

## II

(Actos cuya publicación no es una condición para su aplicabilidad)

## CONSEJO

## DIRECTIVA DEL CONSEJO

de 1 de octubre de 1991

por la que se modifica la Directiva 88/77/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos

(91/542/CEE)

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, su artículo 100A,

Vista la propuesta de la Comisión <sup>(1)</sup>,

En cooperación con el Parlamento Europeo <sup>(2)</sup>,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social <sup>(3)</sup>,

Considerando que es importante adoptar medidas encaminadas a establecer progresivamente el mercado interior en el transcurso de un período que expirará el 31 de diciembre de 1992; que el mercado interior lleva consigo un espacio sin fronteras interiores en el que se garantiza la libre circulación de mercancías, personas, servicios y capitales;

Considerando que el primer programa de acción de la Comunidad Europea para la protección del medio ambiente, aprobado por el Consejo, el 22 de noviembre de 1973, invita ya a tener en cuenta los últimos progresos científicos en la lucha contra la contaminación atmosférica causada por los gases procedentes de los vehículos de motor, y a adaptar en dicho sentido las Directivas ya aprobadas; que el tercer programa de acción establece que se emprenderán esfuerzos adicionales para reducir de forma importante el nivel actual de las emisiones contaminantes de los vehículos de motor;

Considerando que la Directiva 88/77/CEE <sup>(4)</sup> establece los valores límite para las emisiones de monóxido de carbono,

hidrocarburos sin quemar y óxidos de nitrógeno de los motores diesel destinados a la propulsión de vehículos de motor sobre la base de un procedimiento de prueba representativo habida cuenta de las condiciones de conducción en Europa para los vehículos en cuestión; que, de conformidad con el artículo 6 de dicha Directiva, estos valores límite serán nuevamente reducidos, como consecuencia de los avances técnicos, y se fijará un valor límite para las emisiones de partículas;

Considerando que es necesario, al establecer las nuevas normas y el procedimiento de prueba, tener en cuenta el desarrollo futuro de los transportes en la Comunidad Europea; que en relación con el mercado interior comunitario, hay que contar con un aumento del número de matriculaciones de automóviles, especialmente de matriculaciones de camiones nuevos;

Considerando que la labor emprendida por la Comisión en ese ámbito ha puesto de manifiesto que la industria del motor de la Comunidad dispone desde hace algún tiempo, o está perfeccionando actualmente, tecnologías que permiten reducir considerablemente los valores límite en cuestión y la norma por lo que se refiere a la emisión de partículas; que este hecho y el aumento esperable del número de vehículos en Europa a causa del mercado interior, hacen absolutamente indispensable, en interés de la protección del medio ambiente y de la salud de la población, una drástica disminución de los valores límite de emisión;

Considerando que resulta conveniente introducir estas normas más estrictas en dos fases, y que la primera de ellas coincida con las fechas de aplicación de la nueva normativa europea relativa a las emisiones de los automóviles de turismo; que la segunda fase persigue el establecimiento de una pauta a más largo plazo para la industria europea del motor, que consiste en la fijación de valores límite basados en

<sup>(1)</sup> DO n° C 187 de 27. 7. 1990, p. 6.

<sup>(2)</sup> DO n° C 48 de 25. 2. 1991, p. 162; y DO n° C 240 de 16. 9. 1991, p. 106.

<sup>(3)</sup> DO n° C 41 de 18. 2. 1991, p. 51.

<sup>(4)</sup> DO n° L 36 de 9. 2. 1988, p. 33.

el rendimiento previsto de las tecnologías que están todavía en la fase de desarrollo, dando a la industria un plazo suficiente de tiempo para perfeccionar estas tecnologías; que la puesta en vigor de la segunda fase requiere que previamente se cumplan determinadas condiciones de fondo en relación con la disponibilidad de combustible diesel de bajo contenido en azufre y de un combustible de referencia correspondiente para la realización de pruebas de emisiones, con el progreso alcanzado en el campo de las tecnologías de control de emisión y con la disponibilidad de un método mejorado para el control de la conformidad de la producción que la Comisión adoptará en aplicación del procedimiento de adaptación al progreso técnico que establece el artículo 4 de la Directiva 88/77/CEE; que, antes de finales de 1993, la Comisión presentará al Consejo un informe general sobre estos temas para que éste decida, en su caso, antes del 30 de septiembre de 1994, el valor límite de emisión de partículas adoptado para la segunda fase;

Considerando que conviene estudiar si la prueba europea de trece fases, mediante la que se comprueban los valores límite de las substancias nocivas gaseosas, ha de completarse para tener en cuenta los procesos dinámicos como, por ejemplo, la aceleración, y que la Comisión deberá presentar a su debido tiempo un informe al respecto;

Considerando que, de acuerdo con el procedimiento de muestreo ha de respetarse sólo el valor límite medio de serie en la prueba en serie, por lo que sería muy deseable un sistema de muestreo mejorado, habiendo de presentar la Comisión propuestas adecuadas;

Considerando que para la observancia eficaz de los valores límite fijados es indispensable la aplicación de una inspección específica anual obligatoria de los gases de escape de los vehículos de motor, habiendo de presentar la Comisión las propuestas correspondientes;

Considerando que, para permitir que el medio ambiente europeo se beneficie de la mejor manera posible de estas disposiciones y, al mismo tiempo, para asegurar la unidad del mercado, es necesario aplicar obligatoriamente nuevas y muy estrictas normas;

Considerando que sería oportuna una iniciativa por parte de los Estados miembros destinada a fomentar, mediante la aplicación de incentivos fiscales, niveles de emisión inferiores a los previstos en la normativa vigente, siempre que estos incentivos se apliquen a la totalidad de los modelos comercializados en cada Estado miembro;

Considerando que se activaría asimismo un mayor grado de rigor de las normas si los Estados miembros desarrollaran un sistema que impulse a los compradores de automóviles de turismo nuevos a desguazar o, en la medida de lo posible, reciclar sus automóviles viejos;

Considerando que es conveniente para la Comunidad estudiar y desarrollar sistemas de propulsión y carburantes alternativos y los correspondientes sistemas de transporte y apoyar financieramente la investigación y el desarrollo en estos sectores,

HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

#### Artículo 1

La Directiva 88/77/CEE quedará modificada como sigue:

1. El título se sustituirá por el texto siguiente:

#### «Directiva del Consejo de 3 de diciembre de 1987

relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos».

2. Los Anexos I, II, III, V y VIII se modificarán de acuerdo con el Anexo de la presente Directiva.

#### Artículo 2

1. A partir del 1 de enero de 1992, ningún Estado miembro podrá basarse en la emisión de gases y partículas contaminantes emitidas por un motor para:

- negarse a conceder la homologación CEE de tipo o a librar el documento mencionado en el último guión del apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 70/156/CEE del Consejo <sup>(1)</sup>, o a conceder la homologación nacional de tipo a un tipo de vehículo propulsado por un motor diesel; o
- prohibir la matriculación, venta, puesta en servicio o utilización de dichos vehículos nuevos; o
- negarse a conceder la homologación CEE de tipo, o la homologación nacional de tipo a un tipo de motor diesel; o
- prohibir la venta o utilización de motores diesel nuevos,

siempre y cuando se cumplan los requisitos de los Anexos de la Directiva 88/77/CEE.

2. Los Estados miembros no podrán seguir concediendo la homologación CEE ni expedir el documento previsto en el último guión del apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 70/156/CEE, y denegarán la homologación de alcance nacional de tipos de motores diesel y tipos de vehículos propulsados por un motor diesel:

- a partir del 1 de julio de 1992, cuando las emisiones de gases y partículas contaminantes del motor sobrepasen los valores límite establecidos en la línea A;
- a partir del 1 de octubre de 1995, cuando la emisión de gases y partículas contaminantes de un motor sobrepasen los valores límite establecidos en la línea B,

de la tabla del punto 6.2.1 del Anexo I de la Directiva 88/77/CEE.

3. Hasta el 30 de septiembre de 1993 no se aplicará el apartado 2 a los vehículos propulsados por un motor diesel

<sup>(1)</sup> DO nº L 42 de 23. 2. 1970, p. 1.

que no esté descrito en el anexo de un certificado de homologación concedido antes del 1 de julio de 1992 según lo dispuesto en la Directiva 88/77/CEE.

4. Con excepción de los vehículos y motores diesel destinados a la exportación a países terceros, los Estados miembros prohibirán la matriculación, venta, puesta en servicio y utilización de vehículos nuevos propulsados por un motor diesel así como la venta y utilización de nuevos motores diesel:

- a partir del 1 de octubre de 1993, cuando las emisiones de gases y partículas contaminantes del motor sobrepasen los valores límite establecidos en la línea A;
- a partir del 1 de octubre de 1996, cuando las emisiones de gases y partículas contaminantes del motor sobrepasen los valores límite establecidos en la línea B,

de la tabla del punto 8.3.1.1 del Anexo I de la Directiva 88/77/CEE.

#### Artículo 3

Los Estados miembros podrán prever incentivos fiscales para los vehículos a que se refiere la presente Directiva. Estos incentivos deberán ser conformes a las disposiciones del Tratado y cumplir además las siguientes condiciones:

- deberán aplicarse a la totalidad de la producción automovilística nacional y a los vehículos importados comercializados en el mercado de un Estado miembro y equipados con dispositivos que les permitan satisfacer anticipadamente las normas europeas que deberán observarse en 1996;
- se suprimirán a partir de la fecha de entrada en vigor obligatoria de los valores de emisión fijada en el apartado 4 del artículo 2 para los vehículos nuevos;
- deberán ser, para cada tipo de vehículo, de un importe considerablemente inferior al coste real de los dispositivos introducidos a fin de satisfacer los valores fijados y de su instalación en el vehículo.

Con el fin de que la Comisión pueda presentar sus observaciones, ésta deberá ser informada a su debido tiempo de los proyectos encaminados a establecer o modificar incentivos fiscales tales como los mencionados en el primer párrafo.

#### Artículo 4

Los Estados miembros adoptarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para cumplir la presente Directiva, a más tardar, el 1 de enero de 1992. Informarán inmediatamente de ello a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán

acompañadas de tal referencia en el momento de su publicación oficial. Las características de esta referencia serán determinadas por los Estados miembros.

#### Artículo 5

1. Antes de finales de 1991, el Consejo decidirá, por mayoría cualificada y a partir de una propuesta de la Comisión, las disposiciones que contemplen la disponibilidad en los Estados miembros de un carburante diesel mejorado cuyo contenido máximo autorizado de azufre sea del 0,05 %.

2. Antes del final de 1993, la Comisión rendirá cuentas en un informe dirigido al Consejo de los avances realizados en cuanto a:

- la disponibilidad de las técnicas de control de las emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de motores diesel, en especial para los de menos de 85 kW;
- un nuevo método estadístico para el control de la conformidad de la producción, que deberá adoptarse conforme a lo dispuesto en el artículo 4 de la Directiva 88/77/CEE.

Asimismo, la Comisión presentará al Consejo, si procede, una propuesta que contemple la revisión al alza de los valores límite de las emisiones de partículas. El Consejo se pronunciará sobre esta propuesta, a más tardar, el 30 de septiembre de 1994.

3. Antes del final de 1996, y en función de los avances técnicos realizados, la Comisión presentará al Consejo una revisión de los valores límite de las emisiones contaminantes ligada, si procede, a una revisión del procedimiento de prueba. Los nuevos valores límite no serán de aplicación antes del 1 de octubre de 1999 en lo referente a las nuevas homologaciones por tipo.

#### Artículo 6

El Consejo, por mayoría cualificada y basándose en una propuesta de la Comisión que tenga en cuenta los resultados de los trabajos en curso sobre los efectos invernadero, decidirá medidas que tengan como objetivo limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los vehículos de motor.

#### Artículo 7

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

Hecho en Luxemburgo, el 1 de octubre de 1991.

Por el Consejo

El Presidente

J. G. M. ALDERS

## ANEXO

## Modificaciones de los Anexos de la Directiva 88/77/CEE

## ANEXO I

## ÁMBITO DE APLICACIÓN, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS, SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN CEE, PRESCRIPCIONES Y PRUEBAS, CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

1. *El nuevo texto es el siguiente:*

-1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Directiva se aplicará a los gases y partículas contaminantes de todos los vehículos equipados con motores de encendido por compresión y a los motores de encendido por compresión tal y como se definen en el artículo 1, a excepción de los vehículos de las categorías N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> y M<sub>2</sub> cuya certificación haya sido expedida de conformidad con la Directiva 70/220/CEE <sup>(1)</sup>, modificada en último lugar por la Directiva 91/441/CEE <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> DO n° L 76 de 6. 4. 1970, p. 1.

<sup>(2)</sup> DO n° L 242 de 30. 8. 1991, p. 1.».

2.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

-2.1. "Homologación de un motor", la homologación de un tipo de motor en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas contaminantes.».

2.4. *Se añade el siguiente párrafo:*

«"Partículas contaminantes", cualquier materia recogida en un filtro especificado tras haber diluido el gas de escape de un motor diesel a una temperatura inferior o igual a 325 K (52 °C) con aire limpio filtrado.».

2.9. *El nuevo texto es el siguiente:*

-2.9. **Abreviaturas y unidades**

Todos los volúmenes y caudales volumétricos se calcularán a 273 K y 101,3 KPa.

P	kW	potencia neta no corregida
CO	g/kWh	emisión de monóxido de carbono
HC	g/kWh	emisión de hidrocarburos
NO <sub>x</sub>	g/kWh	emisión de óxidos de nitrógeno
PT	g/kWh	emisión de partículas
$\overline{\text{CO}}, \overline{\text{HC}}, \overline{\text{NO}}, \overline{\text{PT}}$		valor ponderado de las emisiones
conc	ppm	concentración (ppm por volumen)
mass	g/h	caudal de masa de contaminante
WF		factor de ponderación
WF <sub>E</sub>		factor de ponderación efectivo
G <sub>EXH</sub>	kg/h	caudal de volumen de gas de escape (condiciones húmedas)
V' EXH	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen de gas de escape (condiciones secas)
V'' EXH	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen de gas de escape (condiciones húmedas)
G <sub>AIR</sub>	kg/h	caudal de masa de aire de admisión
V'' AIR	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen de aire de admisión (condiciones húmedas)
G <sub>FUEL</sub>	kg/h	caudal de masa de carburante
G <sub>DIL</sub>	kg/h	caudal de masa del aire de dilución
V'' DIL	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen del aire de dilución (condiciones húmedas)

$M_{SAM}$	kg	masa de la muestra que atraviesa los filtros de muestreo de partículas
$V_{SAM}$	m <sup>3</sup>	volumen de la muestra que atraviesa los filtros de muestro de partículas (condiciones húmedas)
$G_{EDF}$	kg/h	caudal de masa diluida equivalente
$V''_{EDF}$	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen diluido equivalente (condiciones húmedas)
$i$		subíndice que denota un modo individual
$P_i$	mg	masa de la muestra de partículas
$G_{TOT}$	kg/h	caudal de masa del gas de escape diluido
$V''_{TOT}$	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen del gas de escape diluido (condiciones húmedas)
$q$		relación de dilución
$r$		relación entre las secciones eficaces de la sonda de muestra y el tubo de escape
$A_p$	m <sup>2</sup>	sección eficaz de la sonda de muestreo isocinética
$A_T$	m <sup>2</sup>	sección eficaz del tubo de escape
HFID		detector por ionización de llama
NDUVR		analizador no dispersivo por absorción en los ultravioletas
NDIR		analizador no dispersivo por absorción en los infrarrojos
CLA		analizador de luminiscencia química
HCLA		analizador de luminiscencia química en caliente
$S$	kW	ajuste del dinamómetro, como se indica e el punto 4.6.4 del Anexo III
$P_{min}$	kW	potencia neta mínima del motor, tal y como se indica en la línea (e) del cuadro del apéndice 1, punto 7.2, Anexo II
$L$		porcentaje de carga, tal y como se indica en el punto 4.1 del Anexo III
$P_{max}$	kW	potencia total admisible absorbida por la instalación que podrá ser accionada por el motor, como se especifica en el punto del apéndice 1 del Anexo II, menos la potencia total absorbida por dicha instalación que podrá ser accionada por el motor durante la prueba, como se especifica en el punto 6.2.2 del apéndice 1 del Anexo II.».

3.1.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«3.1.1. La solicitud de homologación de un tipo de motor en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas contaminantes deberá presentarla el constructor del motor o un mandatario debidamente acreditado.».

3.2.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«3.2.1. La solicitud de homologación de un vehículo en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de su motor deberá presentarla el fabricante del vehículo o un mandatario debidamente acreditado.».

6.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«6.1. Aspectos generales

Los componentes que pueden influir en las emisiones de gases y partículas contaminantes deberán estar diseñados, fabricados e instalados de manera que, en condiciones normales de utilización y a pesar de las vibraciones a que pudiera estar sometido, el motor se ajuste a las prescripciones de la presente Directiva.».

6.2. *El nuevo texto es el siguiente:*

«6.2. Prescripciones relativas a las emisiones de gases y partículas contaminantes

La medición de la emisión de gases y partículas contaminantes producidas por el motor presentado a las pruebas deberá efectuarse conforme al método descrito en el Anexo III. El Anexo V describe los sistemas analíticos recomendados para los gases contaminantes y los sistemas de muestreo de partículas recomendados. El servicio técnico podrá admitir otros sistemas o analizadores siempre que se demuestre que ofrecen resultados equivalentes. Para un mismo laboratorio, se entenderá por equivalencia que los resultados de las pruebas coincidan, con un margen de  $\pm 5\%$ , con los resultados de las pruebas de uno de los sistemas de referencia descritos en el presente documento. En lo que se refiere a las emisiones de partículas, únicamente se reconocerá como sistema de referencia el sistema de dilución sin reducción del caudal. Para introducir un nuevo sistema en la Directiva, la equivalencia se determinará a partir del cálculo de la repetitividad y la reproductibilidad mediante pruebas en distintos laboratorios de la manera descrita en el ISO 5725.».

6.2.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«6.2.1. Las masas obtenidas de monóxido de carbono, de hidrocarburos, de óxidos de nitrógeno y de partículas no deberán superar los valores que figuran en el cuadro siguiente:

	Masa de monóxido de carbono (CO) g/kWh	Masa de hidrocarburos (HC) g/kWh	Masa de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) g/kWh	Masa de partículas (PT) g/kWh
A (1. 7. 1992)	4,5	1,1	8,0	0,36 (*)
B (1. 10. 1995)	4,0	1,1	7,0	0,15

(\*) El valor límite para las emisiones de partículas se corregirá mediante un coeficiente de 1,7 en el caso de los motores de potencia inferior o igual a 85 kW.»

8.3.1.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«8.3.1.1. Se tomará un motor de la misma serie, que será sometido a la prueba que se describe en el Anexo III. Las masas obtenidas de monóxido de carbono, de hidrocarburos, de óxidos de nitrógeno y de partículas no deberán superar los valores que figuran en el cuadro siguiente:

	Masa de monóxido de carbono (CO) g/kWh	Masa de hidrocarburos (HC) g/kWh	Masa de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) g/kWh	Masa de partículas g/kWh
A (1. 7. 1992)	4,9	1,23	9,0	0,4 (*)
B (1. 10. 1995)	4,0	1,1	7,0	0,15

(\*) El valor límite para las emisiones de partículas se corregirá mediante un coeficiente de 1,7 en el caso de los motores de potencia inferior o igual a 85 kW.»

8.3.1.2. *La cuarta frase queda modificada como sigue:*

«se determinará entonces, para cada contaminante, la media aritmética (x) de los resultados obtenidos a partir de la muestra.»

*La última frase queda modificada como sigue:*

«L es el valor límite establecido en el punto 8.3.1.1 para cada contaminante considerado, y k es un factor estadístico dependiente de n y expresado en el cuadro siguiente:»

## ANEXO II

*El nuevo título del Anexo es el siguiente:*

### «ANEXO II

#### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN N° . . . .

Establecido de conformidad con el Anexo I de la Directiva 79/156/CEE del Consejo relativa a la homologación CEE y que se refiere a las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos

*(Directiva 88/77/CEE modificada por la Directiva 91/542/CEE)»*

*El nuevo texto del punto 2 del apéndice 1 es el siguiente:*

«2. Dispositivos adicionales anticontaminación (si existen o no se han incluido en otro punto)

Descripción o esquemas . . . . .»

## ANEXO III

## PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«1.1. El presente Anexo describe el método que deberá aplicarse para determinar las emisiones de gases y partículas contaminantes de los motores sometidos a prueba.»

2. *El nuevo texto es el siguiente:*

«2. PRINCIPIO DE MEDICIÓN

Los gases de escape de un motor incluyen hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas. A lo largo de un ciclo prescrito de pruebas, se determinan de manera continua las cantidades de los contaminantes mencionados. El ciclo de pruebas consiste en un número determinado de fases de régimen y potencia que cubren la gama típica de las condiciones en funcionamiento de los motores diesel. Durante cada fase, se determina la concentración de cada gas contaminante, el caudal del gas de escape y la potencia suministrada y se ponderan los valores obtenidos. En lo que se refiere a las partículas, se toma una muestra a lo largo del ciclo completo de pruebas. Todos los valores se utilizarán para el cálculo de la cantidad de cada contaminante emitido en g/kWh según el método descrito en el presente Anexo.»

3.1.4. *El nuevo texto es el siguiente:*

«3.1.4. Un sistema de escape sin aislar y no refrigerado que se extienda al menos 0,5 metros del punto en que se sitúen las sondas de muestreo de los gases de escape y que genere una contrapresión de escape que se sitúe a  $\pm 650$  Pa ( $\pm 5$  mm Hg) del valor límite superior a la potencia nominal máxima especificada por el fabricante del motor en su documentación comercial y de mantenimiento de los vehículos.»

3.2. *El nuevo texto es el siguiente:*

«3.2. Aparatos de análisis y muestreo

El sistema comprenderá un analizador HFID para la medición de los hidrocarburos no quemados (HC), un analizador NDIR para la medición del monóxido de carbono (CO) y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, para calcular la relación de dilución si ello fuera pertinente), un analizador CLA o FiCLA o equivalente para la medición de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y un sistema de dilución y filtrado para la medición de las partículas (PT). Habida cuenta de la presencia de hidrocarburos pesados en los gases de escape de los motores diesel, el sistema de analizador HFID deberá calentarse y mantenerse a una temperatura de 453 K a 473 K (180 a 200 °C).

La precisión de los analizadores deberá equivaler al menos a  $\pm 2,5$  % de la escala total. La escala de medición de los analizadores deberá seleccionarse correctamente en función de los valores determinados.»

3.3.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«3.3.1. El sistema no debe tener fugas de gas. El diseño y los materiales utilizados deben ser tales que el sistema no influya en la concentración de contaminante en los gases de escape. Podrán utilizarse los gases siguientes:

Analizador	Gas de calibrado	Gas de puesta a cero
CO	CO en N <sub>2</sub>	nitrógeno o aire purificado seco
HC	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> en aire	aire purificado seco
NO <sub>x</sub>	NO en N <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	nitrógeno o aire purificado seco
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> en N <sub>2</sub>	nitrógeno o aire purificado seco

<sup>(1)</sup> La cantidad de NO<sub>2</sub> contenida en este gas no debe sobrepasar el 5 % del contenido en NO.»

4.2. *La última frase de este punto es la siguiente:*

«En el cálculo de las emisiones de HC y PT, se tendrá en cuenta  $G_{EXH}$  y  $V''_{EXH}$  según el método de medición utilizado.»

4.3.1.4. *El nuevo texto es el siguiente:*

«4.3.1.4. Los analizadores de CO, CO<sub>2</sub> (si se usa uno) y NO<sub>x</sub> se pondrán a cero por medio de aire purificado seco (o de nitrógeno). Deberá purificarse aire seco para el analizador HC. Se efectuará la regulación de la escala de los analizadores con los gases de calibrado apropiados.»

*A continuación del punto 4.3.1.5 se añadirán los siguientes nuevos puntos 4.3.1.6, 4.3.1.7 y 4.3.1.8:*

«4.3.1.6. Los gasómetros o el instrumental de caudal utilizados para determinar el flujo a través de los filtros de las partículas y para calcular la relación de dilución se deberán calibrar con un dispositivo normal de medición del caudal de aire situado más arriba que el instrumento. Este dispositivo deberá ser conforme a la normativa vigente en cada país. Los puntos de las mediciones del dispositivo de calibrado deberán estar dentro del menor de los dos márgenes siguientes: o bien dentro del intervalo máximo de funcionamiento con una aproximación de  $\pm 1,0\%$ , o bien dentro de un margen de  $\pm 2,0\%$  alrededor del punto.

4.3.1.7. Si se utiliza un sistema de dilución de caudal regulable con una sonda isocinética, la relación de dilución se comprobará con el motor en funcionamiento utilizando, o bien las concentraciones de CO<sub>2</sub>, o bien las de NO<sub>x</sub> en los gases de escape crudos y diluidos.

4.3.1.8. Si se utiliza un sistema de dilución sin reducción del caudal, se comprobará la totalidad del caudal midiendo su contenido en propano. La masa gravimétrica de propano inyectada en el sistema se sustraerá de la masa medida con el sistema de dilución sin reducción del caudal y esta cantidad se dividirá por la masa gravimétrica. Toda discrepancia superior a  $\pm 3\%$  deberá ser corregida.»

*A continuación del punto 4.3.4.4 se añadirá el siguiente punto 4.3.4.5:*

«4.3.4.5. El intervalo de velocidad del gas de escape y las oscilaciones en la presión se comprobarán y ajustarán, llegado el caso, de acuerdo con los requisitos del Anexo V.»

*El nuevo texto de los puntos 4.6, 4.6.1 y 4.6.2 es el siguiente:*

#### «4.6. Desarrollo de la prueba

Al menos dos horas antes del inicio de la prueba, se colocará cada filtro en una caja de Petri cerrada pero sin una junta de estanqueidad que, a su vez, se introducirá en una cámara de pesado para su estabilización. Al final del período de estabilización, se pesarán los filtros y se registrará el peso de la tara. Seguidamente, el filtro se guardará en el interior de la caja de Petri o en un portafiltros estanco hasta el momento en que se necesite para la prueba. Si, transcurrida una hora desde su retirada de la cámara de pesado, no se hubiera utilizado el filtro, antes de utilizarlo habrá que volver a pesarlo.

En cada fase del ciclo de prueba, el régimen especificado deberá mantenerse a  $\pm 50$  rpm y el par especificado a  $\pm 2\%$  del par máximo en el régimen de prueba. La temperatura del carburante en la entrada de la bomba de inyección deberá ser de 306 K a 316 K (33 °C a 43 °C). El regulador y el circuito de alimentación de carburante podrán regularse de acuerdo con las indicaciones proporcionadas por el fabricante en su documentación comercial y de mantenimiento. Deberán efectuarse las siguientes operaciones para cada prueba:

4.6.1. Se instalarán los aparatos y las sondas de toma de muestras según las necesidades. Si se utiliza un sistema de dilución sin reducción del caudal para la dilución del gas de escape, el orificio de salida del tubo se conectará al sistema y se ajustarán debidamente las graduaciones del sistema de regulación de admisión y de la contrapresión de escape. El caudal se ajustará de manera que la temperatura del gas de escape diluido se mantenga a 325 K (52 °C) o menos en los puntos inmediatamente anteriores a los filtros de las partículas en la fase con el máximo flujo de calor determinado a partir del caudal o la temperatura del gas de escape.

4.6.2. Se pondrán en marcha el sistema de refrigeración y el de dilución sin reducción del caudal o el de dilución de caudal regulable.»

4.6.4. *El texto del punto 4.6.4 será el siguiente:*

«4.6.4. La curva de par de giro a plena carga se determinará por experimentación para calcular los valores del par para los tipos de prueba especificados; se tendrá en cuenta la potencia máxima autorizada absorbida por la instalación accionada por el motor, que el fabricante declare aplicable al tipo de motor. El ajuste del dinamómetro para el régimen y cada carga se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$S = P_{\min} \times \frac{L}{100} + P_{\max},»$$

4.6.5. *El nuevo texto es el siguiente:*

«4.6.5. Los analizadores de gas se pondrán a cero y se calibrarán; se pondrá en funcionamiento el sistema de muestreo de partículas. Si se utiliza un sistema de dilución de caudal regulable, la relación de dilución se fijará de manera que el gas de escape diluido se mantenga a una temperatura igual o inferior a 325 K en los puntos inmediatamente anteriores a los filtros de partículas en la fase de máximo flujo de calor determinado a partir del caudal o la temperatura del gas de escape.»

4.6.6. *El nuevo texto es el siguiente:*

«4.6.6. Se comenzará el ciclo de prueba (véase el punto 4.1). Se pondrá en funcionamiento el motor durante 6 minutos en cada fase, y se efectuarán los cambios de régimen y de carga a lo largo del primer minuto. Las respuestas de los analizadores deberán registrarse en el registrador gráfico durante los 6 minutos completos, y los gases de escape deberán pasar a los analizadores durante los 3 últimos minutos como mínimo. Para el muestreo de partículas, se utilizará un par de filtros (principal y secundario, véase el Anexo V) para la totalidad de la prueba. Con un sistema de dilución de caudal regulable, el producto de la relación de dilución y el caudal del gas de escape para cada fase deberá ser igual a la media de todas las fases con una aproximación del 7%. Con el sistema de dilución sin reducción del caudal, el caudal total de masa se deberá mantener dentro de un margen de  $\pm 7\%$  alrededor de la media de todas las fases. La masa de muestra que atraviesa los filtros de partículas ( $M_{SAM}$ ) deberá ajustarse en cada fase para tener en cuenta el factor de ponderación modal y el caudal de masa del gas de escape o del combustible (véase el punto 4.8.3.3). Se utilizará un tiempo de muestreo de al menos 20 segundos. La toma de muestras se deberá llevar a cabo lo más tarde posible dentro de cada fase. El régimen y la carga del motor, la temperatura del aire de admisión y el caudal de gas de escape se deberán registrar durante los últimos 5 minutos de cada fase, respetando el régimen y la carga requeridos durante la toma de muestras de partículas y, en cualquier caso, durante el último minuto de cada fase.»

4.7. *El nuevo texto es el siguiente:*

«4.7. **Evaluación de los resultados**

4.7.1. Al finalizar la prueba, la masa total de muestra que haya atravesado los filtros ( $M_{SAM}$ ) se registrará. Los filtros se volverán a introducir en la cámara de pesado y se acondicionarán durante un mínimo de 2 horas y un máximo de 36, tras lo cual se pesarán. El peso bruto de los filtros se registrará. La masa de las partículas ( $P_i$ ) se obtendrá con la suma de las masas de las partículas recogidas en los filtros principal y secundario.

4.7.2. Para evaluar los registros gráficos de las emisiones gaseosas deberán localizarse los 60 últimos segundos de cada fase y se determinará el valor medio del registro gráfico para HC, CO y NO<sub>x</sub> durante dicho período. Se determinará la concentración de HC, CO y NO<sub>x</sub> a lo largo de cada fase a partir del valor medio registrado y de los datos de calibrado correspondientes. No obstante, se admitirán otros tipos de registro siempre que garanticen resultados equivalentes.»

4.8.1. *El nuevo texto es el siguiente:*

«4.8.1. Los resultados de prueba definitivos sobre las emisiones gaseosas se calcularán de la forma siguiente:».

4.8.2. *El primer párrafo queda modificado como sigue:*

«Las emisiones gaseosas contaminantes deberán calcularse a partir de las relaciones siguientes:

$$\overline{NO_x} = \frac{\sum NO_{x\text{ masa}} \cdot WF_i}{\sum (P_i - P_{aux}) \cdot WF_i}$$

$$\overline{CO} = \frac{\sum CO_{\text{masa}} \cdot WF_i}{\sum (P_i - P_{aux}) \cdot WF_i}$$

$$\overline{HC} = \frac{\sum HC_{\text{masa}} \cdot WF_i}{\sum (P_i - P_{aux}) \cdot WF_i}$$

(El resto del apartado sin cambios).

*A continuación del punto 4.8.2 se añadirán los siguientes puntos 4.8.3, 4.8.4 y 4.8.5:*

«4.8.3. La emisión de partículas se calculará de la siguiente manera. Las ecuaciones generales de este apartado son válidas tanto para los sistemas de dilución sin reducción del caudal como para los sistemas de dilución de caudal regulable:

$$PT = \frac{PT_{\text{masa}}}{\sum (P_i - P_{aux}) \cdot WF_i}$$

4.8.3.1. El caudal de masa de las partículas contaminantes se calculará de la siguiente manera:

$$PT_{\text{masa}} = \frac{P_f \cdot \overline{GEDF}}{M_{SAM} \cdot 1\,000}$$

o

$$PT_{\text{masa}} = \frac{P_f \cdot \overline{V''_{EDF}}}{V_{SAM} \cdot 1\,000}$$

4.8.3.2.  $\overline{G_{EDF}}$ ,  $\overline{V''_{EDF}}$ ,  $M_{SAM}$  y  $V_{SAM}$  a lo largo del ciclo de prueba se determinarán sumando los valores medios de las fases individuales

$$\overline{G_{EDF}} = \Sigma G_{EDF,i} \cdot WF_i$$

$$\overline{V''_{EDF}} = \Sigma V''_{EDF,i} \cdot WF_i$$

$$M_{SAM} = \Sigma M_{SAM,i}$$

$$V_{SAM} = \Sigma V_{SAM,i}$$

4.8.3.3. El factor de ponderación eficaz  $WF_E$  para cada fase se calculará de la siguiente manera:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM} \cdot \overline{G_{EDF}}}{M_{SAM} \cdot G_{EDF,i}}$$

o

$$WF_{E,i} = \frac{V_{SAM,i} \cdot \overline{V''_{EDF}}}{V_{SAM} \cdot V''_{EDF,i}}$$

El valor de los factores de ponderación eficaz deberá coincidir, con una aproximación de  $\pm 0,003$ , con los factores de ponderación enumerados en el punto 4.8.2.

4.8.4. Los resultados de prueba definitivos comunicados en lo que se refiere a la emisión de partículas se obtendrán de la manera siguiente si se utiliza el sistema de dilución sin reducción del caudal (Anexo V, Sistema 4):

4.8.4.1. Se determinará el caudal de volumen de gas de escape diluido  $V''_{TOT}$  a lo largo de todas las fases.  $V''_{TOT,i}$  corresponde a  $V''_{EDF,i}$  en las ecuaciones generales del punto 4.8.3.2.

4.8.4.2. Cuando se utilice el sistema de dilución simple,  $M_{SAM}$  es la masa que atraviesa los filtros de toma de muestra de partículas contaminantes (GF 1 en el Anexo V, Sistema 4).

4.8.4.3. Cuando se utilice un sistema de dilución doble,  $M_{SAM}$  es la masa que atraviesa los filtros de toma de muestra (GF 1 en el Anexo V, en el Sistema 4) menos la masa del aire de la dilución secundaria (GF 2 en el Anexo V, Sistema 4).

4.8.5. Los resultados de prueba definitivos comunicados en relación con la emisión de partículas se obtendrán de la forma siguiente cuando se utilice el sistema de dilución de caudal regulable (Anexo V, Sistema 5). Dado que pueden utilizarse varios tipos de control de la velocidad de dilución, existen varios métodos diferentes para calcular  $G_{EDF}$  o  $V''_{EDF}$ . Todos los cálculos deberán basarse en los valores medios de las fases individuales durante el período de toma de muestras.

4.8.5.1. Muestreo fraccionado con sonda isocinética

$$G_{EDF,i} = G_{EXH,i} \cdot \Phi_i$$

o

$$V''_{EDF,i} = V''_{EXH,i} \cdot \Phi_i$$

$$\Phi_i = \frac{G_{DIL,i} + (G_{EXH,i} \cdot r)}{(G_{EXH,i} \cdot r)}$$

o

$$\Phi_i = \frac{V''_{DIL,i} + (V''_{EXH,i} \cdot r)}{(V''_{EXH,i} \cdot r)}$$

donde  $r$  es la relación entre la sección eficaz de la sonda isocinética y la del tubo de escape:

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

4.8.5.2. Muestreo fraccionado con medición del  $CO_2$  o del  $NO_x$

$$G_{EDF,i} = G_{EXH,i} \cdot \Phi_i$$

o

$$V''_{EDF,i} = V''_{EXH,i} \cdot \Phi_i$$

$$\Phi_i = \frac{CONC_{E,i} - CONC_{A,i}}{CONC_{D,i} - CONC_{A,i}}$$

Donde  $Conc_E$  = concentración del gas de escape crudo  
 $Conc_D$  = concentración del gas de escape diluido  
 $Conc_A$  = concentración del aire diluido.

Las concentraciones medidas en condiciones secas se tendrán que convertir en valores referidos a condiciones húmedas de acuerdo con la fórmula mencionada en el Anexo VI.

#### 4.8.5.3. Muestro total con medición de $CO_2$ y método de equilibrado de carbono

$$G_{EDF,i} = \frac{206 \cdot G_{Fuel,i}}{CO_{2A,i} - CO_{2D,i}}$$

Donde  $CO_{2D}$  = la concentración de  $CO_2$  del gas de escape diluido  
 $CO_{2A}$  = la concentración de  $CO_2$  del aire diluido (concentraciones en porcentaje de volumen en condiciones húmedas).

Esta ecuación está basada en la suposición de que hay un equilibrio de carbono (los átomos de carbono suministrados al motor son emitidos en forma de  $CO_2$ ) y se obtiene de la manera siguiente:

$$G_{EDF,i} = G_{EXH,i} \cdot \eta_i$$

$$\eta_i = \frac{206 \cdot G_{Fuel,i}}{G_{EXH,i} \cdot (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

#### 4.8.5.4. Muestreo total con control del caudal de masa

$$G_{EDF,i} = G_{EXH,i} \cdot \eta_i$$

$$\eta_i = \frac{G_{TOT,i}}{(G_{TOT,i} - G_{DIL,i})}$$

### ANEXO IV

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CARBURANTE DE REFERENCIA QUE SE DEBERÁ UTILIZAR EN LAS PRUEBAS DE HOMOLOGACIÓN Y EN EL CONTROL DE LA CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

En el cuadro insértese la nota (\*) tras las palabras «contenido en azufre», y al pie de página añádase el siguiente texto:

«(\*) A solicitud del constructor, podrá utilizarse para representar una calidad de carburante que pueda encontrarse en el mercado en el futuro un gasóleo de un contenido máximo en azufre del 0,05 % en peso, para las pruebas relativas tanto a la homologación como a la conformidad de la producción.»

### ANEXO V

El nuevo título es el siguiente:

#### «SISTEMAS DE ANÁLISIS Y MUESTREO»

El nuevo texto del primer párrafo es el siguiente:

#### «1. DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES

A continuación se describen tres sistemas de análisis para la determinación de las emisiones gaseosas basadas en la utilización de:

- un analizador HFID para la medición de los hidrocarburos;
- un analizador NDIR para la medición del monóxido de carbono;
- un analizador CLA, HCLA o equivalente con o sin tubo de toma de muestras calentado para la medición de los óxidos de nitrógeno.»

A continuación de la figura 3 se añadirá el siguiente nuevo punto 2:

## 2. DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS CONTAMINANTES

La determinación de la emisión de partículas requiere un sistema de dilución capaz de mantener el gas de escape diluido a una temperatura igual o inferior a 325 K (52 °C), un sistema de muestreo de partículas, filtros especificados de muestreo de partículas y una balanza micrograma que se introducirá en una cámara de pesado con aire acondicionado. A continuación se describen dos sistemas de dilución y muestreo con principios diferentes (un sistema de dilución sin reducción del caudal y un sistema de dilución de caudal regulable). La especificación de los filtros, la balanza y la cámara de pesado son válidas para ambos sistemas.

### 2.1. Filtros de muestreo de partículas

2.1.1. Son necesarios filtros de fibra de vidrio recubiertos de fluorocarbono o filtros a base de fluorocarbono (membrana).

2.1.2. Los filtros de partículas deberán tener un diámetro mínimo de 47 mm (superficie eficaz de 37 mm de diámetro). Los filtros de diámetro mayor también son aceptables.

2.1.3. Para recoger muestras del gas de escape diluido durante el ciclo de prueba se utilizará un par de filtros colocados en serie (uno principal y otro secundario). El filtro secundario se colocará detrás del principal a una distancia máxima de 100 mm de éste. Los dos filtros no deberán estar en contacto.

2.1.4. La masa mínima recomendada en un filtro principal de 47 mm (37 mm de diámetro de superficie eficaz) es de 0,5 miligramos y en un filtro principal de 70 mm (60 mm de diámetro de superficie eficaz) de 1,3 miligramos.

Para otros filtros se recomiendan masas mínimas equivalentes de 0,5 mg/1 075 mm<sup>2</sup> (masa/superficie eficaz).

### 2.2. Cámara de pesado y especificaciones de la balanza micrograma

2.2.1. La temperatura de la cámara (o habitación) en la que se acondicionen y pesen los filtros de las partículas se deberá mantener, con una aproximación de  $\pm 6$  K en un punto fijo entre 293 K (20 °C) y 303 K (30 °C) durante toda la operación. La humedad relativa se deberá mantener, con un margen de  $\pm 10$  %, en un valor fijo entre 35 y 55 %.

2.2.2. El ambiente de la cámara (o habitación) deberá estar libre de contaminantes, tales como polvo, que pudieran depositarse sobre los filtros de las partículas durante su estabilización. Transcurrido un período de tiempo de 4 horas, pero preferentemente al mismo tiempo que se pesan los filtros de las muestras, se deberán pesar al menos 2 filtros de referencia que no se hayan utilizado. Si el peso medio del filtro de referencia variara en un valor superior al 6,0 % de la carga de filtro mínima recomendada durante la operación de pesado de los filtros de las muestras, se descartarán todos los filtros de las muestras y se volverán a repetir las pruebas sobre las emisiones.

Si el peso cambiara entre un  $-3,0$  % y  $-6,0$  %, el fabricante tendrá la opción de, o bien repetir la prueba, o bien de añadir el valor medio de pérdida de peso al peso neto de la muestra. Si el peso cambiara entre un  $+3,0$  % y un  $+6,0$  %, el fabricante tendrá la opción de, o bien repetir la prueba, o bien admitir los valores medidos de peso de los filtros de las muestras. Si el peso medio variara en un  $\pm 3,0$  % o menos, se utilizarán los pesos medidos de los filtros de las muestras. Los filtros de referencia deberán ser del mismo tamaño y material que los filtros de las muestras y se deberán cambiar al menos una vez al mes.

2.2.3. La balanza micrograma utilizada para determinar los pesos de todos los filtros deberá tener una precisión (desviación estándar) del 2 % y una legibilidad del 1 % de la carga del filtro mínima recomendada.

### 2.3. Especificaciones adicionales

Todas las partes del sistema de dilución y de toma de muestras entre el tubo de escape y el soporte del filtro que estén en contacto con gases de escape crudos y diluidos deberán estar concebidas para minimizar la deposición o alteración de las partículas. Todas las partes deberán estar fabricadas con material eléctricamente conductor que no reaccione con los componentes del gas de escape y deberán ir provistas de una toma de tierra para impedir la aparición de efectos electrostáticos.

#### Sistema 4 (sistema de dilución sin reducción del caudal)

A continuación se describe un sistema de toma de muestras de partículas basado en la dilución sin reducción del caudal del gas de escape utilizando el concepto CVS (constant volume sampling: muestreo de volumen constante). La figura 4 es un diagrama de este sistema. Se deberá medir el volumen total de la mezcla de gas de escape y aire de dilución y recoger una muestra para análisis.

Seguidamente, se determina la masa de las emisiones de partículas a partir de la muestra recogida en un par de filtros, el flujo de muestra y el flujo total del aire de dilución y del gas de escape durante todo el período de prueba. Se podrá utilizar, o bien un PDP, o bien un CFV, y un sistema de dilución simple o uno de dilución doble. Las emisiones de gases no se deberán determinar con un sistema CVS. Los componentes deberán reunir los siguientes requisitos:

**EP** *Tubo de escape*

La longitud del tubo de escape desde el orificio de salida del colector de escape del motor o desde la salida del turbocompresor hasta el túnel de dilución no debe ser superior a 10 m. Si el sistema es de una longitud superior a los 4 m, todas las partes de los tubos que sobrepasen esos 4 m deberán estar aisladas. El espesor radial del aislamiento deberá ser de al menos 25 mm. La conductividad térmica del material de aislamiento deberá ser de un valor no superior a los 0,1 W/mk medidos a 573 K (300 °C).

**PDP** *Bomba de desplazamiento positivo*

La PDP mide el flujo total de gas de escape diluido a partir del número de revoluciones y el desplazamiento de la bomba. La presión de escape del sistema no se deberá reducir artificialmente mediante la PDP o el sistema de admisión de aire de dilución. La presión estática medida con el sistema CVS en funcionamiento deberá aproximarse en  $\pm 1,5$  kPa a la presión estática medida sin conexión al TVS con un régimen y potencia de motor idénticos. La temperatura de la mezcla de gases en el punto inmediatamente anterior a la PDP deberá aproximarse en  $\pm 6$  K de la temperatura media de funcionamiento observada durante la prueba cuando no se utilice un sistema de cálculo electrónico del caudal.

**CFV** *Flujo crítico Venturi*

El CFV mide el flujo total diluido manteniendo el flujo de saturación (flujo crítico). Las variaciones en la presión estática del gas de escape crudo deberán ajustarse a las especificaciones detalladas para la PDP. La temperatura de la mezcla de gases en el punto inmediatamente anterior al CFV deberá aproximarse en  $\pm 11$  K a la temperatura media de funcionamiento observada durante la prueba, cuando no se utilice un sistema de cálculo electrónico del caudal.

**HE** *Intercambiador de calor* (optativo, si se utiliza un sistema de EFC)

El intercambiador de calor deberá tener la capacidad suficiente para mantener la temperatura dentro de los límites mencionados anteriormente.

**EFC** *Cálculo electrónico del caudal* (optativo, si se utiliza un HE)

Si la temperatura de admisión de la PDP o del CFV no se mantiene constante, será necesario utilizar un sistema de cálculo electrónico para llevar a cabo una medición continua del caudal.

**PDT** *Tubo de dilución principal*

El tubo de dilución principal deberá ser:

- de diámetro lo suficientemente pequeño como para causar un flujo turbulento (número Reynolds superior a 4 000) y de longitud suficiente como para provocar la mezcla completa del gas de escape y el aire de dilución;
- de un diámetro mínimo de 460 mm en un sistema de dilución simple o de al menos 200 mm en sistema de dilución doble.

El gas de escape del motor se hará pasar hacia abajo en el punto en el que se ha introducido en el tubo principal de dilución y deberá mezclarse completamente.

**SDS** *Sistema de dilución simple*

El método de dilución simple consiste en recoger una muestra del tubo principal que seguidamente se hace atravesar los filtros de muestreo. La capacidad de flujo de la PDP o del CFV deberá ser la suficiente para mantener el gas de escape diluido a una temperatura inferior o igual a 325 K (52 °C) en el punto inmediatamente anterior al filtro principal de partículas.

**DDS** *Sistema de dilución doble*

El método de dilución doble consiste en recoger una muestra del tubo principal para luego transferirla al tubo de dilución secundaria en el que la muestra se diluye aún más. Seguidamente, la muestra doblemente diluida se hace pasar por los filtros de muestreo. La capacidad de flujo de la PDP o del CFV deberá ser suficiente para mantener el flujo de gas de escape diluido en el PDT a una temperatura inferior o igual a 464 K (191 °C) en la zona de toma de muestras. El sistema de dilución secundario deberá proporcionar la cantidad suficiente de aire de dilución secundario para mantener el flujo de gas de escape doblemente diluido a una temperatura inferior o igual a 325 K (52 °C) en el punto inmediatamente inferior al filtro principal de partículas.

**PSP** *Sonda para la toma de muestras de partículas* (únicamente para SDS)

La sonda para toma de muestras de partículas deberá:

- instalarse de cara a la corriente en un punto en el que el aire de dilución y el gas de escape estén bien mezclados (es decir, en el centro del tubo de dilución a una distancia aproximada de 10 veces el diámetro del tubo más abajo del punto en el que el gas de escape entra en el tubo de dilución);
- tener un diámetro interior mínimo de 12 mm.

La distancia desde el extremo de la sonda hasta el soporte del filtro no deberá ser superior a 1 020 mm. La sonda para la toma de muestras no deberá calentarse.

**PTT** *Tubo de transferencia de partículas* (únicamente para DDS)

El tubo de transferencia de partículas deberá:

- instalarse de cara a la corriente en un punto en que el aire de dilución y el gas de escape estén bien mezclados (es decir, en el centro del tubo de dilución, a una distancia aproximada de 10 veces el diámetro del tupo más abajo del punto en el que el gas de escape entra en el tupo de dilución);
- tener un diámetro interior mínimo de 12 mm;
- tener una longitud máxima de 910 mm entre el plano de admisión y el plano de salida.

La muestra de partículas deberá extraerse del centro del tubo de dilución secundaria y dirigirse hacia abajo. El tubo de transferencia no deberá calentarse.

**SDT** *Tubo de dilución secundario* (únicamente para DDS)

El tubo de dilución secundario deberá tener un diámetro mínimo de 75 mm y la longitud suficiente para que el tiempo de paso de la muestra doblemente diluida sea de, como mínimo, 0,25 segundos. El soporte del filtro principal deberá estar ubicado a una distancia máxima de 300 mm del orificio de salida del tubo de dilución secundario.

**DAF** *Filtro del aire de dilución*

El aire de dilución podrá ser filtrado: su temperatura en el orificio de admisión deberá ser de  $298 \pm 5$  K ( $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Se podrán tomar muestras del mismo para determinar los niveles de fondo de partículas para poder sustraerlos de los valores medidos en el gas de escape diluido.

**FH** *Soportes de filtro*

Para los filtros principal y secundario se podrán utilizar uno o varios bastidores. Deberán cumplirse los requisitos establecidos en el punto 2.1.3 del Anexo V. Los soportes de los filtros no deberán calentarse.

**SP** *Bomba de toma de muestras*

La bomba de toma de muestras de partículas deberá estar ubicada a una distancia del tubo suficiente para mantener constante la temperatura del gas de admisión ( $\pm 3$  K), si no se calcula el flujo. Las bombas de toma de muestras deberán funcionar durante todo el procedimiento de la prueba. Para hacer pasar la muestra a través de los filtros de muestreo se deberá utilizar un sistema de derivación.

**DP** *Bomba de aire de dilución* (únicamente para DDS)

La bomba de aire de dilución se ubicará de manera que el aire de la dilución secundaria llegue al sistema a una temperatura de  $298 \pm 5$  K ( $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

**GF1** *Caudalómetro para el gas* (flujo de la muestra de partículas)

El gasómetro o los aparatos de medición del caudal se colocarán lo suficientemente lejos del tubo como para que la temperatura del gas de admisión permanezca constante ( $\pm 3$  K), si no se utiliza un sistema de cálculo electrónico del caudal.

**GF2** *Caudalómetro para el gas* (aire de dilución, únicamente para DDS)

El gasómetro o los aparatos de medición del caudal se colocarán de manera que la temperatura del gas de admisión se mantenga a  $298 \pm 5$  K ( $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

**Sistema 5** (sistema de dilución de caudal regulable)

Seguidamente se describe un sistema de toma de muestras de partículas basado en la dilución de parte del gas de escape. La figura 5 es un diagrama de este sistema. La masa de las emisiones de partículas se determina a partir de la masa de la muestra recogida en un par de filtros y a partir de la relación de dilución, el flujo de la muestra y el flujo del gas de escape o el flujo del combustible a lo largo del período de prueba. El cálculo de la relación de dilución depende del tipo de sistema utilizado. Solamente podrán tomarse muestras, o bien de una fracción del gas de escape diluido (sistema de muestreo fraccionado), o bien de todo el gas de escape diluido (sistema de muestreo total). Todos los tipos descritos bajo este epígrafe son equivalentes siempre y cuando cumplan los requisitos establecidos en los puntos 4.6.6 y 4.8.3.3 del Anexo III. Los componentes deberán responder a las siguientes características:

**EP** *Tubo de escape*

Para los tipos sin sonda isocinética es necesario tener un tubo recto de una longitud igual a 6 veces su diámetro en la parte anterior al extremo de la sonda y a 3 veces su diámetro en la parte posterior.

Para un tipo con sonda isocinética, el tubo de escape debe estar desprovisto de codos, curvas y cambios bruscos de diámetro a lo largo de una longitud mínima de 1,5 veces el diámetro del tubo en la parte anterior al extremo de la sonda y de 4 veces su diámetro en la parte posterior. La velocidad del gas de escape en la zona de muestreo deberá ser superior a los 10 m/s e inferior a los 200 m/s. La media de las oscilaciones en la presión del gas de escape no deberá ser superior a  $\pm 500$  Pa. Cualquier medida que se tome para reducir las oscilaciones en la presión aparte del empleo de un sistema de escape de tipo chasis (incluido el silenciador) no deberán alterar el rendimiento del motor ni provocar la deposición de partículas.

**PR Sonda de muestreo**

La sonda se colocará de cara a la corriente en el centro del tubo de escape en un punto en el que se den las condiciones de flujo mencionadas en el párrafo anterior. La relación mínima entre los diámetros del tubo de escape y de la sonda será de 4 a 1.

**ISP Sonda de muestreo isocinético (optativa si se utiliza un EGA o un regulador del caudal de masa)**

La sonda de muestreo isocinético deberá estar concebida para suministrar una muestra proporcional del gas de escape crudo. A tal efecto, la ISP sustituye a la PR descrita anteriormente y tiene que conectarse a un transductor de presión diferencial y a un controlador de velocidad para obtener un flujo isocinético en la punta de la sonda. El diámetro interior mínimo deberá ser de 12 mm.

**EGA Analizador del gas de escape (optativo si se utiliza una ISP o un regulador del caudal de masa)**

Se pueden utilizar analizadores de CO<sub>2</sub> o de NO<sub>x</sub> (únicamente con el método de equilibrio del carbono y medición del CO<sub>2</sub>). Los analizadores deberán calibrarse como los analizadores para la medición de los gases contaminantes. Para la determinación de las diferencias de concentración se pueden utilizar uno o varios analizadores.

**TT Tubo de transferencia**

El tubo de transferencia de las muestras de partículas deberá:

- estar calentado o aislado de manera que la temperatura del gas en el tubo de transferencia no sea inferior a 423 K (150 °C). Si la temperatura del gas es inferior a 423 K (150 °C), la temperatura del tubo no deberá ser inferior a la del gas;
- tener un diámetro igual o mayor que el de la sonda, pero de no más de 25 mm;
- tener una longitud máxima de 1 000 mm desde el plano de admisión al plano de salida.

El tubo de transferencia de muestras de partículas saldrá del centro del tubo de dilución y estará orientado en la misma dirección que la del flujo.

**SC Controlador de velocidad (únicamente para la ISP)**

Para la separación isocinética del gas de escape es necesario un sistema de control de la presión que mantenga una presión diferencial igual a 0 entre la EP y la ISP. En estas condiciones, las velocidades de gas de escape en la EP y la ISP son idénticas, y el caudal de masa que fluye a través de la ISP es una fracción constante del caudal del gas de escape. El ajuste se lleva a cabo controlando la velocidad del ventilador de aspiración (SB) y manteniendo constante durante cada fase la velocidad del ventilador centrífugo (PB). El error remanente en el circuito de control de la presión deberá coincidir con una aproximación de  $\pm 0,5\%$ , con el campo de medición del transductor de presión (DPT). Las oscilaciones medias de la presión en el tubo de dilución no deberán ser superiores a  $\pm 250$  Pa.

**DPT Transductor de presión diferencial (únicamente para la ISP)**

El transductor de presión diferencial deberá tener una capacidad del orden de  $\pm 500$  Pa.

**FC 1 Regulador del caudal (aire de dilución)**

Para regular el caudal de masa del aire de dilución es necesario un regulador del caudal que puede conectarse a las señales diferenciales del caudal del gas de escape o del combustible y/o del CO<sub>2</sub>. Si se utiliza aire comprimido, el FC 1 regula directamente el caudal del aire.

**GF 1 Caudalímetro de gas (aire de dilución)**

El gasómetro o el aparato de medición del caudal estarán colocados de manera que la temperatura del gas de admisión se mantenga a  $298 \pm 5$  K.

**SB Ventilador de aspiración (únicamente para el sistema del tipo de muestreo fraccionado)****PB Ventilador centrífugo**

Para controlar el caudal de masa del aire de dilución hay que conectar el PB al FC 1. Las señales diferenciales del caudal del gas de escape o del combustible y/o del CO<sub>2</sub> se pueden utilizar como señales de control. Si se utiliza aire comprimido, el PB no es necesario.

**DAF Filtro del aire de dilución**

El aire de dilución se puede filtrar; su temperatura en el orificio de admisión deberá ser de  $298 \pm 5$  K ( $25$  °C  $\pm 5$  °C); podrá ser objeto de muestreo para determinar los niveles de partículas de fondo para luego restar el valor correspondiente de los valores medidos en el gas de escape diluido.

**DT** *Tubo de dilución*

El tubo de dilución deberá tener:

- un diámetro lo suficientemente pequeño para provocar un régimen turbulento (número Reynolds superior a 4 000) y la longitud suficiente para lograr la mezcla completa del gas de escape y el aire de dilución;
- un diámetro mínimo de 25 mm si el sistema es del tipo de muestreo total;
- un diámetro mínimo de 75 mm si el sistema es del tipo de muestreo fraccionado.

El gas de escape del motor se orientará en la misma dirección que la del flujo en el punto en el que se ha introducido en el tubo principal de dilución y se mezclará completamente con el aire de dilución mediante un orificio de mezcla. En los sistemas fraccionados, la calidad de la mezcla se comprobará tras la puesta en servicio mediante un perfil del CO<sub>2</sub> del tubo con el motor en marcha (en al menos 6 puntos de medición equidistantes).

**PSS** *Sistema de muestreo de partículas*

El sistema de muestreo de partículas deberá estar configurado para recoger una muestra del tubo de dilución y para hacer pasar esta muestra a través de los filtros de muestreo (en el sistema del tipo de muestreo fraccionado), o para hacer pasar todo el gas de escape diluido a través de los filtros de muestreo (sistema del tipo de muestreo total).

Para evitar cualquier repercusión en los circuitos de control, se recomienda que la bomba de toma de muestras permanezca en funcionamiento durante todo el proceso de prueba. Para hacer pasar la muestra a través de los filtros de muestreo en los momentos adecuados, se utilizará un sistema de derivación con una válvula esférica entre la sonda de muestreo y el soporte del filtro. Cualquier interferencia del procedimiento de conmutación en los circuitos de control se deberá corregir antes de transcurridos 3 segundos.

**PSP** *Sonda de muestreo de partículas (únicamente para el sistema del tipo de muestreo fraccionado)*

La sonda de muestreo de partículas deberá:

- colocarse de cara a la corriente en un punto en el que el aire de dilución y el gas de escape estén bien mezclados (es decir, en el centro del tubo de dilución, a una distancia aproximada de 10 veces el diámetro del tubo más abajo del punto en el que el gas de escape entra en el tubo de dilución);
- tener un diámetro interior mínimo de 12 mm.

**PTT** *Tubo de transferencia de partículas*

El tubo de transferencia de partículas no deberá calentarse y deberá tener una longitud máxima de 1 020 mm:

- en el sistema del tipo de muestreo fraccionado, desde la punta de la sonda hasta el soporte del filtro;
- en el sistema del tipo de muestreo total, desde el extremo del tubo de dilución hasta el soporte del filtro.

**FH** *Soportes de los filtros*

Para los filtros principal y de refuerzo, se pueden utilizar, o bien un solo bastidor, o bien varios bastidores separados. Deberán cumplirse los requisitos especificados en el punto 2.1.3 del Anexo V. Los soportes de los filtros no deberán calentarse.

**SP** *Bomba de toma de muestras*

La bomba de muestreo de partículas deberá colocarse a una distancia suficiente del tubo para que la temperatura del gas de admisión se mantenga constante ( $\pm 3$  K), si no se utiliza un sistema de cálculo electrónico del caudal.

**FC 2** *Regulador del caudal (caudal de muestra de partículas, optativo)*

Se puede utilizar un regulador del caudal para aumentar la exactitud del caudal de muestra de partículas.

**GF 2** *Caudalómetro de gas (caudal de muestra de partículas)*

El caudalómetro o los aparatos de medición del caudal se colocarán a una distancia suficiente del tubo de manera que la temperatura del gas de admisión permanezca constante ( $\pm 3$  K), si no se ha utilizado un sistema de cálculo electrónico del caudal.

**BV** *Válvula esférica*

La válvula esférica deberá tener un diámetro mínimo igual al del tubo de muestreo y un tiempo de conmutación inferior a 0,5 segundos.»

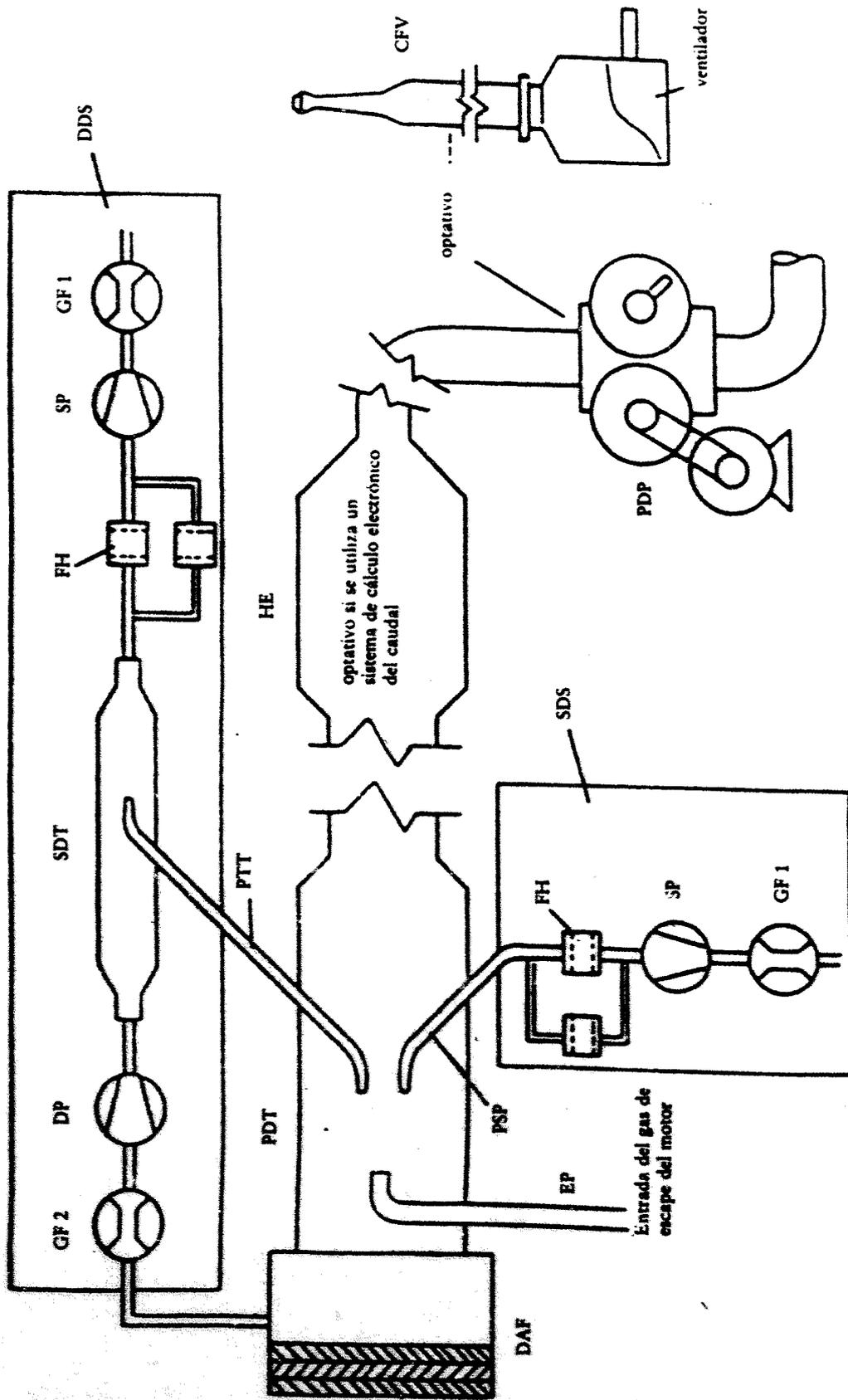


Figura 4

Sistema de dilución sin reducción del caudal



## ANEXO VIII

(MODELO)

## CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN CEE

El nuevo texto del punto 1.4 del apéndice es el siguiente:

«1.4. *Niveles de emisión*

$\overline{\text{CO}}$ .....	g/kWh	} determinados mediante un sistema de dilución sin reducción del caudal o mediante un sistema de dilución de caudal regulable <sup>(1)</sup> .»
$\overline{\text{HC}}$ .....	g/kWh	
$\overline{\text{NO}}$ .....	g/kWh	
$\overline{\text{PT}}$ .....	g/kWh	

---