el intervalo de 0,5 segundos. El número de muestras que deben tenerse en cuenta en ambas direcciones se indica de la manera siguiente (ecuación 15):

$$m = \left\lfloor \frac{0,25 \text{ s}}{t_s} \right\rfloor \quad (\text{Ecuación 15})$$

donde:

t_s es el intervalo de muestreo de la señal de velocidad, en segundos;

$\lfloor \rfloor$ es el operador para el redondeo a la baja.

Con una frecuencia de muestreo de 10 Hz, esto da lugar a una amplitud de $2m + 1 = 5$ muestras.

La media móvil de la señal x con una longitud de $2m + 1$ muestras es indicada por la operación $\text{mavg}(x)$ y calculada con arreglo a la ecuación 16:

$$\text{mavg}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2m+1} \sum_{j=i-m}^{j=i+m} x_j & \text{para } m < i < N-m \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 16})$$

donde:

N es el número de muestras de tiempo de la señal durante todo el ensayo;

x_i es la i -ésima muestra de tiempo de la señal que se ha de alisar.

Para el cálculo de los controles de calidad, la velocidad real y la velocidad buscada se obtienen aplicando dos veces consecutivas el filtro de media móvil de 0,5 segundos a la velocidad de referencia y a la velocidad del vehículo medida en el dinamómetro (ecuaciones 17 y 18):

$$v_T = \text{mavg}(\text{mavg}(v_{ref})) \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$v_D = \text{mavg}(\text{mavg}(v_{dymo})) \quad (\text{Ecuación 18})$$

donde:

v_{ref} es el valor de consigna de velocidad del ciclo de ensayo, en m/s;

v_{dymo} es la velocidad del vehículo, en m/s;

v_D es la velocidad real utilizada para los controles de calidad, en m/s;

v_T es la velocidad buscada que se utiliza para los controles de calidad, en m/s.

4.6.1.2. Aceleración real y aceleración buscada

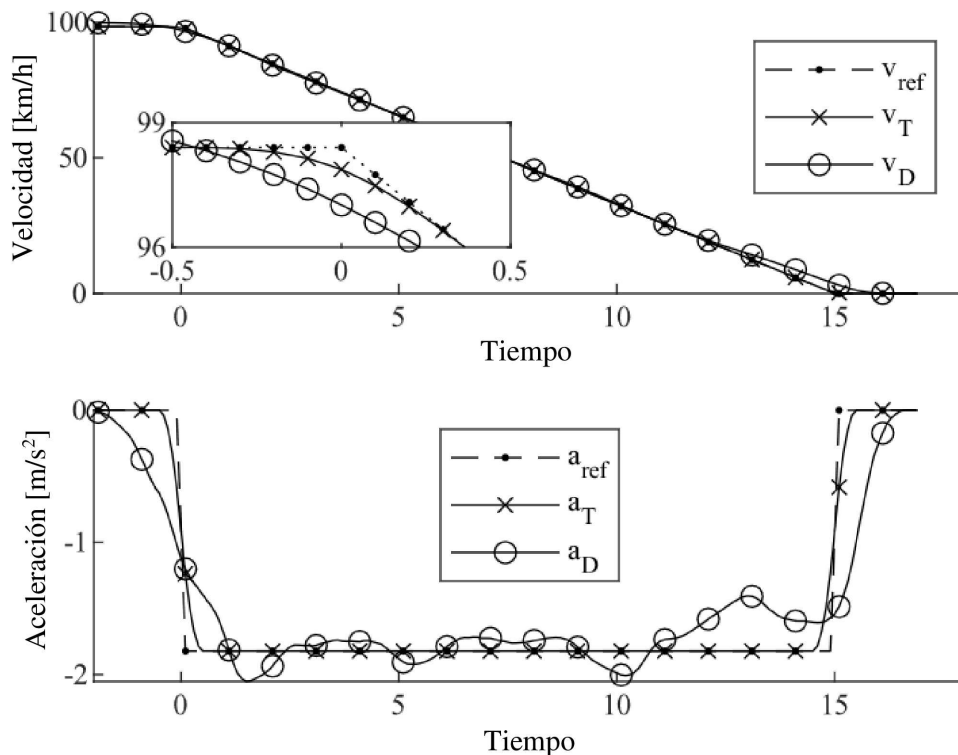
Para el cálculo de los controles de calidad, la aceleración se calculará a partir de las señales de velocidad. Esto se hace utilizando la diferencia finita simétrica con arreglo a las ecuaciones 19 y 20:

$$a_{T,i} = \begin{cases} \frac{v_{T,i+1} - v_{T,i-1}}{2t_s} & \text{para } 1 < i < N-1 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 19})$$

$$a_{D,i} = \begin{cases} \frac{v_{D,i+1} - v_{D,i-1}}{2t_s} & \text{para } 1 < i < N-1 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 20})$$

Gráfico A5/6

Ejemplo de las señales alisadas, siendo a_{ref} el valor de consigna de la señal de aceleración



4.6.1.3. Potencia inercial específica, real y buscada

Para el cálculo de los controles de calidad, la potencia inercial específica de la fuerza de inercia que actúe durante las velocidades respectivas se calculará con arreglo a las ecuaciones 21 y 22:

$$\tilde{P}_{T,i} = v_{T,i} \cdot a_{T,i} \tag{Ecuación 21}$$

$$\tilde{P}_{D,i} = v_{D,i} \cdot a_{D,i} \tag{Ecuación 22}$$

donde:

$\tilde{P}_{T,i}$ es la i-ésima muestra de la señal de potencia inercial específica buscada, en W/kg;

$\tilde{P}_{D,i}$ es la i-ésima muestra de la señal real de potencia inercial específica, en W/kg.

4.6.2. Error cuadrático medio de la velocidad

Para comprobar la calidad del ensayo, se calculará el error cuadrático medio de la velocidad (RMSSE) en km/h con arreglo a la ecuación 23:

$$RMSSE = \frac{3,6 \text{ km/h}}{1.0 \text{ m/s}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_{D,i} - v_{T,i})^2} \tag{Ecuación 23}$$

Para que un ensayo sea válido, deberá cumplirse el criterio de la ecuación 24:

$$\text{RMSSE} < 1,3 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (\text{Ecuación 24})$$

4.6.3. Índice de inercia de la desaceleración

Para comprobar la calidad del ensayo, se calculará el índice de inercia de la desaceleración (IWR^-) con arreglo a la ecuación 25:

$$\text{IWR}^- = 100\% \cdot \frac{w_D^- - w_T^-}{w_T^-} \quad (\text{Ecuación 25})$$

donde:

w_D^- es el trabajo inercial específico realizado durante la desaceleración, en J/kg;

w_T^- es el trabajo inercial específico buscado durante la desaceleración, en J/kg.

El trabajo inercial específico durante la desaceleración se calcula como la integral numérica de la potencia inercial específica únicamente durante la desaceleración (ecuaciones 26 y 27):

$$w_T^- = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (\tilde{P}_{T,i}^- + \tilde{P}_{T,i+1}^-) \quad (\text{Ecuación 26})$$

$$w_D^- = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (\tilde{P}_{D,i}^- + \tilde{P}_{D,i+1}^-) \quad (\text{Ecuación 27})$$

donde:

\tilde{P}_D^- es la potencia inercial específica realizada durante la desaceleración, en J/kg;

\tilde{P}_T^- es la potencia inercial específica buscada durante la desaceleración, en J/kg.

La potencia inercial específica durante la desaceleración se define de la forma siguiente (ecuaciones 28 y 29):

$$\tilde{P}_{T,i}^- = \begin{cases} \tilde{P}_{T,i} & \text{para } \tilde{P}_{T,i} < 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 28})$$

$$\tilde{P}_{D,i}^- = \begin{cases} \tilde{P}_{D,i} & \text{para } \tilde{P}_{D,i} < 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 29})$$

Para que un ensayo sea válido, deberá cumplirse el criterio de la ecuación 30:

$$|\text{IWR}^-| < 15\% \quad (\text{Ecuación 30})$$

4.6.4. Trabajo por diferencia de potencia inercial

El trabajo por diferencia de potencia inercial (IPDW) es el trabajo efectivo realizado por la diferencia de potencia inercial específica entre las señales de potencia inercial específica real y buscada en J/kg.

En general, el trabajo inercial específico efectivo de la diferencia de dos señales de potencia inercial específica se definirá con arreglo a la ecuación 31:

$$w_{\Delta P^2} = \sqrt{(t_{end} - t_{start}) \cdot \int_{t_{start}}^{t_{end}} (\tilde{P}_D - \tilde{P}_T)^2 dt} \quad (\text{Ecuación 31})$$

A fin de aplicarlo al ciclo de frenado WLTP, se calcula el IPDW para cada evento de desaceleración en frenado k , durante el intervalo que va desde 1 segundo antes de comenzar el evento de desaceleración en frenado hasta 1 segundo después de finalizar el evento de desaceleración en frenado, de acuerdo con las ecuaciones 32 y 33:

$$IPDW_k = \sqrt{(t_{end,k} - t_{start,k} + 2s) \cdot \sum_{i \in I_k} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} (\Delta \tilde{P}_i^2 + \Delta \tilde{P}_{i+1}^2)} \quad (\text{Ecuación 32})$$

$$\Delta \tilde{P}_i = \tilde{P}_{D,i} - \tilde{P}_{T,i} \quad (\text{Ecuación 33})$$

donde:

- k es el índice de cada evento de desaceleración en frenado;
- i es el índice de la muestra de tiempo;
- $t_{start,k}$ es el valor de consigna del tiempo de inicio del evento de desaceleración en frenado con arreglo a la referencia, en segundos;
- $t_{end,k}$ es el valor de consigna del tiempo de finalización del evento de desaceleración en frenado con arreglo a la referencia, en segundos;
- t_i es la i -ésima muestra de tiempo;
- $\Delta \tilde{P}_i$ es la diferencia entre las señales de potencia inercial específica real y buscada, en W/kg;
- I_k es el conjunto de puntos de tiempo de muestreo dentro del evento de desaceleración en frenado.

El conjunto de puntos de muestreo desde 1 segundo antes hasta 1 segundo después del k -ésimo evento de desaceleración en frenado se define en la ecuación 34:

$$I_k = \{i \in \mathbb{N} \mid t_{start,k} - 1s \leq t_i < t_{end,k} + 1s\} \quad (\text{Ecuación 34})$$

El IPDW para todo el frenado WLTP se calcula como el valor cuadrático medio del $IPDW_k$ de todos los eventos de desaceleración en frenado (ecuación 35):

$$IPDW = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K IPDW_k^2} \quad (\text{Ecuación 35})$$

donde:

- K es el número de paradas en el ciclo, que es de 303 para el frenado WLTP completo o de 114 para el trayecto 10 del frenado WLTP.

Para que un ensayo sea válido, deberá cumplirse el criterio de la ecuación 36:

$$\text{IPDW} < 30 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad (\text{Ecuación 36})$$

4.6.5. Índice de diferencia de potencia inercial

El índice de diferencia de potencia inercial (IPDR) es la relación entre el IPDW de cada evento de desaceleración en frenado en comparación con el trabajo inercial de referencia del evento de desaceleración en frenado, expresada en porcentaje.

El IPDR_k de cada k -ésimo evento de desaceleración en frenado se define en la ecuación 37:

$$\text{IPDR}_k = \frac{\text{IPDW}_k}{w_{\text{ref},k}} \quad (\text{Ecuación 37})$$

donde:

$w_{\text{ref},k}$ es el trabajo inercial específico de referencia del evento de desaceleración en frenado k indicado en la columna «Energía cinética específica» del cuadro del apéndice 2 del anexo 4.

El IPDR para todo el frenado WLTP se calcula como el valor cuadrático medio del IPDR_k de todos los eventos de desaceleración en frenado (ecuación 38):

$$\text{IPDR} = 100\% \cdot \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{IPDR}_k^2} \quad (\text{Ecuación 38})$$

donde:

K es el número de eventos de desaceleración en frenado que integran el ciclo, que es de 303 para el frenado WLTP o de 114 para el trayecto 10 únicamente.

Para que un ensayo sea válido, deberá cumplirse el criterio de la ecuación 39:

$$\text{IPDR} < 50 \% \quad (\text{Ecuación 39})$$

4.6.6. Comprobación de incumplimientos de velocidad

Se aplicarán los criterios de tolerancia de la velocidad del apartado 9.4.1 del anexo 4. El enfoque del 3 % definido en dicho apartado se aplicará al trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP cuando se elija este como ciclo de ensayo aplicable.

5. Equivalencia de métodos

A petición del fabricante y siempre que se cumplan los criterios de equivalencia descritos en el apartado 5.3 del presente anexo, podrá utilizarse un método alternativo, según se describe en el apartado 3.2.2.4 del presente anexo, para determinar el coeficiente de reparto de frenado por fricción individual, en lugar de los métodos de referencia descritos en los apartados 3.2.2.1, 3.2.2.2 o 3.2.2.3 del presente anexo.

5.1. Selección del vehículo para la prueba de equivalencia

El fabricante demostrará la equivalencia de un método alternativo para aquellos tipos de electrificación de vehículos que figuran en el apartado 2 del presente anexo para los que se solicite la aplicación del método alternativo. En dicha demostración se utilizará al menos un vehículo por cada tipo de electrificación.

5.2. Ensayo del método alternativo

Para demostrar la equivalencia, el vehículo estará equipado con medidores del par de frenado, transductores de presión de frenado o sensores conforme al apartado 4.2 del presente anexo y se someterá al ciclo de frenado WLTP conforme a la secuencia de ensayo definida en el apartado 4.5 del presente anexo.

5.3. Criterio de equivalencia

El método alternativo se considerará equivalente al método de referencia si se cumple alguna de las condiciones siguientes (ecuaciones 40 y 41):

$$\left| \frac{c_{alt} - c}{c} \right| \leq 10 \% \quad (\text{Ecuación 40})$$

$$|c_{alt} - c| \leq 0,02 \quad (\text{Ecuación 41})$$

donde:

c_{alt} es el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo que se mide con el método alternativo.

6. Equivalencia del ciclo de ensayo

Como alternativa a la obtención del coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo del ciclo de frenado WLTP, el fabricante podrá optar por calcularlo ejecutando el trayecto #10 del ciclo con arreglo al procedimiento definido en el apartado 4.5 del presente anexo. En tal caso, el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo calculado en el trayecto #10 del ciclo de frenado WLTP se considerará y se consignará como equivalente al del ciclo. En caso de discrepancia entre los factores c medidos, será decisivo el factor c determinado en el ciclo de frenado WLTP.

7. Productos del ensayo

Se anotará el método de medición de referencia para determinar y validar el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo utilizado por el fabricante del vehículo para la homologación de tipo (para más detalles, véase el apartado 3.2 del presente anexo).

7.1. Desviación del coeficiente de reparto de frenado por fricción («Declaración»)

7.1.1. El fabricante podrá aumentar el coeficiente de reparto de frenado por fricción específico del vehículo, calculado con arreglo al presente anexo, hasta en un 50 % del valor medido o en un 0,05 % del valor absoluto, si este último valor es mayor.

7.1.2. A petición del fabricante y con la aprobación de la autoridad de homologación, los fabricantes podrán aumentar el coeficiente de reparto de frenado por fricción calculado con arreglo al presente anexo hasta los valores indicados en el cuadro 4 del presente Reglamento para el tipo de electrificación del vehículo correspondiente, o hasta los valores indicados en el apartado 7.1.1 del presente anexo, si este último valor es mayor.