

## I. DISPOSICIONES GENERALES

### MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES Y DE COOPERACIÓN

- 48** *Enmiendas al Código Técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos, adoptadas mediante Resolución MEPC.272(69). (Prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto).*

**RESOLUCIÓN MEPC.272(69)**  
**(adoptada el 22 de abril de 2016)**

**ENMIENDAS AL CÓDIGO TÉCNICO RELATIVO AL CONTROL DE LAS EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO DE LOS MOTORES DIÉSEL MARINOS**

**(Prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto)**

El Comité de protección del medio marino,

Recordando el artículo 38 a) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité de protección del medio marino conferidas por los convenios internacionales relativos a la prevención y contención de la contaminación del mar ocasionada por los buques,

Tomando nota del artículo 16 del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por los Protocolos de 1978 y 1997 (Convenio MARPOL), en el que se especifica el procedimiento de enmienda y se confiere al órgano pertinente de la Organización la función de examinar y adoptar enmiendas a dicho convenio,

Tomando nota además de la regla 13 del anexo VI del Convenio MARPOL, que confiere carácter obligatorio al Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos (Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008) en virtud de dicho anexo,

Habiendo examinado, en su 69.º periodo de sesiones, propuestas de enmienda al Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008 en relación con la prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto,

1. Adopta, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 2) d) del Convenio MARPOL, las enmiendas al Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008 que figuran en el anexo de la presente resolución;

2. Decide, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 2) f) iii) del Convenio MARPOL, que las enmiendas se considerarán aceptadas el 1 de marzo de 2017, salvo que, con anterioridad a esa fecha, un tercio cuando menos de las Partes, o aquellas Partes cuyas flotas mercantes combinadas representen como mínimo el 50% del arqueo bruto de la flota mercante mundial, hayan notificado a la Organización que rechazan las enmiendas;

3. Invita a las Partes a que tomen nota de que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 2) g) ii) del Convenio MARPOL, dichas enmiendas entrarán en vigor el 1 de septiembre de 2017, una vez aceptadas de conformidad con lo estipulado en el párrafo 2 anterior;

4. Acuerda que estas enmiendas se aplican a todos los motores diésel marinos de potencia de salida superior a 130 kW instalados, o proyectados y destinados a ser instalados, a bordo de un buque regido por la regla 13 del anexo VI, el 1 de septiembre de 2017 o posteriormente;

5. Pide al Secretario General que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 2) e) del Convenio MARPOL, remita a todas las Partes en el Convenio MARPOL copias certificadas de la presente resolución y del texto de las enmiendas que figura en el anexo;

6. Pide además al Secretario General que remita copias de la presente resolución y de su anexo a los Miembros de la Organización que no son Partes en el Convenio MARPOL.

## ANEXO

ENMIENDAS AL CÓDIGO TÉCNICO SOBRE LOS NO<sub>x</sub> 2008  
(Prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto)

**Abreviaturas, subíndices y símbolos**

1 En los subpárrafos .1 y .2 y en el título de la tabla 2, se añade la palabra "marinos" a continuación de la palabra "diésel".

2 En la tabla 2, la fila 4 se sustituye por la siguiente:

"

|        |   |
|--------|---|
| (H)FID | Detector de ionización de llama (calentado) |
|--------|---|

"

**Capítulo 1 – Generalidades**

3 En el párrafo 1.3.10, se añade la nueva frase siguiente a continuación de la primera frase:

"Además, también se considerará motor diésel marino todo motor de gas instalado en un buque construido el 1 de marzo de 2016 o posteriormente, o un motor de gas adicional o un motor de sustitución no idéntico instalado en esa fecha o posteriormente."

**Capítulo 4 – Homologación de motores fabricados en serie: familia de motores y grupo de motores**

4 En el párrafo 4.3.8.2.6, se añade el inciso siguiente a continuación del inciso "– combustible mixto" actual:

"– combustible gaseoso"

5 A continuación del párrafo 4.3.8.2.10 actual, se añade el nuevo párrafo 4.3.8.2.11 siguiente:

".11 métodos de encendido:

- encendido por compresión
- encendido por inyección piloto
- encendido mediante bujía u otro dispositivo externo de encendido"

6 En el párrafo 4.4.6.2.5, se añaden las palabras "o la válvula de gas" a continuación de las palabras "leva de inyección".

7 En los incisos primero y segundo del párrafo 4.4.7.2.1, se añaden las palabras "o el encendido" a continuación de la palabra "inyección" respectivamente.

8 En el párrafo 4.4.7.2.2, se añade el nuevo inciso siguiente a continuación del inciso "– la cámara de combustión" actual:

"– la especificación de la válvula de gas."

### Capítulo 5 – Procedimientos para medir las emisiones de NO<sub>x</sub> en un banco de pruebas

9 En el párrafo 5.2.1.2, se añaden las palabras "que funcionen con combustible líquido o mixto" a continuación de la palabra "sobrealimentados".

10 El párrafo 5.2.1.3 actual pasa a ser el párrafo 5.2.1.3.1, y en este último párrafo se añaden las palabras "que funcionen con combustible líquido o mixto," a continuación de la palabra "admisión,".

11 Se añade el nuevo párrafo 5.2.1.3.2 a continuación del párrafo 5.2.1.3.1 reenumerado:

"5.2.1.3.2 En el caso de los motores que hayan de ser objeto de ensayo con combustible gaseoso únicamente, con o sin refrigeración del aire de admisión, el parámetro  $f_a$  se determinará de acuerdo con la siguiente fórmula:

(2a)"

12 En la segunda frase del párrafo 5.3.3, las palabras "de la bomba de inyección del combustible" se sustituyen por las palabras "del motor".

13 En la primera frase del párrafo 5.3.4, se suprimen las palabras "de combustible mixto".

14 En la segunda frase del párrafo 5.4.2, se añade la palabra "marino" a continuación de la palabra "diésel".

15 Se añade el párrafo nuevo 5.12.3.2.3 siguiente:

"3 Los cálculos se efectuarán de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 5.12.3.1 y 5.12.3.2. No obstante, los valores de  $q_{mf}$ ,  $W_{ALF}$ ,  $W_{BET}$ ,  $W_{DEL}$ , y  $W_{EPS}$  se calcularán de conformidad con la siguiente tabla:

| Factores de la fórmula (6) (7) (8) | = | Fórmula para los factores   |
|------------------------------------|---|---|
| $q_{mf}$                           | = | $q_{mf\_G} + q_{mf\_L}$   |
| $W_{ALF}$                          | = | $\frac{q_{mf\_G} \times W_{ALF\_G} + q_{mf\_L} \times W_{ALF\_L}}{q_{mf\_G} + q_{mf\_L}}$ |
| $W_{BET}$                          | = | $\frac{q_{mf\_G} \times W_{BET\_G} + q_{mf\_L} \times W_{BET\_L}}{q_{mf\_G} + q_{mf\_L}}$ |
| $W_{DEL}$                          | = | $\frac{q_{mf\_G} \times W_{DEL\_G} + q_{mf\_L} \times W_{DEL\_L}}{q_{mf\_G} + q_{mf\_L}}$ |
| $W_{EPS}$                          | = | $\frac{q_{mf\_G} \times W_{EPS\_G} + q_{mf\_L} \times W_{EPS\_L}}{q_{mf\_G} + q_{mf\_L}}$ |

16 El párrafo 5.12.3.3 se sustituye por el siguiente:

"5.12.3.3 Para el aire de admisión:

$$K_{wa} = 1 - k_{w2} \quad (15)"$$

17 El párrafo 5.12.4.1 se sustituye por el siguiente:

"5.12.4.1 Dado que las emisiones de  $\text{NO}_x$  dependen de las condiciones del aire ambiente, se corregirá la concentración de  $\text{NO}_x$  a fin de tener en cuenta la temperatura y la humedad del aire ambiente, multiplicándola por los factores establecidos de conformidad con 5.12.4.5 y 5.12.4.6 o 5.12.4.7, según proceda."

18 En el párrafo 5.12.4.6, la última frase se sustituye por la siguiente:

"Ahora bien, si  $H_a \geq H_{SC}$ , se utilizará  $H_{SC}$  en lugar de  $H_a$  en la fórmula (17) o (17a)."

19 Se añade el párrafo nuevo 5.12.4.7 a continuación del párrafo 5.12.4.6 actual:

"5.12.4.7 En el caso de los motores que hayan de ser objeto de ensayo con combustible gaseoso únicamente:

(17a)

donde:

$H_a$  es la humedad del aire de admisión en el punto de entrada al filtro del aire, en g de agua por kg de aire seco."

#### Capítulo 6 – Procedimientos para demostrar el cumplimiento de los límites de emisión de $\text{NO}_x$ a bordo

20 En la primera frase del párrafo 6.2.1.2, se añade la palabra "marino" a continuación de la palabra "diésel".

21 El subpárrafo 6.2.2.3.1 se sustituye por el siguiente:

".1 regulación del avance de la inyección o el encendido,"

22 En el subpárrafo 6.2.2.3.14, se suprime la palabra "o".

23 Al final del subpárrafo 6.2.2.3.15, se añade la palabra "o".

24 Se añade el nuevo subpárrafo 6.2.2.3.16 siguiente:

".16 válvula de gas."

25 En la tercera frase del párrafo 6.3.1.4, se sustituye la palabra "mixto" por la palabra "gaseoso".

26 La nota a pie de página de la tabla 6 se sustituye por la siguiente:

"\* Sólo para los motores que hayan de someterse a ensayo con combustible gaseoso."

27 El párrafo 6.3.4.1 se sustituye por el siguiente:

"6.3.4.1 En general, toda medición de las emisiones con combustible líquido se efectuará mientras el motor funciona con fueloil diésel marino de tipo DM, norma ISO 8217:2005. En general, toda medición de las emisiones con combustible gaseoso se efectuará mientras el motor funciona con combustible gaseoso equivalente a la norma ISO 8178-5:2008."

28 En el párrafo 6.3.4.3, se añaden las palabras "o combustible gaseoso" a continuación de la palabra "mixto".

### Apéndice III – Especificaciones relativas a los analizadores que se utilicen para determinar los componentes gaseosos de las emisiones de los motores diésel marinos

29 El subpárrafo 1.2.12 se sustituye por el siguiente:

".12 O<sub>2</sub> – Analizador de oxígeno

Detector paramagnético (PMD), de dióxido de zirconio (ZRDO) o sensor electroquímico (ECS). No se utilizará ZRDO para los motores de combustible mixto o de gas."

30 Al final del párrafo 3.3 se añade la frase nueva siguiente:

"Opcionalmente, para los motores de gas (sin inyección piloto líquida), el analizador de hidrocarburos podrá ser de tipo detector de ionización de llama no calentado (FID)."

31 Al final del párrafo 3.5 se añade la frase nueva siguiente:

"No se utilizará ZRDO para los motores de combustible mixto o de gas."

### Apéndice IV – Calibración de los instrumentos de análisis y medición

32 En el párrafo 2.2.4 se sustituye "bleeding" por "blending" (esta corrección no afecta al texto en español).

33 En los párrafos 5.3, 5.4.2, 8, 8.1.1, 8.2.2 y 8.3.2.10, el símbolo "FID" se sustituye por el símbolo "(H)FID".

### Apéndice V – Informe relativo al ensayo del motor de referencia y datos del ensayo

#### Sección 1 – Informe relativo al ensayo del motor de referencia

34 Las filas 10, 11 y 12 de la hoja 1/5 se sustituyen por las siguientes:

"

| Reglaje de inyección o encendido estáticos   | grados del ángulo de calado antes del PMS |     |
|--|---|-----|
| Control electrónico de inyección o encendido | No:                                       | Sí: |
| Control de inyección o encendido variable    | No:                                       | Sí: |

"

35 Las filas 6 y 27 de la hoja 2/5 se sustituyen, y se añade una fila nueva a continuación de la fila 6:

Fila 6

"

|  |  |
|--|--|
| Tipo de combustible que se utilizará a bordo | Destilado/destilado o pesado/mixto o gaseoso |
|--|--|

"

Fila 27

"

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| Reglaje de inyección o encendido (escala) |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|

"

36 Se inserta una nueva fila a continuación de la fila 6 de la hoja 2/5:

"

|                      |  |
|----------------------|--|
| Métodos de encendido | Encendido por compresión/encendido por inyección piloto/encendido mediante bujía u otro dispositivo externo de encendido |
|----------------------|--|

"

37 El título de la tabla de "Características del combustible" de la hoja 3/5 se sustituye por el siguiente:

"Características del combustible líquido"

38 Se añade la siguiente tabla nueva a continuación de la tabla de características del combustible de la hoja 3/5:

**"Características del combustible gaseoso"**

| Tipo de combustible                |                 |                   | Análisis de los elementos del combustible   |             |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|---|-------------|
| Propiedades del combustible        |                 |                   | Análisis de los elementos del combustible   |             |
| Número del metano                  | prEN16726: 2015 | /                 | Carbono                                     | % masa/masa |
| Poder calorífico inferior          |                 | MJ/kg             | Hidrógeno                                   | % masa/masa |
| Punto de ebullición                |                 | °C                | Nitrógeno                                   | % masa/masa |
| Densidad en el punto de ebullición |                 | kg/m <sup>3</sup> | Oxígeno                                     | % masa/masa |
| Presión en el punto de ebullición  |                 | bar (abs)         | Azufre                                      | % masa/masa |
|                                    |                 |                   | Metano, CH <sub>4</sub>                     | mol %       |
|                                    |                 |                   | Etano, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>        | mol %       |
|                                    |                 |                   | Propano, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>      | mol %       |
|                                    |                 |                   | Isobutano, i C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | mol %       |
|                                    |                 |                   | N-Butano, n C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>  | mol %       |
|                                    |                 |                   | Pentano, C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>     | mol %       |
|                                    |                 |                   | C6+   | mol %       |
|                                    |                 |                   | CO <sub>2</sub>                             | mol %       |

"

- 39 La fila 11 de la hoja 5/5 se sustituye, y se añade una nota a pie de página:

"

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Bastidor de combustible/duración de admisión del gas** mm/sec |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

\*\* Sólo para los motores que hayan de someterse a ensayo con combustible gaseoso."

### Sección 2 – Datos relativos al ensayo del motor de referencia que han de incluirse en el expediente técnico

- 40 En la segunda tabla, actualmente titulada "Fueloil de ensayo de motor de referencia", este título se sustituye por:

"Combustible líquido del ensayo del motor de referencia"

Tras la tabla mencionada se inserta la siguiente tabla:

"

| Combustible líquido del ensayo del motor de referencia |             |  |
|--|-------------|--|
| ISO 8178-5:2008  |             |  |
| Carbono  | % masa/masa |  |
| Hidrógeno  | % masa/masa |  |
| Azufre   | % masa/masa |  |
| Nitrógeno  | % masa/masa |  |
| Oxígeno  | % masa/masa |  |
| Metano, CH <sub>4</sub>                                | mol %       |  |
| Etano, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                   | mol %       |  |
| Propano, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>                 | mol %       |  |
| Isobutano, i C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>            | mol %       |  |
| N-Butano, n C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>             | mol %       |  |
| Pentano, C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>                | mol %       |  |
| C6+  | mol %       |  |
| CO <sub>2</sub>  | mol %       |  |

"

### Apéndice VI – Cálculo del flujo másico de los gases de escape (método de equilibrado del carbono)

- 41 En el párrafo 2.5, se suprimen las palabras ", en el caso de motores de combustible mixto que funcionen en la modalidad de gas".

### Apéndice VII – Lista de comprobación para un método de verificación de los parámetros del motor

- 42 El encabezamiento del párrafo 1.1 se sustituye por el siguiente:
- ".1 parámetro "regulación del avance de la inyección y regulación del avance del encendido":"
- 43 Al final del subpárrafo 1.1.4, se añade la palabra "y".
- 44 Se añade el nuevo subpárrafo 1.1.5 siguiente:
- ".5 indicador de regulación o luz de regulación."

## Apéndice VIII – Implantación del método directo de medición y vigilancia

45 Al final del párrafo 2.1.1.4, se añade la frase nueva siguiente:

"Opcionalmente, para los motores de gas (sin inyección piloto líquida), el analizador de hidrocarburos podrá ser de tipo detector de ionización de llama no calentado (FID)."

46 Al final del párrafo 2.1.1.5, se añade la frase nueva siguiente:

"No se utilizará ZRDO para los motores de combustible mixto o de gas."

\* \* \*

Las presentes enmiendas entraron en vigor, de forma general y para España, el 1 de septiembre de 2017, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 2) g) ii) del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por los Protocolos de 1978 y 1997 (Convenio MARPOL).

Madrid, 20 de diciembre de 2017.–El Secretario General Técnico, José María Muriel Palomino.