

## ANEXO 1

### **RESOLUCIÓN MEPC.340(77) (adoptada el 26 de noviembre de 2021)**

#### **DIRECTRICES DE 2021 SOBRE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE**

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 (el Comité) conferidas por los convenios internacionales relativos a la prevención y contención de la contaminación del mar ocasionada por los buques,

RECORDANDO TAMBIÉN que, en su 58º periodo de sesiones, el Comité adoptó, mediante la resolución MEPC.176(58), el Anexo VI revisado del Convenio MARPOL, en virtud del cual se refuerzan significativamente los límites de las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>),

TOMANDO NOTA de que en la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL se permite utilizar un método de cumplimiento alternativo que sea al menos tan eficaz en cuanto a la reducción de las emisiones como el prescrito por el Anexo, incluidas todas las normas enumeradas en la regla 14, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización,

RECORDANDO que, en su 59º periodo de sesiones, el Comité adoptó, mediante la resolución MEPC.184(59), las "Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, 2009",

RECORDANDO ASIMISMO que, en su 68º periodo de sesiones, el Comité adoptó, mediante la resolución MEPC.259(68), las "Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, 2015" (en adelante, las "Directrices SLGE de 2015"),

RECONOCIENDO la necesidad de actualizar las Directrices SLGE de 2015,

HABIENDO EXAMINADO, en su 77º periodo de sesiones, un proyecto de enmiendas a las Directrices SLGE de 2015, elaborado por el Subcomité de prevención y lucha contra la contaminación en su 7º periodo de sesiones,

1 ADOPTA las "Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, 2021" (en adelante, las "Directrices SLGE de 2021"), que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 INVITA a las Administraciones a que implanten las Directrices SLGE de 2021 y las apliquen a los sistemas de limpieza de los gases de escape instalados en buques cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, el 1 de junio de 2022 o posteriormente, o a los sistemas de limpieza de los gases de escape instalados en buques cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, antes del 1 de junio de 2022, cuya fecha contractual de entrega del sistema de limpieza de los gases de escape al buque sea el 1 de junio de 2022 o posteriormente o, en ausencia de una fecha contractual de entrega, la fecha de la entrega del sistema de limpieza de los gases de escape el 1 de junio de 2022 o posteriormente; o a enmiendas a los sistemas de limpieza de los gases de escape existentes, como las especificadas en los párrafos 4.2.2.4 o 5.6.3 de las Directrices SLGE de 2021, realizadas el 1 de junio de 2022 o posteriormente, cuando

permitan la utilización de los sistemas de limpieza de los gases de escape de conformidad con lo dispuesto en la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL;

3 PIDE a las Partes en el Anexo VI del Convenio MARPOL y a otros Gobiernos Miembros que pongan las Directrices SLGE de 2021 en conocimiento de los propietarios, armadores y constructores de buques, fabricantes de motores diésel marinos y demás grupos interesados;

4 INVITA a las Administraciones a que prevean la recopilación de datos sobre el agua de descarga que se describe en el apéndice 3 de las presentes directrices y también a que apliquen ese apéndice cuando lleven a cabo el muestreo conexas de los sistemas de limpieza de los gases de escape que hayan sido aprobados de conformidad con versiones anteriores de las Directrices SLGE;

5 ACUERDA mantener las presentes directrices sometidas a examen a la luz de la experiencia adquirida con su aplicación;

6 ACUERDA TAMBIÉN que las presentes directrices sustituyan a las Directrices SLGE de 2015 adoptadas mediante la resolución MEPC.259(68).

## ANEXO

### DIRECTRICES DE 2021 SOBRE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE

#### 1 INTRODUCCIÓN

1.1 En el Anexo VI del Convenio MARPOL se prescribe que los buques utilicen fueloil con una concentración de azufre que no exceda de la estipulada en las reglas 14.1 o 14.4. En la regla 4 se permite, con la aprobación de la Administración, la utilización de un método de cumplimiento alternativo que sea tan eficaz en cuanto a la reducción de las emisiones como el prescrito en el Anexo, incluidos los niveles indicados en la regla 14. La Administración de una Parte debería tener en cuenta todas las directrices pertinentes elaboradas por la Organización en relación con las alternativas previstas en la regla 4.

1.2 Las presentes directrices se han elaborado con el propósito de que se permita la utilización de los ensayos, los reconocimientos, la certificación y la aprobación de los sistemas de limpieza de los gases de escape, de conformidad con la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

1.3 La equivalencia con las prescripciones pertinentes de la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL debería demostrarse de conformidad con las prescripciones de las presentes directrices basándose en el cumplimiento de los valores límite de la relación de emisiones que resulten pertinentes según se especifica en el cuadro 1. Cuando el proyecto o funcionamiento de un SLGE requiera controles adicionales a los establecidos en las presentes directrices para cumplir las prescripciones de la regla 4.4 del citado Anexo, dichos controles se deberían someter a un examen especial de la Administración y ser comunicados a la Organización cuando se presente la notificación prevista en la regla 4.2 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

**Cuadro 1: Límites del contenido de azufre del fueloil en las reglas 14.1 y 14.4 y valores límite de la relación de emisiones correspondientes**

Contenido de azufre del fueloil (% m/m)	Relación de emisiones SO <sub>2</sub> (ppm)/CO <sub>2</sub> (% v/v)
0,50	21,7
0,10	4,3

Nota: Los valores límite de las relaciones de emisiones anteriores sólo son aplicables cuando se utilicen fueloiles residuales o destilados derivados del petróleo. Para los supuestos y argumentos en que se sustenta el método basado en la relación de emisiones, véase el apéndice 2.

1.4 Si bien las presentes directrices tienen carácter de recomendación, se invita a las Administraciones a que se basen en ellas para implantar las prescripciones pertinentes de la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

#### 2 GENERALIDADES

##### 2.1 Objetivo

2.1.1 El objetivo de las presentes directrices es especificar los criterios relativos a los ensayos, la certificación de los reconocimientos, la certificación y la verificación de los SLGE de conformidad con la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, con objeto de garantizar que, en servicio, en cualquier punto de carga en el que deban funcionar, incluida la fase de

transición, sean efectivamente equivalentes a lo prescrito en las reglas 14.1 o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, según proceda.

2.1.2 Las presentes directrices describen dos planes para la aprobación de un SLGE: Plan A (certificación del sistema mediante la vigilancia continua de los parámetros de funcionamiento en servicio y comprobaciones periódicas de las emisiones) y Plan B (vigilancia continua de las emisiones mediante un sistema de vigilancia aprobado y comprobaciones periódicas de los parámetros de funcionamiento):

- .1 en el Plan A, el SLGE está sujeto a la aprobación de la Administración y, de conformidad con la sección 4, debería someterse a pruebas de funcionamiento, pruebas de mar u otras pruebas físicas similares que verifiquen que el sistema en servicio se ajusta a lo prescrito; y
- .2 en el Plan B, el equipo de vigilancia del SLGE debería cumplir lo dispuesto en la sección 5 y está sujeto a la aprobación de la Administración. El sistema de vigilancia de los gases de escape aprobado deberá mostrar de manera continua el régimen de emisiones mientras el SLGE esté en funcionamiento, para poder verificar que se cumple el límite aplicable.

2.1.3 Los ensayos relativos a las emisiones del Plan A o del Plan B deberían llevarse a cabo, según proceda, de conformidad con la sección 6.

2.1.4 El registro y la conservación de los datos y la preparación de los informes utilizando los datos relativos al Plan A o al Plan B deberían realizarse, según proceda, de conformidad con la sección 7.

2.1.5 Deberían documentarse los datos relativos a los sistemas de vigilancia de las emisiones de escape, los parámetros de funcionamiento, el agua de entrada, el agua de lavado y el agua de descarga con respecto al Plan A y al Plan B, según proceda, de conformidad con la sección 8.

2.1.6 Los buques que vayan a utilizar parcial o totalmente un SLGE como equivalente aprobado de las prescripciones de las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL deberían contar con un plan de cumplimiento de las emisiones de SO<sub>x</sub> (SECP) aprobado, de conformidad con la sección 9.

2.1.7 La vigilancia del agua de descarga, que se aplica de la misma manera al Plan A y al Plan B, debería llevarse a cabo de conformidad con la sección 10.

## **2.2 Aplicación**

2.2.1 Las presentes directrices se aplican a todos los SLGE instalados a bordo de un buque, utilizados en unidades que consuman fueloil, excluidos los incineradores de a bordo.

2.2.2 A los efectos de las presentes directrices, el término "SLGE" debería interpretarse en general, pero no exclusivamente (véase párrafo 2.2.3), como "SLGE húmedos".

2.2.3 En ausencia de orientaciones específicas para los SLGE que utilizan tecnologías o funcionan de modos que no están definidos en 2.3, podrán aplicarse también las presentes directrices según corresponda.

2.2.4 Las presentes directrices se aplicarán a:

- .1 los SLGE instalados en buques cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, el 1 de junio de 2022 o posteriormente; o
- .2 los SLGE instalados en buques cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, antes del 1 de junio de 2022, cuya fecha contractual de entrega del SLGE al buque sea el 1 de junio de 2022 o posteriormente o, en ausencia de una fecha contractual de entrega, si el SLGE se entrega al buque el 1 de junio de 2022 o posteriormente; o
- .3 enmiendas a los SLGE existentes, como las especificadas en los párrafos 4.2.2.4 o 5.6.3, realizadas el 1 de junio de 2022.

**2.3 Abreviaturas, definiciones y documentos prescritos**

2.3.1 Las abreviaturas que figuran en el cuadro 2 y las definiciones que figuran en el cuadro 3 se aplicarán a las presentes directrices.

**Cuadro 2: Abreviaturas**

CL	Bucle cerrado
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
LGE	Limpieza de los gases de escape
SLGE	Sistema de limpieza de los gases de escape
ETM-A	SLGE – Manual técnico para el Plan A
ETM-B	SLGE – Manual técnico para el Plan B
MCR	Régimen nominal máximo continuo
SECP	Plan de cumplimiento de las emisiones de SO <sub>x</sub>
SECC	Certificado de cumplimiento de las emisiones de SO <sub>x</sub>
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre
OL	Bucle abierto
OMM	Manual de vigilancia de a bordo
PAH	Hidrocarburos policíclicos aromáticos
PAH <sub>phe</sub>	Hidrocarburos policíclicos aromáticos como fenantrenos equivalentes (véase el cuadro 3)
UTC	Tiempo universal coordinado

**Cuadro 3: Definiciones**

Periodo de 12 h	Periodo de 12 horas consecutivas determinado de modo rotatorio con nuevos periodos de 12 horas que empiecen pasada cada hora de funcionamiento del SLGE.
Agua de purga	Una cantidad de solución acuosa removida del agua de lavado de un SLGE que funciona en modo de bucle cerrado a fin de mantener la eficacia y las propiedades de funcionamiento necesarias.
Valor certificado	La relación de emisiones especificada por el fabricante, que se certifica que el SLGE cumple cuando funciona continuamente para el contenido máximo de azufre del combustible especificado por el fabricante, dentro de los parámetros de funcionamiento especificados. Se aplica solo al Plan A.
Modo de bucle cerrado	Modo de funcionamiento del SLGE en el cual el agua de lavado circula varias veces por la unidad LGE.  A fin de que el agua de lavado conserve sus propiedades de funcionamiento y eficacia, por lo general debe ajustarse su pH, por ejemplo, mediante la adición de productos químicos como el NaOH. Además, se purga una pequeña cantidad de agua de lavado del sistema de manera periódica o continua. Dicha agua de purga, a menos que sea tratada para satisfacer los criterios relativos al agua de descarga, se considera residuo del SLGE.
Vigilancia continua	Proceso y tecnología utilizados para evaluar con mediciones representativas y con una frecuencia determinada, que el SLGE cumple lo dispuesto, teniendo en cuenta los parámetros elegidos.
Agua de descarga	Toda agua de un SLGE que se descarga fuera del buque.
Unidad LGE	Dispositivo dentro del cual se mezclan los gases de escape y un medio de limpieza. Una unidad LGE puede estar conectada a una única unidad de combustión de fueloil o a múltiples unidades.
Registro electrónico de datos SLGE, o sistema de registro electrónico	Registro automático de los parámetros de funcionamiento de los SLGE en servicio. El registro de los parámetros no requiere intervención alguna de los usuarios.
Libro registro SLGE (o libro registro electrónico)	Registro de los ajustes de los componentes, mantenimiento correctivo y previsto, y fichas de servicio, según proceda, de los SLGE. Puede tener formato electrónico.
Residuos del SLGE	Materiales removidos del agua de lavado o del agua de purga por medio de un sistema de tratamiento, o agua de descarga que no cumple los criterios de la descarga, o demás materiales de residuo removidos del SLGE.
Relación de emisiones	SO <sub>2</sub> expresado en ppm/CO <sub>2</sub> expresado en % v/v.
Sistema de limpieza de los gases de escape (SLGE)	Un sistema que incluye una o más unidades LGE y que se basa en tecnología que utiliza un medio de limpieza húmedo para la reducción de SO <sub>x</sub> de una corriente de gases de escape de una unidad de combustión de fueloil instalada, y que funciona en modo de bucle abierto o cerrado. Un SLGE híbrido puede funcionar en ambos modos. Distintas unidades LGE pueden utilizar un sistema de toma común con un sólo dispositivo de vigilancia de los gases de escape. Distintas unidades LGE pueden utilizar un mismo sistema de agua de lavado, suministro de agua, tratamiento y/o descarga fuera del buque y un equipo de vigilancia del agua de descarga.

Sistemas de muestras extractivas	Sistema que permite extraer un flujo de muestras de la corriente de gases de escape y transferir dicho flujo al instrumento de medición a través de conductos caldeados.
Unidad de combustión de fueloil	Todo motor, caldera, turbina de gas u otro equipo alimentado con fueloil, excluidos los incineradores de a bordo.
Agua de entrada	Agua que entra en el buque como medio de limpieza de una unidad LGE.
<i>In situ</i>	Medición realizada directamente en una corriente de gases de escape.
Gama de carga	Intervalo que se extiende desde el valor mínimo practicable al máximo de la potencia nominal de un motor diésel o máximo del régimen de vaporización de la caldera.
Modo de bucle abierto	Modo de funcionamiento del SLGE en el cual el agua de lavado, normalmente agua de mar pasa a través de la unidad LGE solo una vez antes de ser descargada fuera del buque como agua de descarga.
Fenantreno equivalente	Corresponde con la señal producida por un monitor de HAP con longitudes de onda de excitación entre 244 nm y 264 nm (254±10 nm) y longitudes de onda de detección entre 310 nm y 410 nm (360±50 nm) que se calibran atendiendo a una serie reconocida de concentraciones de fenantreno dentro de la gama de mediciones prevista cuando existe exposición al agua de descarga del SLGE con contenido de una gama de distintas especies de HAP.
Agua de lavado	Medio de limpieza que entra en contacto con la corriente de gases de escape para la reducción del SO <sub>x</sub> .
SLGE húmedos	SLGE que utiliza un medio de limpieza líquido.

2.3.2 Los documentos pertinentes de los SLGE aprobados de conformidad con el Plan A y el Plan B figuran en el cuadro 4.

**Cuadro 4: Documentos pertinentes del Plan A y de Plan B**

Documento	Plan A	Plan B
SECP	X	X
SECC	X	
ETM Plan A	X	
ETM Plan B		X
OMM	X	X
Libro registro SLGE o libro registro electrónico	X	X

### 3 NOTA SOBRE LA SEGURIDAD

3.1 Se prestará la debida atención a las consecuencias para la seguridad que puedan tener la manipulación y proximidad de los gases de escape, el equipo de medición y el almacenamiento y la utilización de los gases puros y de calibración en recipientes a presión. Las posiciones para la toma de muestras y las plataformas de acceso permanente deberían ser tales que la vigilancia pueda efectuarse en condiciones de seguridad. Para posicionar la boca del agua de descarga del SLGE, debería prestarse la debida consideración a la ubicación de las tomas de agua de mar existentes. En todas las condiciones de funcionamiento, el proyecto del SLGE debería plasmar el equilibrio necesario entre el agua de descarga de pH bajo y la resistencia a la corrosión de las superficies en contacto con esa corriente de descarga. Para impedir cualquier fallo prematuro de los cajones de toma de mar, las tuberías

de descarga y acabados de los orificios del casco, se debería poner especial cuidado en la preparación de las superficies y en la selección correcta y aplicación de revestimientos protectores para hacer frente a los efectos corrosivos del agua de descarga de pH bajo.

3.2 En los casos en que haya a bordo tuberías de derivación de conductos de gases de escape, se deberían adoptar medidas apropiadas para evitar la fuga de los gases de escape de la válvula mariposa a las tuberías de derivación.

## **4 PLAN A – APROBACIÓN, RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN DEL SLGE MEDIANTE COMPROBACIONES DE LOS PARÁMETROS Y LAS EMISIONES**

### **4.1 Aprobación del SLGE**

#### **4.1.1 Generalidades**

Las opciones del Plan A de las presentes directrices prevén:

- .1 la aprobación del SLGE específico;
- .2 los sistemas fabricados en serie; y
- .3 la aprobación de la gama de productos.

#### **4.1.2 Aprobación del SLGE específico**

4.1.2.1 Un SLGE debería certificarse como apto para satisfacer tanto el valor de la relación de emisiones (el valor certificado) que especifique el fabricante (es decir, el valor de la relación de emisiones que el sistema puede alcanzar de manera continua) con un fueloil que cumpla el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante, y para la gama de los parámetros de funcionamiento enumerados en 4.2.2.1.2 para los que ha de aprobarse. El valor certificado debería ser como mínimo adecuado para las operaciones de los buques, de conformidad con lo prescrito en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

4.1.2.2 Cuando no vayan a realizarse ensayos con fueloiles con el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante, estará permitido utilizar dos combustibles de prueba con un contenido de azufre inferior en % masa/masa. El contenido de azufre en % masa/masa de los dos combustibles seleccionados debería diferenciarse en una cantidad suficiente para justificar el comportamiento operacional del SLGE y demostrar que el valor certificado puede cumplirse si se hace funcionar el SLGE con un combustible que tenga el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante. En tales casos, de conformidad con la subsección 4.3 según corresponda, deberían realizarse al menos dos ensayos. Estos ensayos no tienen que ser consecutivos y pueden realizarse con dos SLGE distintos, aunque de idéntico tipo.

4.1.2.3 Deberían determinarse el caudal másico máximo de los gases de escape del sistema y, si procede, el mínimo. El fabricante del equipo debería justificar el efecto de la variación de los demás parámetros que se definen en 4.2.2.1.2. El efecto de las variaciones de estos factores debería evaluarse mediante ensayos o de otro modo, según corresponda. Ninguna variación, ni combinación de variaciones, de estos factores debería ser tal que el valor de las emisiones del SLGE sea superior al valor certificado.

4.1.2.4 Los datos obtenidos de conformidad con esta sección deberían presentarse a la Administración para su aprobación junto con el ETM-A.



### **4.1.3 Sistemas fabricados en serie**

4.1.3.1 En el caso de SLGE nominalmente análogos y con los mismos caudales máxicos que los certificados en virtud de lo establecido en la sección 4.1.2, y para evitar que cada SLGE se someta a prueba, la Administración, basándose en una presentación del fabricante, debería tomar las medidas necesarias a fin de verificar que se han adoptado las disposiciones adecuadas para garantizar el control efectivo del acuerdo de conformidad de producción. La certificación de cada SLGE en virtud de este acuerdo debería estar sujeta a los reconocimientos que la Administración considere necesarios para asegurarse de que el valor de la relación de emisiones de cada SLGE no es superior al valor certificado cuando dicho sistema funciona de conformidad con los parámetros definidos en 4.2.2.1.2.

### **4.1.4 Aprobación de la gama de productos**

4.1.4.1 En el caso de un SLGE que tenga un proyecto idéntico, pero distintas capacidades de caudal máxico máximo de los gases de escape, la Administración puede aceptar, en lugar de ensayos con SLGE de cualquier capacidad de conformidad con 4.1.2, ensayos de SLGE de tres capacidades distintas, siempre que estos tres ensayos se lleven a cabo a intervalos que incluyan los índices de capacidad más alto y más bajo de la gama y uno intermedio.

4.1.4.2 Cuando existan diferencias significativas en el proyecto de SLGE de capacidades distintas, no debería aplicarse este procedimiento salvo que pueda demostrarse, de manera satisfactoria a juicio de la Administración, que en la práctica esas diferencias no alteran significativamente el funcionamiento entre los distintos tipos de SLGE.

4.1.4.3 Para los SLGE de capacidades distintas, deberían ofrecerse datos relativos a la sensibilidad a las variaciones del tipo de maquinaria de combustión a la que se acoplan, además de datos relativos a la sensibilidad a las variaciones de los parámetros enumerados en 4.2.2.1.2. Esto debería realizarse tomando como base los ensayos u otros datos, según corresponda.

4.1.4.4 Deberían ofrecerse datos relativos al efecto de los cambios de la capacidad del SLGE en las características del agua de lavado y del agua de descarga.

4.1.4.5 Deberían someterse a la aprobación de la Administración todos los datos justificativos obtenidos de conformidad con esta sección, junto con el ETM-A para cada sistema.

## **4.2 Reconocimiento y certificación**

### **4.2.1 Procedimientos para la certificación de un SLGE**

4.2.1.1 A fin de cumplir lo prescrito en la subsección 4.1, ya sea antes o después de la instalación a bordo, debería certificarse que cada SLGE se ajusta al valor certificado que especifique el fabricante (es decir, la relación de emisiones que el sistema puede alcanzar de manera continua) en las condiciones de funcionamiento y con las restricciones que figuran en el Manual técnico SLGE (ETM-A) que haya aprobado la Administración.

4.2.1.2 La determinación del valor certificado debería tener en cuenta lo dispuesto en las presentes directrices.

4.2.1.3 La Administración debería expedir un SECC a todo SLGE que se ajuste a lo prescrito en 4.2.1.1. El modelo de SECC figura en el apéndice 1.

4.2.1.4 El fabricante del SLGE, el propietario del buque u otra parte deberían solicitar el SECC.

4.2.1.5 La Administración puede expedir un SECC a SLGE posteriores cuyo proyecto y capacidad nominal sean iguales a lo certificado de conformidad con 4.2.1.1, sin necesidad de someterlas a prueba teniendo en cuenta dicho párrafo y a reserva de lo indicado en 4.1.3 de las presentes directrices.

4.2.1.6 La Administración puede aceptar SLGE del mismo proyecto, pero con capacidades nominales diferentes a lo certificado de conformidad con 4.2.1.1 y a reserva de lo indicado en 4.1.4 de las presentes directrices.

4.2.1.7 La Administración debería examinar especialmente los SLGE que únicamente tratan una parte de la corriente de gases de escape en el conducto de humos donde van instaladas para garantizar que, en todas las condiciones de funcionamiento determinadas, el valor global de la relación de emisiones de los gases de escape en el sentido de la corriente del sistema no es superior al valor certificado.

#### **4.2.2 Manual técnico relativo al SLGE – "Plan A" (ETM-A)**

4.2.2.1 Cada SLGE debería disponer de un ETM-A facilitado por el fabricante en el que, como mínimo, figure la información siguiente:

- .1 la identificación del sistema (fabricante, modelo/tipo, número de serie y demás datos necesarios), incluida una descripción de dicho sistema y todos los sistemas auxiliares necesarios. En el caso de que un sistema contenga más de una unidad LGE, cada una de estas debería estar identificada;
- .2 los límites de funcionamiento, o la gama de valores de funcionamiento, para los que se haya certificado la unidad, y que, como mínimo, deberían incluir:
  - .1 el caudal másico máximo y, si procede, mínimo, de los gases de escape;
  - .2 la capacidad máxima y, si procede, mínima del caudal másico de la unidad LGE;
  - .3 el contenido máximo de azufre del combustible para el cual está proyectado el SLGE;
  - .4 el valor certificado;
  - .5 la potencia, el tipo y demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de fueloil a la que se conectará el SLGE. Para las calderas, también se debería facilitar la relación máxima aire/combustible al 100 % de carga. Para los motores diésel, se indicará si se trata de un motor de dos o de cuatro tiempos;
  - .6 los valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada (ISO 9963-1-2:1994);

- .7 las gamas de la temperatura de entrada de los gases de escape y las temperaturas máxima y mínima de salida de dichos gases con LGE en funcionamiento;
  - .8 la presión diferencial máxima de los gases de escape de toda la unidad LGE y la presión máxima de entrada de los gases de escape;
  - .9 los niveles de salinidad o los elementos de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados; y
  - .10 otros factores relativos al proyecto y al funcionamiento del SLGE pertinentes para alcanzar un valor máximo de la relación de emisiones no superior al valor certificado;
- .3 cualesquiera prescripciones o restricciones aplicables al SLGE o al equipo correspondiente necesario para que el sistema pueda alcanzar un valor máximo de la relación de emisiones no superior al valor certificado;
  - .4 las prescripciones relativas al mantenimiento, el servicio o el ajuste con objeto de que el SLGE pueda seguir alcanzando un valor máximo de la relación de emisiones no superior al valor certificado. El mantenimiento, el servicio y los ajustes deberían registrarse en el libro registro SLGE;
  - .5 las medidas correctivas que se aplicarán si se prevé que ocurra u ocurre lo siguiente: las condiciones de funcionamiento superan las gamas o límites aprobados; los criterios para la calidad del agua de descarga no se cumplen; o se excede el valor certificado;
  - .6 un procedimiento de comprobación que deba utilizarse en los reconocimientos con objeto de garantizar el funcionamiento del sistema y que el uso del sistema se ajuste a lo requerido (véase la subsección 4.4);
  - .7 las características del agua de lavado y del agua de descarga en toda la gama de carga del funcionamiento;
  - .8 las prescripciones relativas al proyecto del tratamiento y la vigilancia del agua de lavado y el control del agua de descarga, incluida, por ejemplo, el agua de purga del funcionamiento en bucle cerrado del SLGE o el agua de descarga almacenada temporalmente dentro del SLGE; y
  - .9 los datos sobre el procedimiento de elaboración de informes referidos al funcionamiento en condiciones no reglamentarias, o en condiciones en las que el cumplimiento en curso se indicaría provisionalmente de conformidad con 8.2.8.

4.2.2.2 El ETM-A debería ser aprobado por la Administración.

4.2.2.3 El ETM-A debería conservarse a bordo del buque en el que se ha instalado el SLGE y debería estar disponible para los reconocimientos, según proceda.

4.2.2.4 Las enmiendas al ETM-A que reflejen los cambios del SLGE que afecten al funcionamiento en lo que respecta a las emisiones en el aire y/o el agua deberían ser aprobadas por la Administración. Cuando la información añadida, suprimida o enmendada en

el ETM-A no forme parte del ETM-A aprobado inicialmente, dicha información debería guardarse con el ETM-A y ser considerada como parte de este.

#### **4.2.3 Reconocimientos en servicio**

4.2.3.1 Los SLGE deberían estar sujetos a reconocimiento de la instalación y a los reconocimientos iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la Administración.

4.2.3.2 De conformidad con la regla 10 del Anexo VI del Convenio MARPOL, los SLGE también pueden ser objeto de inspección en el marco de la supervisión por el Estado rector del puerto.

4.2.3.3 Antes de su utilización, la Administración debería expedir un SECC para cada SLGE.

4.2.3.4 Tras el reconocimiento de la instalación indicado en 4.2.3.1, deberían cumplimentarse debidamente las secciones 2.3 y 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.

#### **4.3 Límites de las emisiones**

4.3.1 Cada SLGE debería ser apto para reducir las emisiones hasta niveles iguales o inferiores al valor certificado en cualquier punto de carga, incluida la marcha lenta en vacío de la unidad de combustión de fueloil, cuando se esté funcionando de conformidad con 4.2.2.1.2.

4.3.2 Como prueba del funcionamiento, las emisiones deberían medirse en cuatro puntos de carga como mínimo, con el consentimiento de la Administración. Un punto de carga debería situarse en el 95-100 % del caudal másico máximo de los gases de escape para el que se certificará la unidad el sistema. Un punto de carga debería situarse entre el  $\pm 5$  % del caudal másico mínimo de los gases de escape para el que se certificará la unidad el sistema. Los dos puntos de carga restantes deberían encontrarse, igualmente espaciados, entre los caudales másicos máximo y mínimo de los gases de escape. Cuando existan discontinuidades en el funcionamiento del sistema, debería aumentarse el número de puntos de carga, con el consentimiento de la Administración, de modo que se demuestre que se conserva el funcionamiento requerido en la gama establecida de caudal másico de los gases de escape. Deberían someterse a prueba otros puntos de carga intermedios en caso de que se tengan indicios de un pico de emisiones por debajo del caudal másico máximo de los gases de escape y por encima, si procede, del caudal másico mínimo de dichos gases. Estos ensayos complementarios deberían repetirse un número de veces suficiente para establecer el valor del pico de las emisiones.

#### **4.4 Procedimientos de verificación para demostrar el cumplimiento a bordo**

4.4.1 En el ETM-A de cada SLGE debería incluirse un procedimiento de verificación para su utilización durante los reconocimientos, según proceda. Este procedimiento no debería exigir equipo especializado ni un conocimiento profundo del sistema. Cuando se necesiten dispositivos concretos, éstos se deberían proveer y mantener como si formaran parte del sistema. El SLGE debería proyectarse de un modo que facilite las inspecciones que sean necesarias. El procedimiento de verificación se basa en que, si todos los componentes pertinentes y los valores de funcionamiento o configuraciones se ajustan a las gamas aprobadas, entonces se puede asumir que el funcionamiento del SLGE cumple las prescripciones y no será necesaria la vigilancia continua de las emisiones reales de los gases de escape.

4.4.2 Todos los componentes y valores de funcionamiento o configuraciones que puedan repercutir en el funcionamiento del SLGE y en su aptitud para ajustarse al valor certificado deberían estar incluidos en el procedimiento de verificación.

4.4.3 El procedimiento de verificación debería ser presentado por el fabricante del SLGE y debería ser aprobado por la Administración.

4.4.4 El procedimiento de verificación debería abarcar una comprobación de la documentación, así como una comprobación física del SLGE.

4.4.5 El inspector debería verificar que cada SLGE ha sido instalado de conformidad con el ETM-A y dispone de un SECC, según corresponda.

4.4.6 A discreción de la Administración, el inspector debería tener la posibilidad de comprobar alguno de los componentes, valores de funcionamiento o configuraciones identificados, o todos ellos. Cuando exista más de una unidad LGE dentro del SLGE, la Administración puede abreviar o reducir, según su criterio, la extensión del reconocimiento a bordo. No obstante, debería realizarse un reconocimiento completo para, al menos, una unidad LGE de cada tipo que exista a bordo, siempre y cuando esté previsto que las otras unidades LGE funcionen de forma idéntica.

4.4.7 En los SLGE deberían incluirse los medios para llevar un registro automático de cuándo se está utilizando el sistema. Dichos medios deberían registrar, al menos con la frecuencia estipulada en 5.4.2, como mínimo, la presión del agua de lavado y el caudal en la conexión de entrada de la unidad LGE, la presión de los gases de escape antes de la unidad LGE y la caída de presión en toda ella, la carga de la maquinaria de combustión de fueloil y la temperatura de los gases de escape antes y después de pasar por la unidad LGE en relación con los respectivos límites de funcionamiento o la gama de valores de funcionamiento. El sistema registrador de datos debería cumplir las prescripciones que figuran en las secciones 7 y 8. En el caso de un sistema que consuma productos químicos a una frecuencia conocida, como se documenta en el ETM-A, la anotación de dicho consumo en el libro registro SLGE también responde a este objetivo.

4.4.8 En el Plan A, si no está instalado un sistema de vigilancia continua de los gases de escape, se debería realizar una comprobación aleatoria diaria de la relación de emisiones de cada salida a la atmósfera, durante cinco minutos como mínimo, con una frecuencia de registro mínima de 0,1 Hz en condiciones operacionales normales, para verificar el cumplimiento, junto con la vigilancia continua de los parámetros estipuladas en 4.4.7. Debería permitirse que las lecturas de los gases de escape se establezcan antes de iniciarse el registro. Las lecturas del procedimiento de calibración deberían registrarse automáticamente o anotarse en un protocolo de calibración. Los valores de las emisiones utilizados para determinar la relación de emisiones, que se hayan obtenido después de dicha estabilización, deberían registrarse. Si dicho sistema está instalado, sólo son necesarias las comprobaciones aleatorias diarias de los parámetros enumerados en el párrafo 4.4.7 para verificar el funcionamiento correcto de la unidad LGE.

4.4.9 Debería mantenerse a bordo del buque un libro registro SLGE en el que queden registrados el mantenimiento y el servicio del sistema, incluidas las sustituciones de piezas por otras idénticas. Este libro registro SLGE debería estar disponible durante los reconocimientos según se requiera, y podrá consultarse junto con los diarios de máquinas y demás datos que resulten necesarios para confirmar que el SLGE funciona correctamente. El formulario correspondiente debería ser presentado por el fabricante del SLGE y ser aprobado por la Administración. Como alternativa, esta información podrá registrarse en el sistema de registro de mantenimiento previsto del buque aprobado por la Administración. Como

alternativa, esta información podrá registrarse en un libro registro electrónico aprobado por la Administración. Las entradas del libro registro SLGE deberían mantenerse a bordo del buque durante un periodo de tres años como mínimo, después de efectuada la última entrada.

## **5 PLAN B – APROBACIÓN, RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN DEL SLGE MEDIANTE LA VIGILANCIA CONTINUA DE LA RELACIÓN DE EMISIONES**

### **5.1 Generalidades**

5.1.1 El Plan B prevé la aprobación de los medios de vigilancia continua de la relación de emisiones, apoyándose en las comprobaciones diarias de los parámetros, que se utilizará posteriormente en los reconocimientos o, cuando sea necesario, para demostrar el cumplimiento de los objetivos que figuran en el SECP.

### **5.2 Aprobación**

5.2.1 La Administración debería aprobar el ETM-B, de acuerdo con la definición que figura en las presentes directrices.

### **5.3 Reconocimiento y certificación**

5.3.1 El sistema de vigilancia de los gases de escape del SLGE debería estar sujeto al reconocimiento de la instalación y a los reconocimientos iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la Administración, con objeto de demostrar que funciona conforme a lo que se establece en el OMM. El alcance del reconocimiento de la instalación o los reconocimientos iniciales debería incluir el funcionamiento del SLGE, según proceda, a fin de demostrar la funcionalidad del sistema de vigilancia de los gases de escape.

5.3.2 Tras el reconocimiento de la instalación prescrito en 5.3.1 y la aprobación de los documentos enumerados en 2.3.2, debería cumplimentarse debidamente las secciones 2.3 y 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.

### **5.4 Vigilancia de los gases de escape**

5.4.1 La composición de los gases de escape en términos de la relación de emisiones debería medirse en un lugar adecuado que se encuentre después de la unidad LGE, y esa medición debería ajustarse a lo indicado en la sección 6, según proceda. Una posición adecuada podría ser el sentido de la corriente de la unidad LGE, aunque antes de cualquier posible mezcla del aire ambiente exterior u otro aire o gases adicionales, con los gases de escape.

5.4.2 Las concentraciones de SO<sub>2</sub> (ppm) y CO<sub>2</sub> (%) y la relación de emisiones, expresada como mínimo con un decimal, deberían vigilarse en todo momento y registrarse, teniendo en cuenta el límite de la relación de emisiones aplicable, en un dispositivo de registro y procesamiento de datos, a una frecuencia que no debería ser inferior a 0,0035 Hz, siempre que el SLGE esté en funcionamiento. Podrá suspenderse la vigilancia durante los periodos de servicio y mantenimiento del analizador de los gases y los equipos conexos conforme a lo prescrito en el OMM. Los datos relativos a la calibración de la comprobación del cero y de fondo de escala y las desviaciones de los instrumentos deberían, como se indica en el OMM, registrarse mediante el sistema de registro de datos o introducirse manualmente en el libro registro SLGE según corresponda con los medios utilizados.

5.4.3 Si se utiliza más de un analizador para determinar la relación de emisiones, dichos analizadores deberían tener tiempos de muestreo y de medición similares, y los datos deberían alinearse de modo que la relación de emisiones sea plenamente representativa de la composición de los gases de escape.

## **5.5 Procedimientos de verificación para demostrar el cumplimiento de los límites de emisiones a bordo**

5.5.1 El sistema registrador de datos debería ser el establecido en las secciones 7 y 8. Los datos y los informes conexos deberían facilitarse a la Administración cuando sea necesario para demostrar el cumplimiento, según proceda, y de conformidad con la regla 10 del Anexo VI del Convenio MARPOL, también pueden ser objeto de inspección en el marco de la supervisión por el Estado rector del puerto.

5.5.2 Las comprobaciones aleatorias diarias de los parámetros enumerados en 4.4.7 son necesarias para verificar el funcionamiento correcto del SLGE y deberían registrarse en el libro registro SLGE o en el sistema de registro de la sala de máquinas.

## **5.6 Manual técnico relativo al SLGE – "Plan B" (ETM-B)**

5.6.1 Cada SLGE debería disponer de un ETM-B facilitado por el fabricante en el que, como mínimo, figure la información siguiente:

- .1 la identificación del sistema (fabricante, modelo/tipo, número de serie y demás datos necesarios), incluida una descripción de dicho sistema y todos los sistemas auxiliares necesarios. Si un sistema contiene más de una unidad LGE, cada una de estas debería estar identificada;
- .2 los límites de funcionamiento, o la gama de valores de funcionamiento, para los que se haya proyectado el sistema y que, como mínimo, deberían incluir:
  - .1 el caudal másico máximo y, si procede, mínimo, de los gases de escape;
  - .2 el contenido máximo aconsejado de azufre del combustible para las condiciones de funcionamiento para las cuales está proyectado el SLGE (Nota: podrán utilizarse fueloiles con un contenido superior de azufre siempre que no se supere el valor de la relación de emisiones pertinente);
  - .3 la potencia, el tipo y demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de fueloil a la que se conectará el SLGE. Para las calderas, también se debería facilitar la relación máxima aire/combustible al 100 % de carga para los motores diésel; se indicará si se trata de un motor de dos o de cuatro tiempos;
  - .4 los valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada (ISO 9963-1-2:1994);
  - .5 las gamas de la temperatura de entrada de los gases de escape y las temperaturas máxima y mínima de salida de dichos gases con el SLGE en funcionamiento;

- .6 la presión diferencial máxima de los gases de escape de toda la unidad LGE y la presión máxima de entrada de los gases de escape;
  - .7 los niveles de salinidad o los elementos de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados; y
  - .8 otros parámetros necesarios relativos al funcionamiento del SLGE;
- .3 cualesquiera prescripciones o restricciones aplicables al SLGE o equipo correspondiente;
  - .4 las medidas correctivas que se aplicarán si se prevé que ocurra u ocurre lo siguiente: las condiciones de funcionamiento superan las gamas o límites aprobados; los criterios para la calidad del agua de descarga no se cumplen; o se excede la relación de emisiones máxima admisible;
  - .5 las características del agua de lavado y del agua de descarga en la gama de la carga de funcionamiento;
  - .6 las prescripciones relativas al proyecto del tratamiento y la vigilancia del agua de lavado y el control del agua de descarga, incluida, por ejemplo, el agua de purga del funcionamiento en bucle cerrado del SLGE o el agua de descarga almacenada temporalmente dentro del SLGE; y
  - .7 los datos sobre el procedimiento de elaboración de informes referidos al funcionamiento en condiciones no reglamentarias, o en condiciones en las que el cumplimiento en curso se indicaría provisionalmente de conformidad con 8.2.8.

5.6.2 El ETM-B debería conservarse a bordo del buque en el que se ha instalado el SLGE y debería estar disponible para los reconocimientos, según proceda.

5.6.3 Las enmiendas al ETM-B que reflejen los cambios del SLGE que afecten al funcionamiento en lo que respecta a las emisiones en el aire y/o el agua deberían ser aprobadas por la Administración. Cuando la información añadida, suprimida o enmendada en el ETM-B no forme parte del ETM-B aprobado inicialmente, dicha información debería guardarse con el ETM-B y ser considerada como parte de este.

## **5.7 Procedimientos para demostrar el cumplimiento a bordo**

5.7.1 El propietario del buque debería mantener un libro registro SLGE a bordo del buque en el que queden registrados el mantenimiento y el servicio del sistema de vigilancia de las emisiones y los componentes auxiliares como se especifica en el OMM, incluidas las sustituciones de piezas por otras idénticas. El formulario correspondiente debería ser aprobado por la Administración. Este libro registro SLGE debería estar disponible durante los reconocimientos según se requiera, y podrá consultarse junto con los diarios de máquinas y demás datos que resulten necesarios para confirmar que el SLGE funciona correctamente. Como alternativa, esta información podrá registrarse en el sistema de registro de mantenimiento previsto del buque aprobado por la Administración. Como alternativa, esta información podrá registrarse en un libro registro electrónico aprobado por la Administración. Las entradas del libro registro SLGE deberían mantenerse a bordo del buque durante un periodo de tres años como mínimo, después de efectuada la última entrada.



## 6 ENSAYOS RELATIVOS A LAS EMISIONES

6.1 Los ensayos relativos a las emisiones deberían ajustarse a lo prescrito en el Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008, salvo lo previsto en las presentes directrices.

6.2 El CO<sub>2</sub> debería medirse utilizando un analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR) y con equipo complementario, como por ejemplo secadores, según sea necesario. El SO<sub>2</sub> debería medirse utilizando analizadores infrarrojos no dispersivos (NDIR) o analizadores ultravioleta no dispersivos (NDUV) y con equipo complementario, como por ejemplo secadores, según sea necesario. Se pueden aceptar otros sistemas o analizadores si con ellos se obtienen resultados mejores o equivalentes a los del equipo mencionado, a condición de que los apruebe la Administración. Para la aceptación de otros analizadores o sistemas de CO<sub>2</sub>, el método de referencia debería cumplir las prescripciones del apéndice III del Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008.

6.3 El equipo de análisis debería instalarse, operarse, mantenerse, repararse y calibrarse de conformidad con las prescripciones que figuran en el OMM, con una frecuencia que garantice que las prescripciones estipuladas en 1.7 a 1.10 del apéndice III del Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> se cumplen en todo momento mientras el equipo se encuentra en funcionamiento.

6.4 La muestra de gases de escape para el SO<sub>2</sub> debería obtenerse a partir de un punto de muestreo representativo en el sentido de la corriente de la unidad LGE.

6.5 El SO<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub> deberían determinarse utilizando sistemas de muestras *in situ* o de muestras extractivas.

6.6 La muestra extractiva del gas de escape para la determinación del SO<sub>2</sub> debería mantenerse a una temperatura suficiente con objeto de evitar la condensación de agua en el sistema de muestreo y, por tanto, la pérdida de SO<sub>2</sub>.

6.7 Si la muestra extractiva de los gases de escape para la determinación del SO<sub>2</sub> debe secarse antes del análisis, habría que hacerlo de tal forma que no dé lugar a la pérdida de SO<sub>2</sub> en la muestra analizada.

6.8 Los valores de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deberían compararse suponiendo el mismo contenido de agua residual (por ejemplo, en seco o con la misma fracción de humedad).

6.9 En casos justificados en los que la unidad LGE reduzca la concentración de CO<sub>2</sub>, esta podrá medirse en la entrada de la unidad LGE, siempre que pueda demostrarse claramente que tal método es correcto. En esos casos, los valores de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deberían compararse en seco. Si se miden en húmedo, el contenido de agua en la corriente de gases de escape en esos puntos también debería determinarse para ajustar las lecturas a los valores en seco. Para el cálculo del valor de CO<sub>2</sub> en seco, el factor de corrección de la concentración en seco a la concentración en húmedo podrá calcularse de conformidad con el párrafo 5.12.3.2.2 del Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008.

6.10 Se debería verificar que los sistemas de muestras extractivas carecen de fugas de admisión con arreglo a las recomendaciones del fabricante del equipo de análisis en los intervalos que se definen en el OMM. Se debería verificar que el sistema carece de fugas de admisión en el arranque inicial y según se indique en el OMM, consignándose en el libro registro SLGE las conclusiones de esas comprobaciones.

6.11 Los gases de calibración para el analizador de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deberían estar formados por una mezcla de SO<sub>2</sub> y/o CO<sub>2</sub> y nitrógeno en una concentración que sea superior al 80 % de la escala completa de la gama de medición utilizada. El gas de calibración para el CO<sub>2</sub> debería cumplir las prescripciones de la sección 2 del apéndice IV del Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008. La Administración podrá aceptar otras disposiciones equivalentes especificadas en el OMM.

## **7 DISPOSITIVO DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

7.1 El dispositivo de registro y procesamiento debería ser resistente, estar proyectado a prueba de manipulaciones indebidas y tener capacidad solamente de lectura.

7.2 El dispositivo de registro y procesamiento debería registrar, siempre que el SLGE esté activado, los datos que se indican en las secciones 4.4.7, 5.4.2 y 10.3, según proceda, incluidas las descargas en el mar de los tanques conexos dentro del sistema, tomando como referencia el tiempo universal coordinado (UTC), la situación del buque especificada en el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y si el buque se encontraba en ese momento dentro o fuera de una zona de control de emisiones especificada en la regla 14.3. El dispositivo debería además ser capaz de:

- .1 (solo para el Plan B) configurarse automáticamente, o predeterminarse, con el valor límite de la relación de emisiones según corresponda a la zona marítima donde el buque está funcionando, con relación a la regla 14.3;
- .2 configurarse automáticamente, o predeterminarse, con el valor límite del pH de la descarga en el mar aplicable;
- .3 configurarse automáticamente con el valor límite aplicable a los PAH;
- .4 registrar el tiempo total que supere los 15 minutos en un periodo cualquiera rotatorio de 12 horas durante el cual el valor diferencial de PAH esté por encima del valor límite estipulado por más de un 100 %;
- .5 configurarse automáticamente con el valor límite aplicable de turbidez;
- .6 registrar el tiempo total que supere los 15 minutos en un periodo cualquiera rotatorio de 12 horas durante el cual el promedio móvil del valor diferencial de turbidez esté por encima del valor límite estipulado por más de un 20 %; y
- .7 registrar valores límite predeterminados o determinados.

7.3 El dispositivo de registro y procesamiento debería ser capaz de elaborar informes en periodos de tiempo concretos.

7.4 Los datos deberían conservarse durante, al menos, 18 meses a partir de la fecha del registro. Si se ha cambiado el dispositivo en ese periodo de tiempo, debería garantizarse que se conserven a bordo los datos necesarios y que se pueda disponer de ellos cuando sea necesario para su inspección.

7.5 El dispositivo debería ser capaz de descargar una copia de los datos registrados y de los informes en un formato fácil de utilizar que indiquen claramente los periodos de incumplimiento. Dicha copia de datos e informes debería encontrarse disponible para la Administración o la supervisión del Estado rector del puerto cuando así lo soliciten.

## 8 MANUAL DE VIGILANCIA DE A BORDO (OMM)

8.1 Debería elaborarse un OMM para abarcar cada SLGE instalado con una unidad de combustión de fueloil, que convendría identificar, y cuyo cumplimiento habrá que demostrar.

8.2 En el OMM deberían incluirse, como mínimo, los siguientes aspectos:

- .1 para los sistemas de muestras extractivas de los gases de escape, los lugares desde donde se extraerán las muestras junto con los datos, disposiciones y gamas de funcionamiento relativos a los analizadores y todas las prescripciones y los componentes auxiliares que resulten necesarios, incluidos entre otros el ensamblaje de la sonda de muestreo, la línea de trasvase de muestras y la unidad de tratamiento de muestras;
- .2 para los analizadores de gases de escape *in situ*, la ubicación y disposición del conducto de escape, gamas de funcionamiento y todas las prescripciones y componentes auxiliares que resulten necesarios;
- .3 para la vigilancia del agua de entrada y el agua de descarga, los lugares desde donde se extraerán las muestras de agua, la ubicación y disposición de los analizadores junto con los datos relativos a todos los servicios auxiliares como las líneas de trasvase de muestras y las unidades de tratamiento de muestras;
- .4 los analizadores que vayan a ser utilizados para la vigilancia de los gases de escape, el agua de entrada, el agua de descarga, las prescripciones relativas a su servicio, mantenimiento y calibración. En el apéndice 5 se facilitan modelos con la información mínima que debería incluirse;
- .5 los procedimientos de comprobación del cero y del calibrado de los analizadores de gases de escape y la calibración de los analizadores del agua de descarga y el agua de entrada junto con los materiales de referencia que deberán utilizarse y la frecuencia necesaria de dichas comprobaciones;
- .6 los instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento que deberán utilizarse conforme a lo dispuesto en 4.4.7 o 5.5.2;
- .7 las prescripciones y procedimientos relativos a la instalación, funcionamiento, ajuste, mantenimiento, servicio y calibración de los analizadores, el equipo auxiliar conexo y los instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento;
- .8 los medios por los que el cumplimiento en curso se indicaría provisionalmente en caso de avería de un solo dispositivo de vigilancia; teniendo en cuenta que los periodos transitorios en los que se exceden las emisiones y/o los picos aislados en el resultado registrado de la relación de emisiones no indican necesariamente un exceso no reglamentario de las emisiones y, por lo tanto, no deberían considerarse un incumplimiento de las prescripciones;
- .9 el sistema de registro de datos y cómo debe operarse, conservarse los datos y los tipos de informes que puede elaborar;

- .10 orientaciones acerca de los datos u otras señales que puedan indicar un funcionamiento defectuoso del analizador, un elemento del equipo auxiliar o un sensor de los parámetros de funcionamiento junto con las medidas correctivas y de identificación de fallas que deberían adoptarse;
- .11 otros datos o información pertinentes para el correcto funcionamiento o utilización del sistema de vigilancia o para su utilización en la demostración del cumplimiento; y
- .12 cuando la información descrita en .1 a .11 se refiera a una descripción pormenorizada de los procedimientos, podrá hacerse referencia a los documentos adicionales (por ejemplo, la documentación del fabricante), los cuales deberían considerarse parte del OMM.

8.3 El OMM debería indicar cómo debe llevarse a cabo el reconocimiento del SLGE, de los instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento y de los sistemas de vigilancia de los gases de escape y el agua de descarga, a fin de verificar que:

- .1 el SLGE se ajusta al ETM-A o al ETM-B, según proceda;
- .2 los instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento instalados y utilizados a bordo son los aprobados por el OMM;
- .3 los sistemas de vigilancia de los gases de escape y el agua de descarga utilizados a bordo son los aprobados por el OMM;
- .4 se ha realizado la inspección, mantenimiento, servicio, calibración y ajuste necesario y se han registrado en el libro registro SLGE, según corresponda; y
- .5 los instrumentos de medición de los parámetros de funcionamiento y los sistemas de vigilancia de los gases de escape y el agua de descarga funcionan correctamente.

8.4 De conformidad con el plan B, cuando se requiera el funcionamiento del SLGE a fin de demostrar la funcionalidad del sistema de vigilancia durante la instalación o los reconocimientos iniciales, el OMM debería describir la condición o condiciones operacionales que demuestren el comportamiento operacional del sistema de vigilancia y que deberían utilizarse para la vigilancia de conformidad con el párrafo 5.3.1. La descripción de la condición o condiciones operacionales podrá incluir:

- .1 el punto o los puntos de carga de la unidad de combustión de fueloil conectada; y
- .2 el tiempo mínimo de funcionamiento en un punto de carga dado.

8.5 El OMM debería:

- .1 ser aprobado por la Administración; y
- .2 mantenerse a bordo del buque en el que está instalado el SLGE y debería estar disponible para los reconocimientos cuando se requiera.

## **9 CUMPLIMIENTO POR EL BUQUE**

### **9.1 Plan de cumplimiento de las emisiones de SO<sub>x</sub> (SECP)**

9.1.1 Todo buque que vaya a utilizar un SLGE, parcial o totalmente, como medio equivalente aprobado respecto de lo prescrito en las reglas 14.1 y 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, debería contar con un SECP aprobado por la Administración.

9.1.2 En el SECP debería enumerarse cada elemento del equipo de combustión de fueloil que utilice combustible suministrado de conformidad con lo prescrito en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

9.1.3 En el SECP se debería enumerar toda unidad de combustión de fueloil que pueda utilizar el Plan A y/o B de las presentes directrices junto con la identificación del SLGE al cual ha sido conectado y si dicho control puede aplicarse de manera continua o sólo dentro, o fuera, de las zonas de control de emisiones previstas en la regla 14.3 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

9.1.4 En el SECP se debería informar de que se debería mantener un registro de las medidas emprendidas para cumplir lo prescrito en estas directrices en caso de avería del SLGE o del equipo conexo y que debería notificarse a las Administraciones del Estado de abanderamiento y el Estado rector del puerto, de conformidad con lo dispuesto en la circular MEPC.1/Circ.883/Rev.1.

### **9.2 Demostración del cumplimiento**

#### **9.2.1 Plan A**

9.2.1.1 El SECP debería hacer referencia al ETM-A, al libro registro SLGE o el sistema de registro de la sala de máquinas y al OMM especificados en el Plan A, en lugar de reproducirlos.

9.2.1.2 Deberían aportarse datos referidos todas las unidades enumeradas en 9.1.3 que demuestren que se cumplen los índices y las restricciones aplicables al SLGE aprobado, como se señala en 4.2.2.1.2.

9.2.1.3 Los parámetros necesarios deberían vigilarse y registrarse como se describe en el párrafo 4.4.7 cuando la unidad el SLGE esté funcionando, con objeto de demostrar el cumplimiento.

#### **9.2.2 Plan B**

9.2.2.1 El SECP debería hacer referencia al ETM-B, al libro registro SLGE o el sistema de registro de la sala de máquinas y al OMM especificados en el Plan B, en lugar de reproducirlos.

## **10 AGUA DE DESCARGA**

### **10.1 Criterios de calidad del agua de descarga<sup>1</sup>**

10.1.1 El agua de descarga del SLGE debería cumplir los criterios siguientes antes de descargarse en el mar:

---

<sup>1</sup> Los criterios de calidad del agua de descarga deberían examinarse en el futuro, cuando se disponga de más datos, incluidos los resultados de investigación y desarrollo pertinentes, sobre el contenido del agua de descarga y sus efectos, tomando en consideración el asesoramiento del GESAMP. En el apéndice 3 figuran orientaciones para la recopilación voluntaria de datos del agua de descarga.

### **10.1.2 Criterios aplicables al pH**

10.1.2.1 El pH del agua de descarga debería cumplir una de las siguientes prescripciones, que habría que registrar en el ETM-A o ETM-B, según proceda:

- .1 El pH del agua de descarga no debería ser inferior a 6,5 cuando se mida al descargarse fuera del buque en el mar con la excepción de que, durante las maniobras y en tránsito, se permitirá una diferencia máxima de 2 unidades en el pH, entre los valores del agua de entrada y de la descarga fuera del buque.
- .2 El límite del pH de la descarga, en el punto de vigilancia fuera del buque, es el valor que garantizará un pH mínimo que no sea inferior a 6,5 a una distancia de 4 m del punto de descarga fuera del buque con el buque estacionario y que se registrará como límite del pH de la descarga fuera del buque en el ETM-A o ETM-B. El límite del pH de la descarga fuera del buque puede determinarse mediante medición directa o mediante una metodología basada en el cálculo (tal como la dinámica de fluidos computacional u otras fórmulas empíricas científicamente establecidas), con el acuerdo de la Administración y de conformidad con las siguientes condiciones que se registrarán en el ETM-A o ETM-B:
  - .1 todas las unidades LGE conectadas a las mismas salidas funcionan a plena carga (o con la máxima carga viable) y con fueloil del contenido máximo de azufre para el que las unidades estén certificadas (Plan A) o se utilicen (Plan B);
  - .2 si se utiliza un combustible de ensayo con un contenido de azufre menor, y/o una carga de ensayo inferior a la máxima, que sea suficiente para demostrar el comportamiento de la pluma del agua de descarga, habrá que establecer una razón de mezcla de la pluma basada en la curva de valoración del agua de mar. La razón de mezcla se utilizaría para demostrar el comportamiento de la pluma del agua de descarga y el cumplimiento del límite del pH de la descarga fuera del buque en caso de que el SLGE funcione con el combustible de mayor contenido de azufre y carga para el que el SLGE esté certificado (Plan A) o se utilice (Plan B);
  - .3 cuando el caudal del agua de descarga varíe en función del caudal gaseoso del SLGE, también deberían evaluarse las repercusiones de lo anterior en el funcionamiento con carga parcial para garantizar que se cumpla el límite del pH de la descarga fuera del buque con cualquier carga;
  - .4 debería utilizarse como referencia una alcalinidad del agua de mar de 2,2 mmol/litro y un pH de 8,2<sup>2</sup>; debería utilizarse una curva de valoración enmendada cuando las condiciones de ensayo difieran del agua de mar de referencia, tal como acuerde la Administración (en el apéndice 4 se facilita un ejemplo de curva de valoración para las condiciones del agua de mar de referencia); y

---

<sup>2</sup> Estos valores podrían revisarse en un plazo de dos años para las instalaciones nuevas tras la adopción de las presentes directrices enmendadas si las condiciones físicas de los mares varían como consecuencia de la utilización de sistemas de limpieza de los gases de escape.

- .5 si se utiliza una metodología basada en el cálculo, deberían facilitarse pormenores para permitir su verificación que incluyeran, entre otros, las fórmulas científicas de base, la especificación del punto de descarga, los caudales del agua de descarga, los valores designados del pH en la descarga y a una distancia de 4 m, y los datos de valoración y dilución.

### 10.1.3 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)

10.1.3.1 La concentración de PAH en el agua de descarga debería cumplir las prescripciones que figuran a continuación. El límite oportuno debería especificarse en el ETM-A o en el ETM-B.

10.1.3.2 La concentración máxima continua de PAH en el agua de descarga no debería ser superior a 50 µg/L de PAH<sub>phe</sub> (fenantreno equivalente) por encima de la concentración de PAH del agua de entrada. A los efectos del presente criterio, la concentración de PAH en el agua de descarga debería medirse en el sentido de la corriente del equipo de tratamiento del agua, incluida toda unidad de dosificación de reactivos que pueda utilizarse, aunque a contracorriente de cualquier dilución para el control del pH que pueda utilizarse, antes de la descarga.

10.1.3.3 El límite de 50 µg/L indicado *supra* es el normalizado para un caudal de descarga, antes de toda dilución para el control del pH, de 45 t/MWh, donde MW hace referencia al régimen nominal máximo continuo (MCR) total de todas las unidades de combustión de fueloil, en las que se estén vigilando en ese instante los PAH del agua de descarga del SLGE. Cuando se instalen sensores en una celda de medición aparte, el límite de los PAH se aplicará al caudal de la tubería de descarga principal, desde la que se elude el agua. Dicho límite debería ajustarse al alza para los caudales de agua de lavado (t/h) por MW, y viceversa, de conformidad con el cuadro que figura a continuación.

**Cuadro 5: Criterios aplicables a la concentración de PAH del agua de descarga**

Caudal específico del agua de descarga (antes de la dilución para el control del pH) (t/MWh)	Límite de la concentración de la descarga (µg/L PAH <sub>phe</sub> equivalentes)	Tecnología de medición
0-1	2250	Luz ultravioleta <sup>†</sup>
2,5	900	– " – <sup>*</sup>
5	450	Fluorescencia <sup>3</sup>
11,25	200	– " –
22,5	100	– " –
45	50	– " –
90	25	– " –

\* Podrán utilizarse tecnologías de medición alternativas con el acuerdo de la Administración.

10.1.3.4 Durante un periodo total de 15 minutos en un periodo rotatorio cualquiera de 12 horas, el límite de concentración continua de PAH<sub>phe</sub> podrá superar el límite indicado *supra* en un 100 %. Esto permitiría una puesta en marcha anómala de la unidad LGE.

<sup>3</sup> Para caudales superiores a 2,5 t/MWh debería utilizarse la tecnología fluorescente.

#### **10.1.4 Turbidez/partículas en suspensión**

10.1.4.1 El sistema de tratamiento del agua de descarga debería proyectarse para reducir al mínimo las partículas en suspensión, incluidos los metales pesados y las cenizas. La turbidez del agua de descarga, tras su tratamiento, incluida la dosificación de reactivos, aunque a contracorriente de cualquier otra dilución, debería cumplir los criterios que se indican a continuación. El límite debería registrarse en el ETM-A o en el ETM-B.

10.1.4.2 La turbidez continua máxima del agua de descarga no debería superar la turbidez del agua de admisión en más de 25 FNU (unidades nefelométricas de formacina) o 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez) u otras unidades equivalentes. No obstante, durante periodos de alta turbidez a la entrada, la precisión del dispositivo medidor y el lapso que media entre la medición en la entrada y la medición en la salida son tales que no es fiable utilizar un límite de diferencias. En consecuencia, todos los valores de diferencia de turbidez deberían tomarse en forma de promedio móvil para periodos máximos de 15 minutos, hasta un máximo de 25 FNU o NTU.

10.1.4.3 Durante un periodo total de 15 minutos en un periodo rotatorio cualquiera de 12 horas, podrá superarse el límite de turbidez continua de la descarga en un 20 %.

#### **10.1.5 Nitratos**

10.1.5.1 El sistema de tratamiento del agua de descarga debería impedir la descarga de nitratos que no sea la vinculada a una eliminación del 12 % de los NO<sub>x</sub> de los gases de escape o la concentración normalizada de 60 mg/l para un índice de caudal de agua de descarga de 45 t/MWh, si este valor es superior, donde MW hace referencia al régimen nominal máximo continuo (MCR) o al 80 % de la potencia nominal de la unidad de combustión de fueloil.

10.1.5.2 Dentro de los primeros tres meses de funcionamiento después de la instalación/reconocimiento inicial y tres meses antes de cada reconocimiento de renovación, se debería extraer una muestra del agua de descarga de cada SLGE y analizar su contenido de nitrato, y los resultados deberían facilitarse a la Administración. Sin embargo, la Administración podrá exigir la extracción y el análisis de una muestra adicional a discreción. Los datos de descarga de nitratos y el certificado de análisis deberán mantenerse a bordo del buque como parte del libro registro del SLGE y deberán estar disponibles durante las inspecciones prescritas por el Estado rector del puerto u otras Partes. En el ETM-A o el ETM-B, según proceda, deberían incluirse los criterios relacionados con el muestreo, el almacenamiento, la manipulación y el análisis. Para lograr una evaluación de regímenes comparables de descarga de nitratos, los procedimientos de muestreo deberían tener en cuenta lo dispuesto en 10.1.5.1, que estipula la necesidad de normalización del flujo del agua de descarga. Los datos de descarga de nitratos se presentarán como la diferencia entre las concentraciones en el agua de entrada y en el agua de descarga. Los métodos de prueba para el nitrato deberían ajustarse a las normas ISO 13395:1996, ISO 10304-1:2007, 353.2 de la EPA de los Estados Unidos, u otras normas internacionales de prueba equivalentes (aplicables al agua de mar).

10.1.5.3 Con el acuerdo de la Administración, los datos sobre las concentraciones de nitratos del agua de descarga obtenidos con el SLGE o proyectos similares podrían utilizarse como alternativa a lo prescrito en 10.1.5.2 sobre muestreo, análisis y cuantificación, siguiendo algún análisis técnico que demuestre las similitudes de proyecto respecto de las concentraciones de nitratos del agua de descarga.



### **10.1.6 Aditivos y otras sustancias en el agua de lavado y el agua de descarga**

10.1.6.1 En el caso de las tecnologías de SLGE que utilizan productos químicos, aditivos o preparados, o que generan productos químicos pertinentes *in situ*, podrá exigirse una evaluación adicional del agua de descarga. Esta evaluación podrá tener en cuenta las directrices pertinentes, como el "Procedimiento para la aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas (D9)" (resolución MEPC.169(57)), para determinar la conveniencia o no de otros criterios para la calidad del agua de descarga. La evaluación adicional no será necesaria si los únicos productos químicos que se utilizan son los que se indican a continuación y el pH del agua de descarga no supera el valor 8,0:

- .1 agente neutralizante (sustancia cáustica), tal como hidróxido de sodio (NaOH) o carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>); y
- .2 agentes floculantes, que se utilizan en equipos separadores de aguas oleosas náuticos aprobados.

### **10.1.7 Agua de descarga de almacenamiento temporal**

10.1.7.1 Toda agua de descarga que se origine en el SLGE y se descargue fuera del buque después de su almacenamiento temporal en un tanque proyectado a tal efecto y que figura en el ETM-A o en el ETM-B debería vigilarse/registrarse de conformidad con 10.2.1, y cumplir, independientemente del caudal, los siguientes criterios relativos al agua de descarga:

pH	Véase el párrafo 10.1.2
PAH	Máximo de 50 µg/L PAH <sub>phe</sub> (fenantreno equivalente) antes de la dilución para el control del pH
Turbidez	Inferior a 25 FNU (unidades nefelométricas de formacina) o 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez) u otras unidades equivalentes, antes de cualquier dilución para el control del pH

10.1.7.2 Cuando no sea posible demostrar el cumplimiento de las disposiciones de la presente sección, el agua que se pretenda descargar debería considerarse residuo del SLGE.

## **10.2 Vigilancia del agua de descarga**

10.2.1 Cuando el SLGE se utilice en puertos o estuarios, o durante la descarga de agua en almacenamiento temporal, la vigilancia y el registro del agua de lavado deberían ser continuos. Entre los valores vigilados y registrados deberían encontrarse los relativos al pH, los PAH, la turbidez y la temperatura. El equipo de registro y vigilancia continua también debería estar en funcionamiento en otras zonas, siempre que el SLGE esté activado, salvo durante los periodos cortos de mantenimiento y limpieza del equipo de vigilancia, conforme a lo que se establece en el OMM. Cuando se efectúen descargas fuera del buque del agua de descarga proveniente del almacenamiento temporal a bordo, no debería procederse al mantenimiento o a la limpieza del equipo de vigilancia. En los SLGE en los que se desgasifique el agua de descarga de las muestras para vigilar la turbidez, se debería garantizar que las partículas no formen sedimento durante la desgasificación, lo que produciría una subestimación del valor real de la turbidez.

10.2.2 Las desviaciones permitidas del equipo de vigilancia del agua de descarga no deberían superar los siguientes valores:

pH	0,2 unidades de pH
PAH	5 % de la concentración nominal de ensayo normalizado. El valor de la concentración nominal no debería ser inferior al 80 % de la gama de escala utilizada
Turbidez	2 FNU o NTU

Los intervalos de calibración deberían ser tales que se cumplan las prescripciones de funcionamiento especificadas anteriormente. Las calibraciones y las comprobaciones de la calibración se deberían efectuar con arreglo a las especificaciones del fabricante.

10.2.3 El electrodo de pH y el medidor de pH deberían tener una resolución de 0,1 unidades de pH y compensación de temperatura. El funcionamiento y exactitud del electrodo deberían cumplir como mínimo las prescripciones que figuran en las normas BS 2586 o ASTM D1293-18, y el medidor debería cumplir o superar la norma IEC 60746-2:2003 u otras normas equivalentes aceptadas internacionalmente. Los electrodos de pH o los medidores de pH que cumplan otras normas o especificaciones técnicas aceptadas que estén vigentes se considerarán equivalentes al equipo, siempre que esas normas o especificaciones técnicas sean acordes con las normas BS 2586 o ASTM D1293-18 o IEC 60746-2:2003, y contengan prescripciones de un nivel, como mínimo, comparable.

10.2.4 El equipo de vigilancia de los PAH debería poder vigilar los PAH en el agua hasta, como mínimo, el doble del límite de la concentración de la descarga que se indica en el cuadro supra. Debería demostrarse que el equipo funciona correctamente y que no experimenta desviaciones superiores al 5 % en el agua de descarga con un grado de turbidez contemplado en la banda operativa de la aplicación.

10.2.5 En las aplicaciones con descargas caracterizadas por caudales inferiores y concentraciones de PAH superiores debería utilizarse la tecnología de vigilancia mediante luz ultravioleta u otra equivalente, dada la fiabilidad de su gama de funcionamiento.

10.2.6 El equipo de vigilancia de la turbidez debería cumplir las prescripciones que figuran en ISO 7027. Cuando no pueda cuantificar con fiabilidad la turbidez, el turbidímetro debería señalarlo.

### **10.3 Aprobación de los sistemas de vigilancia del agua de descarga**

10.3.1 El sistema de vigilancia del agua de descarga debería ser aprobado por la Administración.

### **10.4 Registro de datos sobre la vigilancia del agua de descarga**

10.4.1 El sistema de registro de datos debería cumplir las prescripciones de las secciones 7 y 8, y en él deberían registrarse continuamente los valores de pH, PAH y turbidez de conformidad con 10.2.1 y con una frecuencia que no sea inferior a 0,0111 Hz.

10.4.2 Los datos relativos a la calibración de la comprobación y las desviaciones de los instrumentos deberían, como se indica en el OMM, ser registrados mediante el sistema de registro de datos o introducirse manualmente en el libro registro del SLGE según corresponda con los medios utilizados.

## **10.5 Residuos del SLGE**

10.5.1 Los residuos generados por el SLGE deberían trasladarse a instalaciones de recepción adecuadas en tierra. Dichos residuos no deberían descargarse en el mar ni incinerarse a bordo.

10.5.2 Todos los buques que tengan instalado un SLGE deberían dejar constancia del almacenamiento y la eliminación de los residuos del SLGE en el libro registro del SLGE, en el que se incluyan la fecha, la hora y el lugar de dichos almacenamiento y eliminación.

## **10.6 Registros de mantenimiento y servicio**

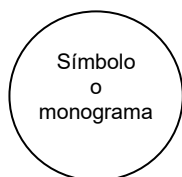
10.6.1 De conformidad con lo prescrito en 4.4.9 o 5.7.1, el libro registro del SLGE debería utilizarse también para registrar el mantenimiento y el servicio de los sistemas de vigilancia del agua de descarga y los componentes auxiliares especificados en el OMM, incluidas las sustituciones de piezas por otras comparables.

## **10.7 Orientaciones sobre el proyecto de los puntos/válvulas de muestreo del agua**

10.7.1 Todos los puntos de muestreo deberían instalarse en lugares que sean representativos de la corriente principal del agua de lavado o del agua de descarga y ser accesibles para el personal. El punto de extracción de muestras debería estar abierto en la dirección del flujo de agua.

## APÉNDICE 1

### MODELO DE CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO<sub>x</sub>



#### NOMBRE DE LA ADMINISTRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO<sub>x</sub>

#### CERTIFICADO DE APROBACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE

Expedido en virtud de lo dispuesto en el Protocolo de 1997, enmendado, que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, con la autoridad conferida por el Gobierno de:

.....  
(nombre oficial completo del país)

por.....  
(nombre completo de la persona u organización competente autorizada en virtud de lo dispuesto en el Convenio)

Se certifica que el sistema de limpieza de los gases de escape (SLGE) que se indica a continuación ha sido objeto de reconocimiento de conformidad con las especificaciones que figuran en el Plan A de las Directrices de 20XX sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, adoptadas mediante la resolución MEPC.YYY(ZZ).

El presente certificado sólo es válido para el SLGE mencionado a continuación:

Fabricante del sistema	Modelo/ tipo	Número de serie	Se certifica que este SLGE ofrece las siguientes equivalencias:		SLGE - Manual técnico para la referencia de aprobación del Plan A (ETM-A)
			Valores límite de contenido de azufre del fueloil:	Contenido máximo de azufre de los fueloiles que se utilizarán:	
			0,10 %	_____ % / n/a*	
			0,50 %	_____ %	

\* Táchese según proceda.

Todo buque en el que se haya instalado este SLGE debería llevar siempre a bordo una copia del presente certificado.

Este certificado tendrá validez durante toda la vida útil del SLGE, instalado en los buques sometidos a la autoridad de este Gobierno, a condición de que se realicen los reconocimientos prescritos en la subsección 4.2 de las presentes directrices y en la regla 5 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Expedido en.....  
(lugar de expedición del certificado)

Fecha dd/mm/aaaa

.....  
(fecha de expedición expedir el certificado)

.....  
(firma del funcionario autorizado para

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

## APÉNDICE 2

### RELACIÓN DE EMISIONES

1 El presente apéndice se incluye con el propósito de explicar los antecedentes relativos a la utilización de la relación de emisiones definida en 2.3 de las presentes directrices, como criterio para la demostración de equivalencia con los límites de contenido de azufre del combustible prescrito en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL. Se explica también la base de los valores límite de la relación de emisiones que figuran en la subsección 1.3 de las presentes directrices.

2 El contenido de carbono de todo fueloil utilizado para la generación de energía por combustión sale del sistema en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Mientras que ciertas cantidades del flujo de entrada de carbono pueden formar depósitos dentro del sistema, incorporarse a cualquier lubricante de contacto directo o salir con el gas de escape como monóxido de carbono, hidrocarburos gaseosos o materia particulada, dichas cantidades en general no resultan importantes en comparación con el flujo de CO<sub>2</sub>. Esto se aplica de la misma a manera a todos los sistemas de combustión: motores de combustión interna, calderas y turbinas de gas.

3 Del mismo modo, el contenido de azufre del fueloil utilizado para combustión saldrá del sistema esencialmente como dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en la corriente de gases de escape caliente. De nuevo, aunque una cierta cantidad puede conservarse como compuestos de azufre dentro del sistema o como otro compuesto de azufre en la corriente de gases de escape, dichas cantidades no son importantes en comparación con el flujo de SO<sub>2</sub>.

4 Si bien la concentración de CO<sub>2</sub> en el gas de escape variará de acuerdo con el cociente de exceso de aire aplicado, la relación entre las concentraciones de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> estará fijada por la relación carbono/azufre del fueloil utilizado. En aquellos casos en los que se instale un sistema de limpieza de los gases de escape (SLGE) previsto en las presentes directrices, el efecto será reducir el contenido de SO<sub>2</sub> de los gases de escape, aunque no el de CO<sub>2</sub>. En consecuencia, la relación SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> posterior a la instalación del sistema reflejará la eficacia de dicho sistema en la eliminación de SO<sub>2</sub> de los gases de escape<sup>1</sup>. La relación SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> posterior a la instalación del SLGE, la relación de emisiones se corresponderá ampliamente con aquella que se hubiera obtenido si se utilizase un combustible de bajo contenido de azufre sin el SLGE.

5 Los elementos principales que contienen los fueloiles líquidos derivados del petróleo son carbono, hidrógeno y azufre y, en algunos casos, también nitrógeno y oxígeno. Las proporciones reales difieren para cada caso. Con el propósito de calcular las relaciones de emisiones que corresponden a los distintos valores límite de contenido de azufre del combustible, se utilizan como punto de partida en el cuadro 1 a continuación las composiciones de combustible especificadas en 6.4.11.1.2 (cuadro 9) del Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> 2008. Las composiciones especificadas para los fueloiles destilados y residuales omiten el contenido de azufre, aunque se puede calcular simplemente como la diferencia entre la suma de los valores estipulados y el 100 % y, de este modo, se obtiene el 0,20 % para el ejemplo de destilado y el 2,60 % para el residual. A fin de calcular las proporciones de carbono e hidrógeno de los fueloiles con otros valores de contenido de azufre, se asume que la relación carbono/hidrógeno y el contenido de "nitrógeno+oxígeno" no variará para los respectivos fueloiles. En el cuadro 1, se calcula el contenido de carbono para el fueloil con un contenido de azufre del 1,50 % para el fueloil destilado y residual conforme se ha utilizado en las versiones anteriores de las presentes directrices.

6 En el cuadro 2, del contenido de carbono derivado y del valor del contenido de azufre seleccionado se obtiene la relación molar entre el azufre y el carbono del combustible; y de éstos, las correspondientes relaciones de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Una de las características de los fueloiles líquidos derivados del petróleo es que, a pesar de la amplia gama de propiedades físicas, como la viscosidad y la densidad, entre los destilados y residuales sólo existe una gama muy limitada con relación a la composición de carbono. Por ello, resulta razonable utilizar la propuesta de una única relación SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> a fin de representar a todos los fueloiles de este tipo; en este caso, se ha calculado que la relación de emisiones que se hubiera obtenido si se utilizara un fueloil de 1,50 % de contenido de azufre correspondería al valor 65<sup>2</sup>. Como base de estos cálculos se ha utilizado el valor 1,50 % de contenido de azufre, por ser el valor límite original de las zonas de control de las emisiones que figura en el texto del Anexo VI del Convenio MARPOL adoptado en 1997, enmendado posteriormente.

7 De la relación de emisiones que corresponde al 1,50 % de contenido de azufre se obtienen las relaciones de emisiones que corresponden a los distintos límites de azufre especificados en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL (véase el cuadro 3).

**Cuadro 1: Valores de contenido de carbono del fueloil**

Fueloil destilado – derivado del petróleo				
Carbono	Especificado	% m/m	86,2	
	Calculado	% m/m		85,08
Hidrógeno	Especificado	% m/m	13,6	
	Calculado	% m/m		13,42
Azufre		% m/m	0,2	1,50
Nitrógeno+oxígeno		% m/m	0	0
Relación carbono/hidrógeno			6,338	6,338

Fueloil Residual – derivado del petróleo				
Carbono	Especificado	% m/m	86,1	
	Calculado	% m/m		87,08
Hidrógeno	Especificado	% m/m	10,9	
	Calculado	% m/m		11,02
Azufre		% m/m	2,60	1,50
Nitrógeno+oxígeno		% m/m	0,40	0,40
Relación carbono/hidrógeno			7,899	7,899

**Cuadro 2: Valores de la relación de emisiones para fueloiles de 1,50 % de contenido de azufre**

			Destilado	Residual
Combustible	Carbono	% m/m	85,08	87,08
	Azufre	% m/m	1,50	1,50
	Carbono	mol/kg	70,90	72,57
	Azufre	mol/kg	0,469	0,469
	Relación S/C	mol/mol	0,00661	0,00646
Gases de escape		SO <sub>2</sub> ppm/CO <sub>2</sub> %	66,11	64,60
Relación de emisiones			65	

**Cuadro 3: Relaciones de emisiones correspondientes al contenido de azufre del fueloil<sup>2</sup>**

Contenido de azufre del fueloil % m/m	Relación de emisiones
1,50	65
0,50	21,7
0,10	4,3

Nota 1. En el caso de que se elaboraran sistemas de tratamiento que redujesen también el contenido de CO<sub>2</sub>, se seguiría aplicando el mismo principio básico excepto que, a fin de evaluar la eficacia en términos de reducción del SO<sub>2</sub>, el valor de CO<sub>2</sub> utilizado sería el anterior a la reducción, es decir, el CO<sub>2</sub> se mediría en un punto situado a contracorriente del dispositivo de tratamiento.

Nota 2. Las relaciones de emisiones estipuladas se aplican sólo cuando se utiliza un fueloil líquido derivado del petróleo. Los valores de las relaciones de emisiones específicos para otros fueloiles deberían ser determinados, y aprobados por la Administración, basándose en la composición particular del fueloil en cuestión.

## APÉNDICE 3

### RECOPIACIÓN DE DATOS SOBRE EL AGUA DE DESCARGA

#### 1 Introducción

1.1 Está previsto que los criterios sobre la calidad del agua de descarga sirvan de orientaciones iniciales para poner en práctica los proyectos de SLGE. Los criterios deberían revisarse en el futuro, a medida que se disponga de más datos sobre el contenido de la descarga y sus efectos, teniendo en cuenta cualquier asesoramiento facilitado por el GESAMP.

1.2 Por consiguiente, las Administraciones deberían invitar a que se recopilen los datos pertinentes. A tal efecto, se invita a los propietarios de buques a que, junto con el fabricante de los SLGE, tomen y analicen muestras de los SLGE teniendo en cuenta las secciones 2 y 3 del presente apéndice, según proceda.

1.3 Dicho muestreo podría llevarse a cabo durante los ensayos de aprobación o poco después de la puesta en funcionamiento, y a intervalos de doce meses aproximadamente.

#### 2 Procedimiento recomendado para el muestreo

A fin de evaluar el contenido de agua de descarga y sus efectos, se recomienda que las muestras sean analizadas de acuerdo con los parámetros que se enumeran en el párrafo 2.4.1 del presente apéndice.

##### 2.1 Preparación

2.1.1 En esta sección se describe la preparación recomendada antes de cada muestreo.

2.1.2 Los SLGE deberían estar equipados con puntos de muestreo para tomar muestras de las siguientes corrientes de agua:

- .1 el agua de entrada (como referencia);
- .2 el agua a continuación de la unidad LGE después del tratamiento (si procede), aunque antes de cualquier tipo de dilución; y
- .3 el agua de descarga después del tratamiento y la dilución.

2.1.3 Preparación para la toma, manipulación y transporte de las muestras

##### 2.1.3.1 Equipo de muestreo

El equipo de muestreo y los contenedores de muestras previamente preparados deberían estar dispuestos antes de procederse al muestreo. El equipo podrá encargarse al laboratorio que lleve a cabo el análisis. El equipo debería encargarse con tiempo suficiente antes del muestreo teniendo en cuenta el itinerario del buque.

En el cuadro que figura a continuación figura la lista de propiedades físicas recomendadas de las botellas de muestras necesarias. Se han tenido en cuenta la norma ISO 5667-3 y la norma analítica adecuada, pero pueden utilizarse otras normas equivalentes. En el cuadro se informa



además del modo en que deberían almacenarse las muestras al extraerlas y el plazo máximo en que han de llegar al laboratorio para ser analizadas.

Parámetro	Material de la botella	Volumen	Método para especificar las prescripciones aplicables a las botellas de muestras	Conservantes	Temperatura de almacenamiento	Plazo máximo antes del análisis
NO <sub>2</sub> -/NO <sub>3</sub> -	PE	250 mL	ISO 10304-1	Sin conservantes	Congelado (≤ -18 °C)	8 días
Total metales	PE	500 mL	ISO 17294-2	Ácido HNO <sub>3</sub> ,	Refrigerado (4 °C)/ oscuridad	1 mes
Metales en disolución	PE	500 mL	ISO 17294-2	Sin conservantes	Refrigerado (4 °C)/ oscuridad	1 mes
PAH	Vidrio	2 L (OL), 1 L (CL)	DIN EN 16691 O EPA 8270	Sin conservantes	Refrigerado (4 °C)/ oscuridad	7 días
Índice de hidrocarburos del petróleo (análisis de cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID))	Vidrio	1L	ISO 9377-2	Ácido mineral pH<2	Refrigerado (4 °C)/ oscuridad	4 días

Es útil etiquetar las botellas de muestras antes de proceder al muestreo. Identifíquese cada botella de modo que en cada una se haga referencia al punto de muestreo, a los parámetros del muestreo, al modo de funcionamiento del SLGE y a la carga del SLGE.

#### 2.1.3.2 Preparación para el almacenamiento y retención de las muestras

Para garantizar el almacenamiento y retención debidos, la tripulación designará un espacio a bordo que sea adecuado para las muestras y los paquetes de hielo, preferentemente en un contenedor cerrado dentro de un espacio frío sin luz solar directa.

#### 2.1.3.3 Preparación para el transporte

Cuando las muestras deban transportarse con paquetes de hielo, estos paquetes de hielo deberían estar ultracongelados 48 horas como mínimo antes del muestreo.

Se recomienda organizar el transporte de las muestras por adelantado con el agente portuario del puerto de destino.

#### 2.1.3.4 Preparación del personal que realizará el muestreo

Para la salud y seguridad del personal, se recomienda llevar puesto el equipo siguiente:

- 2.1.3.4.1 Gafas protectoras, orejeras, guantes, indumentaria protectora y calzado de protección

### *2.1.3.5 Cualificaciones y responsabilidades del personal*

Es importante que el personal que realiza el muestreo cuente con la formación adecuada. Deberían saber:

- .1 cómo funciona el sistema y dónde están ubicados los puntos de muestreo; y
- .2 cómo eliminar el agua de lavado recogida durante el lavado.

El personal debería estar capacitado para extraer muestras y debería conocer la ubicación de los puntos de muestreo y el modo de eliminar de manera segura el agua de lavado recogida.

### *2.1.3.6 Información previa al muestreo*

Se recomienda cumplimentar los formularios que figuran en 3.1 antes del muestreo.

## **2.2 Recogida**

### *2.2.1 Cronograma de muestreo*

Se recomienda elaborar por adelantado, junto con la tripulación, un calendario para el muestreo atendiendo al plazo máximo en que se han de analizar las muestras en el laboratorio. En el plan de muestreo se debería incluir información que permita identificar el tipo de agua que contiene cada botella (bucle abierto/bucle cerrado, entrada/salida, etc.), así como la hora en que se han extraído las muestras. De este modo, podrán recuperarse posteriormente los parámetros de control de los SLGE registrados ininterrumpidamente. Las muestras deberían tomarse mientras el SLGE está en funcionamiento con un flujo máximo de gases de escape superior al 50 % (4.2.2.1.2.1/5.6.1.2.1).

### *2.2.2 Llenado de las botellas de muestras*

Para evitar la contaminación de las muestras, se recomienda actuar como sigue:

- .1 se utilizarán botellas de muestras preparadas por el laboratorio;
- .2 el flujo de agua y, por tanto, la carga o cargas del motor, deberían ser constantes antes del muestreo y durante el muestreo;
- .3 la válvula de muestreo debería lavarse con un mínimo de 10 litros de agua de muestra antes de que se tomen las muestras y no debería cerrarse o tocarse después del lavado, ni antes de procederse al muestreo;
- .4 en el caso de que se llene más de una botella, no debería cerrarse la válvula de muestreo entre una y otra;
- .5 debería evitarse la utilización de agentes de limpieza hidrocarbonados en el punto de muestreo; y
- .6 las botellas de muestras se llenarán hasta el borde y se cerrarán con fuerza para que no entre aire en ellas.

### *2.2.3 Datos durante el muestreo*

Durante el muestreo, se recomienda cumplimentar el formulario que figura en 3.2.

## **2.3 Transporte**

El equipo de muestreo que se utilice durante el transporte debería cumplir lo dispuesto en 2.1.3.1 *supra*.

### **2.3.1 Contenedor para el transporte**

Para el transporte debería utilizarse un contenedor con aislamiento adecuado y a prueba de fugas. El contenedor para el transporte debería ser proporcionado por el laboratorio. Debería ser capaz de acomodar una cantidad suficiente de paquetes de hielo.

### **2.3.2 Traslado al laboratorio**

El traslado de las muestras al laboratorio debería realizarse tan rápido como sea posible. El etiquetado del contenedor de transporte debería cumplir las prescripciones locales sobre transporte y manipulación de muestras de agua.

Inmediatamente antes de entregar la muestra al agente portuario, deberían colocarse en la caja los paquetes de hielo.

### **2.3.3 Cadena de custodia**

Es obligatorio seguir una cadena de custodia formal, con los registros pertinentes.

Por lo general, no es necesario incluir una declaración de aduanas, ya que se trata de muestras de agua que no tienen valor comercial.

### **2.3.4 Información proporcionada por el laboratorio**

Se tendrá en cuenta la información que haya proporcionado el laboratorio.

## **2.4 Preparación y análisis de las muestras**

El análisis debería ser realizado por laboratorios acreditados de acuerdo con la norma ISO 17025 y utilizando procedimientos de ensayo EPA, ISO o equivalentes. Los métodos utilizados por los laboratorios deberán estar incluidos dentro del ámbito de la acreditación ISO 17025 del laboratorio.

2.4.1 A fin de garantizar que los resultados de los laboratorios son comparables, se recomiendan los métodos siguientes:

Parámetro	Método recomendado para el análisis de las muestras	Método recomendado para la preparación de las muestras
<b>Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH):</b>  16 PAH de la EPA: Acenafteno Acenaftileno Antraceno Benzo-a-antraceno Benzo-a-pireno Benzo-b-fluoranteno Benzo-g,h,i-perileno Benzo-k-fluoranteno Criseno Dibenzo-a,h-antraceno Fluoranteno Fluoreno Indeno-1,2,3-pireno Naftaleno Fenantreno Pireno Suma de 16 PAH	EN 16691:2015  o  ISO 28540:2011 (el reconocimiento de EN 16691 como norma ISO se encuentra actualmente en fase de examen)  o  EPA 8270	*   *   EPA 3510; o EPA 3511; o EPA 3520.
Análisis GC FID detallado de hidrocarburos Determinación del índice de hidrocarburos del petróleo	ISO 9377-2: 2000	*
Nitrato y nitrito (NO <sub>3</sub> -/NO <sub>2</sub> -)	ISO 10304-1:2007 o ISO 15923-1: 2013 o ISO 13395:1996 o EPA 353.2	* * * *
Total metales: ■ Cd ■ Cu ■ Ni ■ Pb ■ Zn ■ As ■ Cr ■ V ■ Se	ISO 17294-2:2016  o  EPA 200.8  o  EPA 200.9	ISO 15587-1:2002   *   *
Metales en disolución: ■ Cd ■ Cu ■ Ni ■ Pb ■ Zn ■ As ■ Cr ■ V ■ Se	ISO 17294-2:2016  o  EPA 200.8  o  EPA 200.9	ISO 17294-2: 2016 y filtrado a 0.45 µm + HNO <sub>3</sub>  EPA 200.8 y filtrado a 0.45 µm + HNO <sub>3</sub>  EPA 200.9 y filtrado a 0.45 µm + HNO <sub>3</sub>
El pH del agua de descarga debería determinarse mediante mediciones instantáneas a bordo	Registrar el pH inmediatamente a bordo	Registrar el pH inmediatamente a bordo

\* El método de preparación se incluye en el método analítico.

### 3 **Formulario recomendado para presentar los datos del muestreo**

Cuando se presenten a la Administración los datos del muestreo, debería incluirse la información prevista en los párrafos 1 y 2, así como los resultados de los análisis que se especifican en el párrafo 2.4.

Cuando se presenten a la Administración los datos del muestreo, se recomienda utilizar el formulario siguiente.

<b>3.1 Formulario de datos (parte 1)</b>		
<b>Información previa al muestreo</b>		
Parámetro	Valor	Unidad
3.1.1 Pormenores del buque		
Nombre del buque		
Número IMO		
Fecha de construcción del buque		dd.mm.aaaa
3.1.2 Datos de la unidad (o unidades) de combustión		
Las preguntas sobre el motor deberán responderse para cada uno de los dispositivos de quema de combustible conectados al SLGE		
Número de unidades de combustión conectadas al SLGE		
Fabricantes de las unidades de combustión		
Tipo de unidad de combustión (principal, auxiliar, dos o cuatro tiempos, caldera)		
Capacidad del SLGE en MW		
3.1.3 Datos generales sobre el SLGE		
Nombre de fabricante		
Nombre del sistema		
Número de corrientes	único/múltiple	
Modo de funcionamiento del sistema	abierto/cerrado/híbrido	
Tipo de tratamiento del agua de lavado		
SLGE instalado en buque existente o de nueva construcción		
Fecha de instalación		
Aprobación del ETM-A o ETM-B		
Anotaciones adicionales:		

<b>3.2 Información pertinente al muestreo de cada modo de funcionamiento (bucle abierto y/o bucle cerrado)</b>		
Parámetro	Valor	Unidad
3.2.1 Pormenores del buque durante el muestreo		
Velocidad de crucero		nudos
Fecha y hora de inicio del muestreo		UTC
Fecha y hora de finalización del muestreo		UTC
Posición del buque al inicio del muestreo		GPS
Posición del buque al final del muestreo		GPS
Condiciones meteorológicas (durante el muestreo)		mar calma/gruesa
3.2.2 Funcionamiento del SLGE		
Carga aproximada del SLGE		%

Modo de funcionamiento del sistema	abierto/cerrado	
Tipo de tratamiento del agua de lavado, si procede		
Productos químicos añadidos para el tratamiento		nombre
Dosis de los productos químicos añadidos para el tratamiento durante el muestreo		l/m <sup>3</sup>
Caudal medio del agua de lavado del SLGE durante el periodo de muestreo		m <sup>3</sup> /h
Caudal medio del agua de dilución durante el periodo de muestreo, si se indica o es pertinente		m <sup>3</sup> /h
<b>3.2.3 Funcionamiento de la unidad (o unidades) de combustión</b>		
Carga total aproximada de la unidad (o unidades) de combustión del SLGE		MW
Consumo total de combustible		t/h
Contenido de azufre del combustible (de conformidad con la nota de entrega de combustible)		
Viscosidad del combustible, si se indica		
Anotaciones adicionales:		

<b>3.2.4 Lecturas de vigilancia en línea durante el muestreo de cada punto de muestreo</b>			
Unidad de vigilancia	pH	PAH <sub>phe</sub> µg/L/ppb	Turbidez FNU/NTU
Entrada (si se indica), promedio durante el periodo de muestreo			
Punto de descarga, promedio durante el periodo de muestreo (salida)		N/A	N/A
Antes de la dilución, promedio durante el periodo de muestreo	N/A		

<b>3.2.5 Resultados que deberá notificar el laboratorio</b>				
Pregunta	Respuesta		Observaciones	
Temperatura satisfactoria en el momento de llegada	Sí/No			
Botellas de muestras y contenedores para el transporte preparados por el laboratorio	Sí/No			
Métodos incluidos dentro del ámbito de aplicación de la acreditación ISO 17025 del laboratorio	Sí/No			
Fecha y hora de llegada de las muestras al laboratorio				
Fecha y hora de los análisis				
Parámetro	Número de identificación de la botella	Método de preparación	Método de análisis	Resultado + unidad

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH):  16 PAH de la EPA: Acenafteno Acenaftileno Antraceno Benzo-a-antraceno Benzo-a-pireno Benzo-b-fluoranteno Benzo-g,h,i-perileno Benzo-k-fluoranteno Criseno Dibenzo-a,h-antraceno Fluoranteno Fluoreno Indeno-1,2,3-pireno Naftaleno Fenantreno Pireno				
Análisis de GC-FID del índice de hidrocarburos del petróleo				
Nitrato y nitrito (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )				
Total metales: - Cd - Cu - Ni - Pb - Zn - As - Cr - V - Se				
Metales en disolución: - Cd - Cu - Ni - Pb - Zn - As - Cr - V - Se				

### 3.2.6 Lista de números de identificación de las botellas o cadena de custodia (COC)

Punto de muestreo	Parámetro PAH	Parámetro metales	Parámetro X
Entrada	Botella nº 1 + hora impresa	Botella nº 2 + hora impresa	Etc.
Punto de descarga	Botella nº + hora impresa	Botella nº + hora impresa	Etc.
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.

## APÉNDICE 4

### CURVA NORMALIZADA DE VALORACIÓN DEL AGUA DE MAR

1 A continuación se ofrece una descripción del modelo de equilibrio químico y la curva de valoración resultante figura en el gráfico *infra* (figura 1 para agua de mar pura). El modelo de equilibrio puede incluir el efecto que produce añadir una sustancia alcalina adicional al agua de mar (por ejemplo, NaOH).

2 La curva de valoración de la figura 1 se elaboró utilizando un modelo de equilibrio químico para el agua de mar. El modelo incluye equilibrios de carbono inorgánico, ácido bórico, sulfato, fluoruro y SO<sub>2</sub> disuelto; las constantes de equilibrio son funciones de la salinidad (fuerza iónica) y la temperatura. Los valores aparentes de pKa para las reacciones de equilibrio se encuentran en la bibliografía sobre oceanografía general, por ejemplo, *An introduction to the chemistry of the sea*, Michael E.Q. Pilson, Cambridge University Press (2013), y en la publicación *The Solubility of SO<sub>2</sub> and the dissociation of H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> in NaCl solutions*, F. Millero, P. Hershey, G. Johnson y J. Zhang., *Journal of Atmospheric Chemistry*, 8 (1989). El pH se indica de acuerdo con la escala NBS.

3 Bases para la curva computada:

- .1 CO<sub>2</sub> liberado retenido en solución, es decir, agotamiento no forzado del CO<sub>2</sub>;
- .2 10 % del azufre (IV) disuelto oxidado a azufre (VI) dentro del SLGE;
- .3 alcalinidad del agua de mar: 2,2 mmol/L;
- .4 salinidad del agua de mar: 35 psu;
- .5 pH del agua de mar: 8,2; y
- .6 temperatura del agua de mar: 32 °C.

4 Ecuación de ajuste. La ecuación de ajuste para el agua de mar pura se obtiene basándose en una ecuación empírica ajustada a la curva EM. La ecuación es:

$$pH = 3,84 - 0,2308 * SO_2 + \frac{1,403}{(0,0403 + \exp(2,966 * (SO_2 - 0,189)))} + \frac{9,947}{(4,605 + \exp(4,554 * (SO_2 - 1,588)))}$$

donde la variable SO<sub>2</sub> se define como el SO<sub>2</sub> absorbido en mmol/kg de agua de mar.

La "ecuación de ajuste" se utiliza para determinar el factor de dilución.



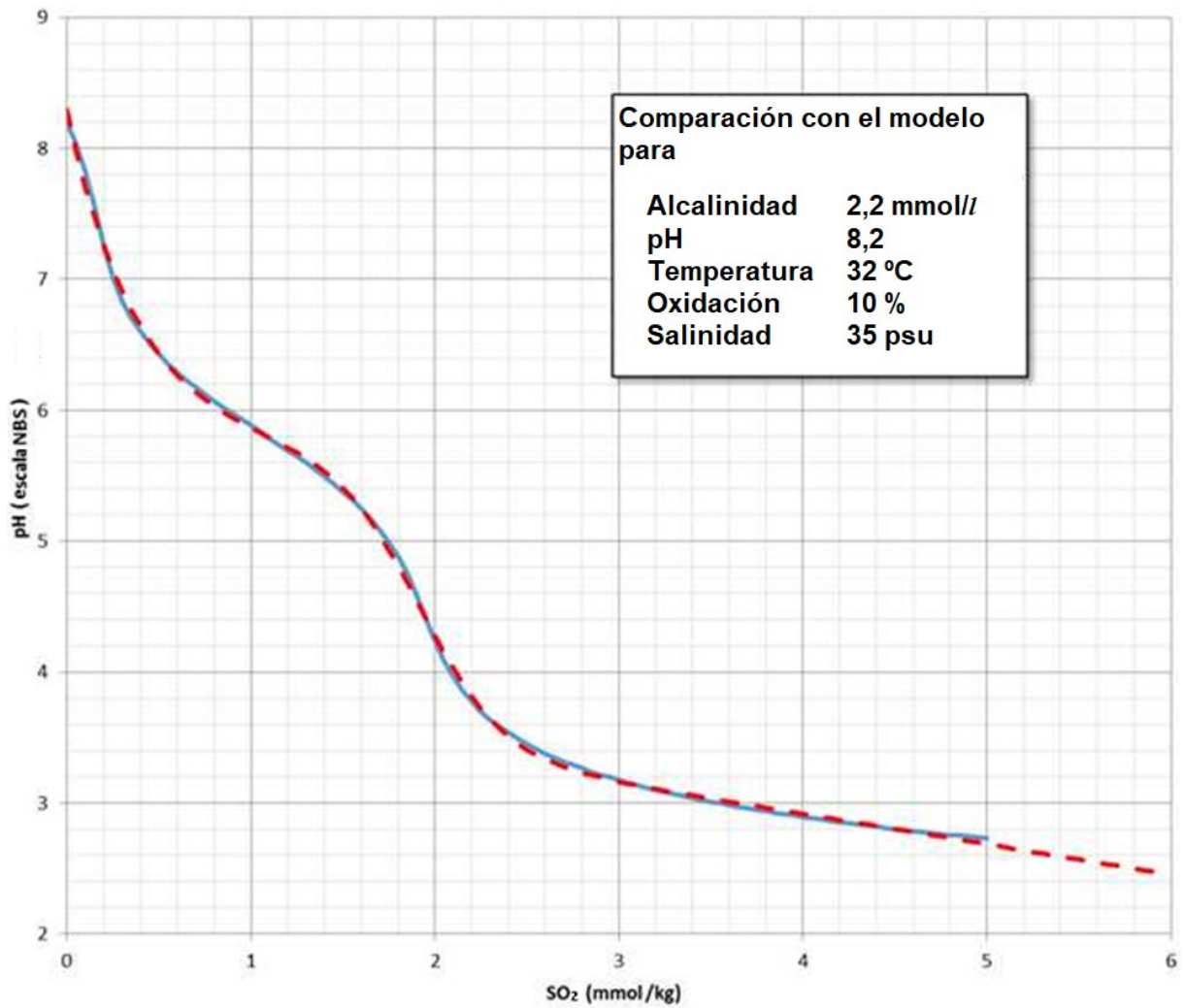


Figura 1: Curva de valoración del agua de mar pura

## APÉNDICE 5

### MODELOS DE INFORMACIÓN RELATIVA AL ANALIZADOR

En la sección 8.2 de las presentes directrices se estipula la información que, como mínimo, debería incluirse en el OMM a fin de facilitar los reconocimientos y las inspecciones.

En el párrafo 8.2.4 se exige que se presente información respecto de los analizadores de los gases de escape y del agua de descarga utilizados en los respectivos sistemas de vigilancia. Con objeto de ofrecer un enfoque común respecto de la organización y el nivel de detalle de la información que debería incluirse, se facilitan los siguientes modelos que pueden utilizarse en el OMM. Los modelos representan la información mínima que debería presentarse. La Administración podrá exigir información adicional.

El uso de estos modelos es voluntario; sin embargo, la presentación de la información de manera normalizada sería de gran ayuda para todos los usuarios del OMM.

#### Gases de escape

<b>Medición de SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub></b>		
Indicar cuando sea común		
Analizador	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Fabricante del analizador		
Referencia del modelo		
Referencia de identificación a bordo		
Disposición	<i>In situ</i> /extractiva	<i>In situ</i> /extractiva
Ubicación de la sonda		
Descripción de la sonda	(es decir, longitud de la sonda, orificio único/múltiple/filtro calentado/bomba calentada)	(es decir, longitud de la sonda, orificio único/múltiple/filtro calentado/bomba calentada)
Gama de medición máxima	ppm	%
Gama(s) de medición utilizadas	ppm	%
Especificación del gas cero		
Especificación del gas de calibración		
Datos sobre: calendarios de servicio, mantenimiento, calibración	Tarea/intervalo	Tarea/intervalo
Información adicional		
Solo sistemas extractivos:		
Aplicación	Conductos de escape único o múltiples (Para múltiples – establecer cuáles son los conductos contemplados y los tiempos de secuencia, residencia y purga de las muestras)	Conductos de escape único o múltiples (Para múltiples – establecer cuáles son los conductos contemplados y los tiempos de secuencia, residencia y purga de las muestras)
Conducto de muestreo calentado	Sí/No	Sí/No

(Si la respuesta es "sí" – temperatura mantenida °C)		
Datos sobre el conducto de muestreo	Longitud, diámetro interno	Longitud, diámetro interno
Refrigerador/secador: Fabricante Referencia del modelo		
Información adicional		

### Vigilancia del agua

<b>pH/PAH/Turbidez*</b>	
* Táchese según proceda	
Aplicación	Entrada de agua de mar/agua de descarga*
Fabricante del analizador	
Referencia del modelo	
Referencia de identificación a bordo	
Disposición	<i>In situ</i> /derivación*
Posición del sensor	
Gama/unidades de medición máxima	
Gama(s)/unidades de medición utilizadas	
Fluido(s) de calibración – especificación / concentración / unidades	
Datos sobre: calendarios de servicio, mantenimiento, calibración	Tarea/intervalo
Información adicional	

\*\*\*