

ANEXO 10

RESOLUCIÓN MEPC.391(81) (adoptada el 22 de marzo de 2024)

DIRECTRICES DE 2024 SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS GEI EN EL CICLO DE VIDA DE LOS COMBUSTIBLES MARINOS (DIRECTRICES LCA 2024)

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

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

RECORDANDO TAMBIÉN que, en su 80º periodo de sesiones, adoptó, mediante la resolución MEPC.377(80), la "Estrategia de 2023 de la OMI sobre la reducción de las emisiones de GEI procedentes de los buques" ("Estrategia de 2023 de la OMI sobre los GEI"), en la que se establecen los niveles de ambición del sector del transporte marítimo internacional para reducir las emisiones de GEI,

RECORDANDO ADEMÁS que, en su 80º periodo de sesiones, también adoptó, mediante la resolución MEPC.376(80), las "Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos (Directrices LCA),

TOMANDO NOTA de que la Estrategia de 2023 de la OMI sobre los GEI establece que en los niveles de ambición y los puntos de comprobación indicativos incluidos en ella deberían tenerse en cuenta las emisiones de GEI de los combustibles marinos del pozo a la estela, tal como se abordan en las Directrices LCA,

TOMANDO NOTA ASIMISMO de que la Estrategia de 2023 de la OMI sobre los GEI establece que en el conjunto de posibles medidas de reducción de los GEI a medio plazo deberían tenerse en cuenta las emisiones de GEI de los combustibles marinos del pozo a la estela, tal como se abordan en las Directrices LCA,

HABIENDO EXAMINADO, en su 81º periodo de sesiones, el proyecto de directrices de 2024 sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos,

1 ADOPTA las Directrices de 2024 sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos (Directrices LCA 2024), que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 ACUERDA que el Comité debería determinar cualquier aplicación e implicaciones reglamentarias de las Directrices LCA 2024 en el proceso de elaboración de disposiciones reglamentarias;

3 PIDE a los Gobiernos Miembros que pongan las directrices adjuntas en conocimiento de propietarios, armadores, constructores y proyectistas de buques, empresas de energía, productores de combustible, compañías de abastecimiento de combustible, fabricantes de motores y demás partes interesadas;

4 ACUERDA mantener estas directrices sometidas a examen a la luz de la experiencia adquirida con su implantación;

5 REVOCA las Directrices LCA adoptadas mediante la resolución MEPC.376(80).

**DIRECTRICES DE 2024 SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS GEI EN EL CICLO DE VIDA
DE LOS COMBUSTIBLES MARINOS (DIRECTRICES LCA 2024)**

(Directrices LCA 2024)

ÍNDICE

PARTE I: GENERALIDADES

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

PARTE II: METODOLOGÍA

- 3 ENFOQUE GENERAL
- 4 DEL POZO AL TANQUE (WtT)
- 5 DEL TANQUE A LA ESTELA (TtW)
- 6 DEL POZO A LA ESTELA (WtW)
- 7 SOSTENIBILIDAD
- 8 ETIQUETA DEL CICLO DE VIDA DEL COMBUSTIBLE (FLL)

PARTE III: FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO Y VALORES REALES

- 9 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO
- 10 FACTORES REALES DE EMISIÓN

PARTE IV: VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

- 11 ELEMENTOS SUJETOS A VERIFICACIÓN/CERTIFICACIÓN
- 12 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS/NORMAS DE CERTIFICACIÓN

PARTE V: EXAMEN

- 13 PROCESO DE EXAMEN CONTINUO

**APÉNDICE 1 LISTA DE COMBUSTIBLES JUNTO CON LOS CÓDIGOS DE
TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE**

**APÉNDICE 2 FACTORES INICIALES DE EMISIÓN POR DEFECTO POR CÓDIGO DE
TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE**

APÉNDICE 3 ABREVIATURAS Y GLOSARIO

**APÉNDICE 4 PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN
POR DEFECTO DEL POZO AL TANQUE**

**APÉNDICE 5 PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN POR
DEFECTO DEL TANQUE A LA ESTELA**

PARTE I: GENERALIDADES

1 INTRODUCCIÓN

Las presentes directrices, que contienen orientaciones sobre la evaluación de la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de todos los combustibles y otros portadores de energía (por ejemplo, la electricidad) utilizados a bordo del buque, tienen por objeto cubrir todo el ciclo de vida del combustible (con unos límites específicos), desde la extracción/cultivo/recuperación de la materia prima, la conversión de la materia prima en un producto combustible, el transporte, así como la distribución/aprovisionamiento y la utilización del combustible a bordo del buque. Asimismo, en estas directrices se especifican aspectos/temas de sostenibilidad en relación con los combustibles marinos y se define una etiqueta del ciclo de vida del combustible (FLL), en la que figura información sobre el tipo de combustible, la materia prima (tipo de materia prima y naturaleza de la misma/fuente de carbono), el proceso de conversión/producción (tipo de proceso y energía utilizada en el proceso), los factores de emisión de GEI, información sobre las mezclas de combustibles y los aspectos/temas de sostenibilidad. En las presentes directrices se establecen los elementos de la FLL sujetos a verificación/certificación y se incluye un procedimiento general sobre el modo en que podrían determinarse el sistema y las normas de certificación.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

2.1 Las presentes directrices tienen por objeto abordar la intensidad de los gases de efecto invernadero (GEI) del pozo al tanque (WtT), del tanque a la estela (TtW) y del pozo a la estela (WtW) y los aspectos/temas de sostenibilidad relacionados con los combustibles marinos/portadores de energía (por ejemplo, la electricidad para el suministro eléctrico en puerto) utilizados para la propulsión del buque y la generación de energía a bordo. Los GEI pertinentes incluidos son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Las presentes directrices no pretenden proporcionar orientaciones en relación con un inventario completo de GEI de la OMI para el transporte marítimo internacional. No se incluyen las emisiones procedentes de la carga (por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles (COV)), ni el uso de refrigerantes; otros forzadores y precursores climáticos de vida corta, tales como los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, los óxidos de azufre (SO_x), el monóxido de carbono (CO), la materia particulada y el carbono negro tampoco forman parte del ámbito de aplicación de las presentes directrices LCA.

2.2 Los límites del sistema de cálculo de los factores de emisión de GEI del WtW, en el contexto de las presentes directrices, abarcan el ciclo de vida de los combustibles desde su obtención hasta su producción, conversión, transporte, distribución y, finalmente, su utilización a bordo de los buques tomando como base un enfoque atributivo.¹ La posibilidad de ampliar los límites del sistema en el caso de trayectorias específicas en las que la materia prima se aparta del uso o usos presentes se evaluará en función de cada caso.² Por consiguiente, se contabilizarán las emisiones asociadas a las siguientes etapas del ciclo de vida de la cadena de dicho ciclo de vida del combustible:

- .1 extracción/cultivo/adquisición/recuperación de la materia prima;

¹ Evaluación atributiva del ciclo de vida (LCA): LCA que tiene por objeto describir los flujos físicos que afectan al medio ambiente hacia y desde un sistema y sus subsistemas a lo largo de su ciclo de vida; análisis consecuente del ciclo de vida (LCA): LCA que tiene por objeto describir el modo en que cambiarán los flujos que afectan al medio ambiente en respuesta a posibles decisiones. (Finnveden G, Hauschild MZ, Ekvall T, Guinée J, Heijungs R, Hellweg S, y otros "Recent developments in life cycle assessment". *Journal of Environmental Management*. 2009; 91(1): pp.1-21).

² Por ejemplo, para el transporte y almacenamiento de CO₂ capturado.

- .2 procesamiento (temprano)/transformación en la fuente de la materia prima;
- .3 transporte de la materia prima al lugar de conversión;
- .4 conversión de la materia prima en combustible como producto;
- .5 transporte/almacenamiento/entrega/almacenamiento al por menor/
aprovisionamiento del combustible como producto; y
- .6 utilización del combustible a bordo del buque.

2.3 De acuerdo con el enfoque atributivo y mediante la utilización de las mejores pruebas científicas disponibles, los cálculos de las emisiones del WtT (es decir, las emisiones relacionadas con la obtención, producción, conversión, transporte y entrega del combustible) se evalúan con independencia del uso final de los combustibles/portadores de energía, y las emisiones del TtW (es decir, las emisiones relacionadas con el uso del combustible) se cuantifican con independencia de las etapas de obtención, producción, conversión, transporte y entrega del combustible/portador de energía. Las emisiones del WtW se obtienen sumando las dos partes, lo cual proporciona el nivel total de emisiones asociado a la producción de combustible y a la utilización de un determinado combustible/portador de energía en un convertidor específico a bordo.

2.4 Las emisiones de GEI se calculan como CO₂-equivalente (CO_{2eq}), utilizando el potencial de calentamiento mundial con un horizonte temporal de 100 años (PCM 100) para convertir las emisiones de otros gases distintos del CO₂, tal como se indica en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC,³ para el CO₂, el CH₄ y el N₂O, como se indica a continuación:

$$g_{CO_{2eq}(100y)} = PCM_{CO_2(100y)} \times g_{CO_2} + PCM_{CH_4(100y)} \times g_{CH_4} + PCM_{N_2O(100y)} \times g_{N_2O}$$

(CO₂ 1; CH₄ 28; N₂O 265), de modo que la expresión quedaría así:

$$g_{CO_{2eq}(100y)} = 1 \times g_{CO_2} + 28 \times g_{CH_4} + 265 \times g_{N_2O}$$

Estos valores PCM 100 deberían utilizarse con el fin de cuantificar la intensidad de los GEI de conformidad con las presentes directrices.

A efectos comparativos, puede proporcionarse un cálculo utilizando un potencial de calentamiento mundial con un horizonte de 20 años (PCM 20), como se indica a continuación:

$$g_{CO_{2eq}(20y)} = PCM_{CO_2(20y)} \times g_{CO_2} + PCM_{CH_4(20y)} \times g_{CH_4} + PCM_{N_2O(20y)} \times g_{N_2O}$$

(CO₂ 1; CH₄ 84; N₂O 264), de modo que la expresión quedaría así:

$$g_{CO_{2eq}(20y)} = 1 \times g_{CO_2} + 84 \times g_{CH_4} + 264 \times g_{N_2O}$$

³ En el contexto de estas directrices se utilizan los valores del potencial de calentamiento mundial que figuran en el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC.

2.5 Las presentes directrices proporcionan:

- .1 los factores de emisión de GEI del WtW basados en una metodología atributiva del ciclo de vida, que reflejan el perfil de los GEI de cada combustible representativo mediante la utilización de los valores del potencial de calentamiento mundial (PCM) con un horizonte temporal de 100 años de los GEI incluidos (CO₂, CH₄ y N₂O);
- .2 los factores de emisión de GEI del WtT (CO₂, CH₄ y N₂O) cuantificados conforme al enfoque atributivo;
- .3 los factores de emisión de GEI del TtW (CO₂, CH₄ y N₂O); y
- .4 los aspectos/temas de sostenibilidad en relación con los combustibles marinos.

2.6 En las presentes directrices se define una FLL en la que figura información sobre el tipo de combustible, la materia prima utilizada, la trayectoria de producción del combustible, los factores de emisión de GEI, información sobre las mezclas de combustibles y los aspectos/temas de sostenibilidad.

2.7 En la figura siguiente se muestra una cadena de suministro genérica del WtW de un combustible. El aprovisionamiento constituye el último paso de la etapa del WtT antes de que se inicie la etapa del TtW.

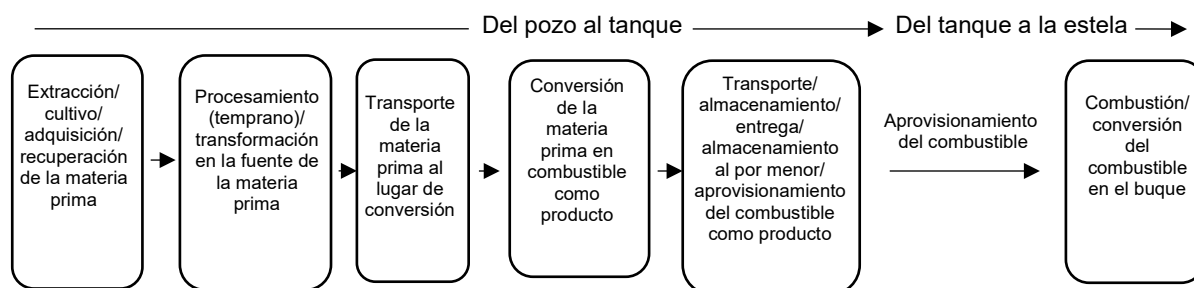


Figura 1: Cadena de suministro genérica del pozo a la estela

2.8 En el apéndice 1 de las presentes directrices figura una lista inicial no exhaustiva de combustibles, en la que se describen los principales combustibles marinos actuales y previstos para el futuro.

PARTE II: METODOLOGÍA

3 ENFOQUE GENERAL

3.1 Un enfoque basado en la evaluación del ciclo de vida (LCA) proporciona una evaluación integral del producto/servicio/sistema del pozo a la estela mediante la utilización de datos específicos de la actividad objeto de examen. La metodología LCA sigue la trayectoria del combustible marino desde la obtención de la materia prima hasta su utilización a bordo del buque y evalúa la intensidad de los GEI en su ciclo de vida. Se trata de un enfoque que, utilizado dentro de los límites de la cuantificación de las emisiones de GEI del WtW, es aplicable en todas las regiones geográficas en las que se producen emisiones y permite cuantificar la intensidad de los GEI en toda la cadena de suministro de combustible/energía.

3.2 Los principios generales y la metodología pueden consultarse en la norma ISO 14044:2006: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices. En la norma ISO 14040:2006: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia se establece el marco de la LCA, con miras a cuantificar los efectos ambientales de los productos, procesos y servicios que tienen lugar en la cadena de suministro. Partiendo de esta base, se puede adaptar una metodología LCA específica para su aplicación a los combustibles marinos.

3.3 Las emisiones del WtT representan las emisiones de GEI resultantes del cultivo o la extracción de las materias primas, la producción y el transporte del combustible hasta el lugar donde se utiliza, incluido el aprovisionamiento.

3.4 Las emisiones del TtW representan las emisiones de GEI resultantes de la utilización del combustible a bordo (por ejemplo, la combustión), incluidas las posibles fugas (emisiones fugitivas y escapes), en los casos que sean pertinentes para la evaluación de los GEI.

3.5 Las emisiones del WtW son la suma de las emisiones del WtT y del TtW y cuantifican las emisiones de GEI de todo el ciclo de vida de un combustible y una trayectoria del combustible determinados, utilizados en un convertidor de energía determinado a bordo.

3.6 El enfoque atributivo tiene en cuenta todos los procesos que se producen a lo largo de la cadena de suministro de las trayectorias del combustible/portadores de energía, lo cual hace posible que se cuantifiquen las contribuciones por segmento a la intensidad total de GEI del producto final de combustible/energía utilizado a bordo de un buque. La ampliación de los límites del sistema en el caso de trayectorias específicas, en las que la materia prima o los productos intermedios se aparten del uso o usos existentes, podrá considerarse en función de cada caso.

3.7 En cuanto a la ampliación de los límites del sistema, con elementos consecuentes como el cambio de uso del suelo indirecto (ILUC), las preocupaciones manifestadas acerca de las incertidumbres y el riesgo de arbitrariedad indican que las materias primas que tienen un ILUC asociado deberían evaluarse únicamente mediante un enfoque basado en el riesgo, en el marco de los aspectos/temas de sostenibilidad, como parte de las presentes directrices.

3.8 En los casos en que a partir de un proceso de conversión se obtenga más de un producto, las emisiones relacionadas con la producción de combustible deberían asignarse entre el producto principal y los coproductos. Dentro de estos procesos de conversión, las emisiones se asignan utilizando su contenido energético, el denominado enfoque de "asignación de energía". En los casos en que la asignación de los coproductos no pueda realizarse sobre la base de su contenido energético (por ejemplo, el oxígeno resultante de la electrólisis del agua para la producción de H₂), podrían considerarse otros métodos en función de cada caso, tales como la asignación de masa o la asignación de ingresos de mercado (también conocida como "asignación económica").

3.9 Por *coproducto* se entiende un resultado de un proceso de producción, que tiene valor económico y una oferta elástica (entendida como la existencia de una prueba clara del vínculo causal entre el valor de mercado de la materia prima y la cantidad de materia prima que puede producirse).

3.10 Esta definición también se aplica en los casos en que la materia prima utilizada para producir combustibles es un desecho (sin valor económico) o un residuo (cuya producción es inevitable y que tiene un valor económico insignificante y requiere un procesamiento posterior para su utilización en el proceso de conversión principal). En caso de que la materia prima sea un desecho, un residuo o un producto derivado, las emisiones consideradas del WtT

comienzan en el punto de recogida de la materia prima hasta el lugar donde se utiliza el producto final utilizado como combustible/energía.

3.11 De acuerdo con las "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero" (en adelante, "las Directrices del IPCC"),⁴ todo carbono presente en el combustible derivado de la biomasa debería notificarse con carácter informativo y no incluirse en los totales sectoriales o nacionales a fin de evitar que se contabilice por partida doble, dado que las emisiones netas procedentes de la biomasa ya se contabilizan en el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en el ámbito nacional.

3.12 El ámbito de aplicación de las Directrices LCA de la OMI no tiene efectos en las Directrices del IPCC ni las modifica. De acuerdo con las Directrices del IPCC, la navegación marítima internacional (consumo internacional de combustibles) se incluye en el grupo "Combustión móvil" dentro del sector de la energía, pero las emisiones procedentes del combustible utilizado por los buques en el transporte internacional no deberían incluirse en los totales nacionales de los inventarios nacionales de los GEI.

3.13 Una remesa de combustible puede ser una mezcla de combustibles producidos a partir de diversas fuentes y materias primas (por ejemplo, mezclando un 20 % de biodiésel con gasoil para usos marinos fósil) y/o a través de diferentes trayectorias de producción. El cálculo debería realizarse mediante la utilización de las medias ponderadas de la energía de los distintos componentes del combustible. En la FLL debería figurar la información pertinente en relación con cada componente. Los combustibles mezclados deberían incluirse en los sistemas de certificación y los factores pertinentes de emisión de GEI por defecto o reales (g CO₂/MJ) deberían determinarse de manera proporcional a la energía que aporta cada combustible que forma parte de la mezcla.

4 DEL POZO AL TANQUE (WtT)

4.1 La trayectoria de cada combustible marino pertinente debería describirse con claridad y deberían calcularse las emisiones de GEI durante cada etapa de la trayectoria del combustible. En las emisiones específicas de GEI de una trayectoria concreta de un combustible no convencional y no fósil podrán tenerse en cuenta diferentes características entre distintas regiones geográficas, en las que tiene lugar la producción y/o conversión de la materia prima, según proceda.

4.2 Cualquier otra referencia recogida en el presente documento a una "trayectoria del combustible" debería entenderse que incluye la estructura de la materia prima (el denominado dúo compuesto de naturaleza/fuente de carbono y tipo de materia prima) y el proceso de producción o conversión (teniendo presente que un mismo dúo de materia prima y tipo de combustible puede tener un proceso de producción o conversión diferente).

4.3 El objetivo de la metodología del WtT es cuantificar y evaluar la intensidad de los GEI de la producción de combustible, incluidas todas las etapas mencionadas en la figura 2. La materia prima de carbono y la trayectoria de producción de un combustible deberían identificarse con el fin de aplicar la metodología e incluirse en la FLL. En la figura 2 se presentan las etapas de producción que deben incluirse en la metodología del WtT.

⁴ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

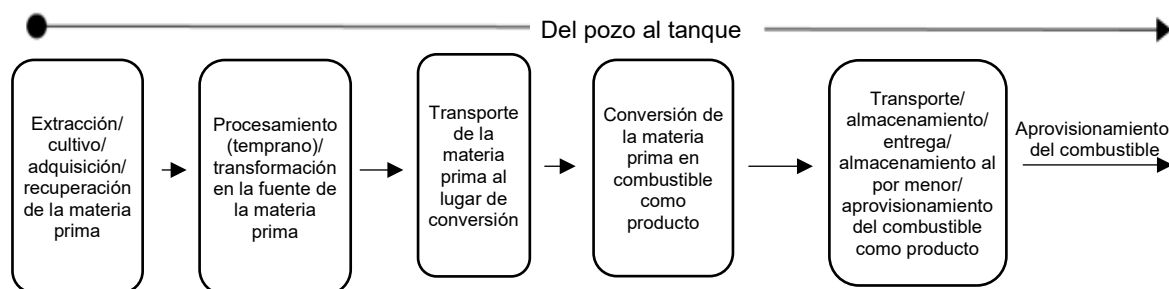


Figura 2: Cadena de suministro genérica del pozo al tanque

4.4 El factor de emisión de GEI del WtT (g CO_{2eq}/MJ_(LCV) del combustible o electricidad) se calcula de acuerdo con la ecuación (1).

Ecuación (1)

$$GEI_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs}$$

| Término | Unidades | Explicación |
|------------|--|---|
| e_{fecu} | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones asociadas a la extracción/cultivo/adquisición/recuperación de la materia prima |
| e_l | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones (emisiones anualizadas (durante 20 años) procedentes de las variaciones en las reservas de carbono ocasionadas por el cambio de uso del suelo directo) ⁵ |
| e_p | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones asociadas al procesamiento y/o la transformación de la materia prima en la fuente y emisiones asociadas a la conversión de la materia prima en el producto combustible final, incluida la generación de electricidad |
| e_{td} | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones asociadas al transporte de la materia prima a la planta de conversión y emisiones asociadas al transporte y almacenamiento, entrega local, almacenamiento al por menor y aprovisionamiento del combustible terminado |
| e_{sca} | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones (ahorro anualizado de emisiones (durante 20 años) procedente de la acumulación de carbono en el suelo a través de la mejora de la gestión agrícola) ⁶ |
| e_{ccs} | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Crédito de emisiones procedente de la captura y almacenamiento de carbono (e_{ccs}), que no se ha contabilizado ya en e_p . En él deberían tenerse debidamente en cuenta las emisiones evitadas mediante la captura y el secuestro del CO ₂ emitido, relacionadas con la extracción, el transporte, el procesamiento y la distribución del combustible (c_{sc}). Del crédito de emisiones antedicho deben deducirse todas las emisiones resultantes del proceso de captura (e_{cc}) y transporte (e_t) de CO ₂ hasta el almacenamiento final (incluidas las emisiones asociadas a la inyección, etc.). Este elemento debería calcularse con la siguiente fórmula: $e_{ccs} = c_{sc} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$ |
| c_{sc} | g CO ₂ almacenado / MJ _(LCV) | Crédito de emisiones equivalente al CO ₂ neto capturado y almacenado (a largo plazo: 100 años) |
| e_{cc} | g CO _{2eq} / MJ _(LCV) | Emisiones asociadas al proceso de captura, compresión y/o enfriamiento y almacenamiento temporal del CO ₂ |

⁵ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor del parámetro e_l debería considerarse igual a cero.

⁶ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor del parámetro e_{sca} debería considerarse igual a cero.

| Término | Unidades | Explicación |
|----------|--|--|
| e_t | g CO ₂ eq / MJ _(LCV) | Emisiones asociadas al transporte a un lugar de almacenamiento a largo plazo |
| e_{st} | g CO ₂ eq / MJ _(LCV) | Toda emisión asociada al proceso de almacenamiento (a largo plazo: 100 años) del CO ₂ capturado (incluidas las emisiones fugitivas que puedan producirse durante el almacenamiento a largo plazo y/o la inyección de CO ₂ en el lugar de almacenamiento) |
| e_x | g CO ₂ eq / MJ _(LCV) | Toda emisión adicional relacionada con la CCS |

4.5 Las emisiones del WtT de la ecuación (1) incluyen las emisiones asociadas a la extracción o el cultivo de las materias primas, las fuentes de energía primaria utilizadas para la producción de bienes y servicios públicos, tales como los portadores de energía (por ejemplo, los combustibles y la electricidad), el transporte y la distribución (incluido el aprovisionamiento), el cambio de uso del suelo directo y las variaciones en las reservas de carbono (acumulación de carbono en el suelo).

4.6 En el procesamiento se incorporan todas las etapas y operaciones necesarias para la extracción, la captura o el cultivo de la fuente de energía primaria. El proceso incluye la transformación básica en la fuente y las operaciones necesarias para que el recurso pueda transportarse al mercado (por ejemplo, secado, mejora química/física, tal como la conversión de gas a líquido, etc.).

4.7 El transporte, el procesamiento y la distribución incluyen el transporte de los productos en la trayectoria del combustible hasta el lugar de transformación, el acondicionamiento (como, por ejemplo, la compresión, la refrigeración, etc.), la distribución al mercado (es decir, el aprovisionamiento) y las fugas posteriores, así como las emisiones fugitivas que se produzcan en cualquiera de estas etapas. En cuanto a las emisiones derivadas del aprovisionamiento, se incluyen todas las emisiones ocurridas hasta el colector de la toma de combustible, incluidas las procedentes de la conexión de dicho colector.

4.8 Debería utilizarse la asignación de emisiones a los coproductos en función de su contenido energético, como la metodología más adecuada y fiable teniendo en cuenta el establecimiento de un método de certificación apropiado que utilice valores predecibles, reproducibles y estables.

4.9 El uso del suelo (directo e indirecto) para la producción de biocombustibles puede dar lugar a cambios de uso del suelo (LUC). Los LUC pueden clasificarse en directos (DLUC) e indirectos (ILUC).

4.10 La definición de DLUC se basa en la norma ISO 14067:2018, donde se describe como un cambio en el uso o la gestión del suelo dentro del sistema del producto que se está evaluando. Los efectos del DLUC incluyen las emisiones y el secuestro resultantes de las variaciones de las reservas de carbono en la biomasa, la materia orgánica muerta y la materia orgánica del suelo, evaluados de conformidad con las Directrices del IPCC. Cuando estén disponibles, podrán utilizarse los datos específicos del sector o del país sobre las reservas de carbono; en caso contrario, pueden considerarse los factores de emisión por defecto de nivel 1 del IPCC. Dos términos de la ecuación del WtT (1) recogen, respectivamente, las emisiones resultantes del cambio de uso del suelo directo, a saber: e_l , y el secuestro o, dicho de otro modo, el aumento del contenido de carbono orgánico del suelo: e_{sca} .

4.11 La definición de ILUC se basa en la norma ISO 14067:2018, donde se describe como un cambio en el uso o la gestión del suelo, que es consecuencia de un cambio de uso del suelo directo, pero que se produce fuera del sistema del producto que se está evaluando. El ILUC tiene lugar como resultado de los efectos económicos inducidos por el aumento de la

demanda de biocombustibles en los precios de los productos básicos, con los consiguientes cambios en la demanda y la oferta en todos los sectores económicos, incluida fundamentalmente la producción de alimentos y piensos. El ILUC no puede medirse directamente, sino que se hacen proyecciones con modelos económicos.

4.12 Debido a la variabilidad de los supuestos que sustentan la evaluación de los efectos indirectos, la evaluación cuantitativa de los efectos del ILUC en los GEI está sujeta a incertidumbre, una variabilidad cuantitativa elevada y al riesgo de que se llegue a conclusiones arbitrarias. Por estos motivos, el ILUC debería abordarse en esta etapa mediante un enfoque basado en el riesgo, lo que significa que no se calcularán ni asignarán valores cuantitativos a cada trayectoria del combustible. Las emisiones del ILUC, así como la dimensión espacial de los efectos del mismo, están en función de una serie de factores, tales como las condiciones y prácticas agrícolas locales/regionales, la demanda actual y prevista de importación de alimentos, las cuentas corrientes nacionales, el tipo de materia prima, los usos alternativos económicos de la misma materia prima, etc.

4.13 Un enfoque cualitativo del ILUC basado en el riesgo tiene en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

- .1 *el riesgo de ILUC bajo* califica y caracteriza los proyectos de producción de biocombustibles que suministran materia prima adicional sin perturbar los usos existentes del suelo. Cuando se incrementa la productividad en una zona de producción agrícola, solo los rendimientos adicionales, y no la totalidad de la producción, deberían considerarse de ILUC bajo; y
- .2 *el riesgo de ILUC alto* califica y caracteriza los proyectos de producción de biocombustibles que se basan en cultivos alimentarios y para piensos, o los desplazan, y que se traducen en que la zona de producción de materias primas se extienda considerablemente hacia zonas del suelo con elevadas reservas de carbono.

4.14 En el apéndice 2 de las presentes directrices figuran los factores de emisión por defecto del WtT.

5 DEL TANQUE A LA ESTELA (TtW)

5.1 La metodología del TtW tiene por objeto cuantificar y evaluar la intensidad del CO₂, el CH₄ y el N₂O emitidos a bordo del buque en relación con el uso de combustible, incluidas la combustión/conversión y todas las emisiones fugitivas ocurridas desde el colector de la toma de combustible hasta el convertidor de energía que se filtran, ventilan o pierden de otro modo en el sistema, que guardan relación con el potencial de calentamiento mundial.

5.2 Los factores de emisión de GEI del TtW deberían calcularse utilizando la ecuación (2):

$$GEI_{TtW} = \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times PCM_{CO_2} + C_{fCH_4} \times PCM_{CH_4} + C_{fN_2O} \times PCM_{N_2O}) + \left(\frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times PCM_{combustible} \right) - S_{Fc} \times e_c - [S_{Fccu} \times e_{ccu}] - [e_{OCCS}] \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Nota: respecto de los términos S_{Fccu} , e_{ccu} y e_{OCCS} , se está a la espera de que la Organización elabore orientaciones metodológicas ulteriores. Para más información, véanse las notas a pie de página 11 a 13.

| Término | Unidades | Explicación |
|---------------------|--|---|
| C_{slip_buque} | Porcentaje de la masa total de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible entregado al buque) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda) $C_{slip_buque} = C_{slip} * (1 - C_{fug}/100)$ |
| C_{slip} | Porcentaje de la masa total de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible consumido en el convertidor de energía) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda) |
| C_{fug} | Porcentaje de la masa de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa de combustible entregado al buque) que se fuga entre los tanques hasta el convertidor de energía que se filtra, ventila o pierde de otro modo en el sistema ⁷ |
| C_{sfx} | g GEI/g combustible | Factor que representa la proporción de GEI presente en los componentes del combustible (expresado en g GEI/g combustible) Ejemplo: en el caso del GNL, este valor es 1 |
| C_{iCO_2} | g CO ₂ /g combustible | Factor de conversión de las emisiones de CO ₂ (g CO ₂ /g del combustible completamente quemado) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque |
| C_{iCH_4} | g CH ₄ /g combustible | Factor de conversión de las emisiones de CH ₄ (g CH ₄ /g del combustible entregado al buque) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque ⁸ |
| C_{iN_2O} | g N ₂ O/g combustible | Factor de conversión de las emisiones de N ₂ O (g N ₂ O/g del combustible entregado al buque) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque |
| PCM_{CH_4} | g CO _{2eq} /g CH ₄ | Potencial de calentamiento mundial de CH ₄ a 100 años (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5). ⁹ Definición de acuerdo con: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/ |
| PCM_{N_2O} | g CO _{2eq} /g N ₂ O | Potencial de calentamiento mundial de N ₂ O a 100 años (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5). ¹⁰ Definición de acuerdo con: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/ |
| $PCM_{combustible}$ | g CO _{2eq} /g GEI | Potencial de calentamiento mundial a 100 años de los GEI presentes en los componentes del combustible (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5) |
| S_{Fc} | 0 o 1 | Factor de la fuente de carbono para determinar si los créditos de emisiones generados por el crecimiento de la biomasa se tienen en cuenta en el cálculo del valor del TtW |
| e_c | g CO _{2eq} /g combustible | Créditos de emisiones generados por el crecimiento de la biomasa |

⁷ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización para determinar el factor o factores adecuados, el valor de C_{fug} debería considerarse igual a cero.

⁸ En el caso del combustible GNL/GNC, C_{slip_motor} cubre la función de C_{iCH_4} , por lo que se establece que C_{iCH_4} es igual a cero para estos combustibles.

⁹ Se considera igual a 28 de acuerdo con el AR5 del IPCC.

¹⁰ Se considera igual a 265 de acuerdo con el AR5 del IPCC.

| Término | Unidades | Explicación |
|--------------------------|------------------------------------|--|
| e_{ccu} ¹¹ | g CO _{2eq} /g combustible | Créditos de emisiones procedentes del CO ₂ capturado utilizado como reserva de carbono para producir combustibles sintéticos en el proceso de producción y utilización de combustibles (que no se contabilizó en e_{fecu} y e_p) |
| S_{Fccu} ¹² | 0 o 1 | Factor de la fuente de carbono para determinar si los créditos de emisiones procedentes del CO ₂ capturado utilizado como reserva de carbono para producir combustibles sintéticos en el proceso de producción de combustibles se tienen en cuenta en el cálculo del valor del TtW |
| e_{occs} ¹³ | g CO _{2eq} /g combustible | Crédito de emisiones procedente de la captura y almacenamiento de carbono (e_{occs}), en los casos en que la captura de CO ₂ se produce a bordo. En él deberían tenerse debidamente en cuenta las emisiones evitadas a través de la captura y el secuestro de CO ₂ emitido, si la CCS se produce a bordo. Del crédito de emisiones antedicho han de deducirse todas las emisiones resultantes del proceso de captura (e_{cc}) y transporte (e_t) de CO ₂ hasta el almacenamiento final (incluidas las emisiones relacionadas con la inyección, etc.). Este elemento debería calcularse con la siguiente fórmula: $e_{occs} = c_{sc} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$ |
| c_{sc} | g CO ₂ /g combustible | Crédito equivalente al CO ₂ capturado y almacenado (a largo plazo: 100 años) |
| e_{cc} | g CO _{2eq} /g combustible | Toda emisión asociada al proceso de captura, compresión y almacenamiento temporal a bordo del CO ₂ |
| e_t | g CO _{2eq} /g combustible | Emisiones asociadas al transporte a un lugar de almacenamiento a largo plazo |
| e_{st} | g CO _{2eq} /g combustible | Toda emisión asociada al proceso de almacenamiento (a largo plazo: 100 años) del CO ₂ capturado (incluidas las emisiones fugitivas que puedan producirse durante el almacenamiento a largo plazo y/o la inyección de CO ₂ en el lugar de almacenamiento) |
| e_x | g CO _{2eq} /g combustible | Toda emisión adicional relacionada con la CCS |
| LCV | MJ/g | Por poder calorífico inferior se entiende la cantidad de calor que se desprendería de la combustión completa de un combustible determinado |

5.3 Con miras a disponer de unas directrices LCA que puedan aplicarse de manera clara, sólida y coherente a todas las medidas posibles, la metodología permite calcular dos valores del TtW, tal como se indica a continuación:

- .1 valor 1 de la intensidad de los GEI del TtW: calculado con independencia de la fuente de carbono, por lo que los parámetros e_c y e_{ccu} no deberían tenerse en cuenta y los valores de S_{Fc} y S_{Fccu} deberían ser siempre 0; y
- .2 valor 2 de la intensidad de los GEI del TtW: calculado teniendo en cuenta la fuente de carbono en relación con los combustibles de origen biogénico o

¹¹ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de la multiplicación $S_{Fccu} \times e_{ccu}$ debería considerarse igual a cero.

¹² A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de la multiplicación $S_{Fccu} \times e_{ccu}$ debería considerarse igual a cero.

¹³ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de e_{occs} debería considerarse igual a cero.

elaborados a partir de carbono capturado, por lo que los parámetros e_c y e_{ccu} deberían tenerse en cuenta y los valores de S_{Fc} y S_{Fccu} deberían ser siempre 1.

5.4 La intensidad real de los GEI depende tanto de las propiedades del combustible como de la eficiencia de la conversión energética. En el caso del CO₂, los factores de emisión se basan en la relación molar entre el carbono y el oxígeno multiplicada por la masa de carbono del combustible, suponiendo que todo el carbono presente en el combustible se oxide (combustión estequiométrica). Los factores de emisión del CH₄ y el N₂O dependen del proceso de combustión y/o conversión que tiene lugar en el convertidor de energía.

5.5 Esta metodología del TtW también puede tener en cuenta las reacciones electroquímicas que forman los GEI en el caso de que en el futuro se utilicen, por ejemplo, pilas de combustible con una unidad de conversión.

5.6 En el apéndice 2 de las presentes directrices figuran los factores de emisión por defecto del TtW.

6 DEL POZO A LA ESTELA (WtW)

6.1 La metodología del WtW tiene por objeto integrar las partes del WtT y del TtW con miras a cuantificar las emisiones de todo el ciclo de vida que guardan relación con la producción y la utilización de un combustible.

6.2 El factor de emisión de GEI del WtT (g CO_{2eq}/MJ_{LCV} del combustible o electricidad) se calcula del siguiente modo:

Ecuación (3)

$$GEI_{WtW} = GEI_{WtT} + GEI_{TtW}$$

donde:

| Término | Unidades | Explicación |
|-------------|--|--|
| GEI_{WtW} | g CO _{2eq} /MJ _(LCV) | Emisiones totales de GEI del pozo a la estela por unidad de energía procedentes de la utilización de combustible o electricidad de un consumidor a bordo del buque |
| GEI_{WtT} | g CO _{2eq} /MJ _(LCV) | Emisiones previas totales de GEI del pozo al tanque por unidad de energía del combustible suministrado al buque |
| GEI_{TtW} | g CO _{2eq} /MJ _(LCV) | Emisiones posteriores totales de GEI del tanque a la estela por unidad de energía procedentes de la utilización de combustible o electricidad de un consumidor a bordo del buque |

Ecuación (4)

$$\begin{aligned}
 &GEI_{WtW} \\
 &= e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs} \\
 &+ \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times PCM_{CO_2} + C_{fCH_4} \times PCM_{CH_4} + C_{fN_2O} \times PCM_{N_2O}) + \right. \\
 &\left. \left(\frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times PCM_{combustiblex} \right) - S_{Fc} \times e_c - S_{Fccu} \times e_{ccu} - e_{OCCS} \right)
 \end{aligned}$$

Nota: respecto de los términos S_{Fccu} , e_{ccu} y e_{OCCS} , se está a la espera de que la Organización elabore orientaciones metodológicas ulteriores. Para más información, véase la sección 5.2.

6.3 A efectos del cálculo del WtW, debería utilizarse el valor 2 del TtW calculado de conformidad con el párrafo 5.3.2.

7 SOSTENIBILIDAD

7.1 La sostenibilidad de los combustibles marinos debería evaluarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos/temas sobre la base del ciclo de vida:

- .1 gases de efecto invernadero (GEI);
- .2 fuente de carbono;
- .3 fuente de electricidad/energía;
- .4 reservas de carbono – cambio de uso del suelo directo (DLUC);
- .5 reservas de carbono – cambio de uso del suelo indirecto (ILUC);
- .6 agua;
- .7 aire;
- .8 suelo;
- .9 desechos y productos químicos; y
- .10 conservación.

En una fase posterior podrán considerarse otros aspectos/temas de sostenibilidad social y económica.

7.2 A continuación se especifican los principios/objetivos junto con los criterios de medición/indicadores asociados de cada uno de los aspectos/temas de sostenibilidad.

Cuadro 1: Aspectos/temas de sostenibilidad

| Aspecto/tema | Principio/objetivo | Criterio de medición/indicador |
|---|--|--|
| 1. Gases de efecto invernadero (GEI) | Los combustibles marinos sostenibles generan menos emisiones de GEI que los combustibles marinos convencionales (media ponderada basada en la energía de los productos líquidos derivados del petróleo de acuerdo con los datos notificados al DCS en tres años específicos) tomando como base el ciclo de vida. | 1. Intensidad de los GEI en g CO _{2eq} /MJ (PCM 100); e intensidad de los GEI en g CO _{2eq} /MJ (PCM 20) a efectos comparativos. |
| 2. Fuente de carbono | Los combustibles marinos sostenibles no aumentan la intensidad de los GEI procedente de la utilización de fuentes de energía fósiles y la permanencia del carbono capturado y almacenado está garantizada, al tiempo que se evita la duplicación del recuento entre los distintos sectores económicos. | 1. Indicador de la fuente de carbono, incluidos su origen y contenido (en porcentaje) en la materia prima utilizada para elaborar el producto de combustible final, es decir, carbono fósil, biogénico, capturado (incluida la captura directa del aire (DAC), fósil de fuente puntual (PSF) y biogénico de fuente puntual (PSB)) y otros (incluida la mezcla de fuentes). |

| Aspecto/tema | Principio/objetivo | Criterio de medición/indicador |
|---|---|---|
| <p>3. Fuente de electricidad/energía</p> | <p>Los combustibles marinos sostenibles que requieren un aporte considerable de electricidad durante la etapa del WtT y la electricidad suministrada directamente a los buques se producen mediante la utilización de electricidad/energía procedente de fuentes renovables, nucleares o biogénicas, que son adicionales a los niveles de demanda actuales o de larga duración, o mediante la utilización del excedente de electricidad durante las horas de menor consumo.</p> | <p>1. La intensidad de los GEI de la electricidad utilizada en la producción de combustibles marinos o suministrada directamente a los buques (media anual, expresada en g CO_{2eq}/kWh) basada en las emisiones totales y las horas reales de producción.</p> |
| <p>4. Reservas de carbono – cambio de uso del suelo directo (DLUC)</p> | <p>Los combustibles marinos sostenibles no se producen a partir de la biomasa obtenida de tierras ricas en reservas de carbono; la producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo las emisiones resultantes del cambio de uso del suelo directo.</p> | <p>1. La materia prima utilizada en la producción de combustibles marinos sostenibles no incluye la biomasa obtenida de tierras ricas en reservas de carbono (por ejemplo, bosques primarios, humedales o turberas a los que se aplica una fecha límite específica de conversión), o se dispone de un plan de ordenación sostenible de la tierra y un calendario de presentación de informes con el fin de garantizar que la biomasa se obtiene de actividades o servicios de los ecosistemas que no repercuten negativamente en las reservas de carbono del suelo;</p> <p>2. La producción de combustibles marinos sostenibles no tiene lugar en tierras convertidas de bosques primarios, terrenos forestales, pastizales o tierras legalmente protegidas, tomando como fecha límite el (1 de enero de 2008);¹⁴ y</p> <p>3. Indicador del cambio de uso del suelo directo (DLUC), expresado en intensidad de GEI (incluidas las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O), es decir, masa de CO₂ equivalente/MJ de producción o rendimiento de materia prima.</p> |

¹⁴ A la espera de la orientación ulterior que elabore la Organización.

| Aspecto/tema | Principio/objetivo | Criterio de medición/indicador |
|---|--|---|
| <p>5. Reservas de carbono – cambio de uso del suelo indirecto (ILUC)</p> | <p>El cultivo de materias primas para la producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo las posibilidades de provocar cambios negativos en el uso o la ordenación de la tierra que tiene lugar fuera del sistema de los productos que se están evaluando.</p> | <p>1. El cultivo de materias primas para la producción de combustibles marinos sostenibles entraña un riesgo indirecto para las reservas de carbono (véase el párrafo 4.13).</p> |
| <p>6. Agua</p> | <p>La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la calidad y disponibilidad del agua.</p> | <p>1. Se dispone de prácticas operacionales con miras a 1) mantener la calidad del agua; y 2) utilizar el agua de forma eficaz y evitar que los recursos hídricos se agoten (incluidas las aguas superficiales, las renovables y las fósiles/subterráneas) más allá de su capacidad de reposición; 2. Respeto de la toma de decisiones de la población local sobre la gestión del agua; 3. Efectos ambientales del agua (consumo de agua ponderado sobre la escasez de agua); 4. Indicador del uso del agua expresado en m³/año por MJ o producción o rendimiento de la materia prima; 5. Indicador de la eutrofización del agua dulce, por ejemplo, expresado en kg de fósforo equivalente (P_{eq}) y kg de nitrógeno equivalente (N_{eq}) que se liberan al agua dulce/kg de materia prima producida o por MJ, respectivamente; y 6. Indicador de la eutrofización de los océanos, por ejemplo, expresado en kg de fósforo equivalente (P_{eq}) y kg de nitrógeno equivalente (N_{eq}) que se liberan al agua de mar/kg de materia prima producida o por MJ, respectivamente.</p> |
| <p>7. Aire</p> | <p>La producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo los efectos negativos en la calidad del aire.</p> | <p>1. El combustible marino se produce en unas instalaciones que cumplen plenamente todas las leyes y reglamentos locales, nacionales y regionales relativos a la contaminación atmosférica.</p> |

| Aspecto/tema | Principio/objetivo | Criterio de medición/indicador |
|---|--|--|
| 8. Suelo | La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la salud del suelo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se han implantado las mejores prácticas de gestión agrícola y forestal para la producción de materias primas o la recogida de residuos con el fin de mantener o mejorar la salud del suelo, tales como las condiciones físicas, químicas y biológicas; y 2. El combustible marino se produce en unas instalaciones que cumplen plenamente todas las leyes y reglamentos locales, nacionales y regionales relativos a la salud del suelo. |
| 9. Desechos y productos químicos | La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la gestión responsable de los desechos y la utilización de productos químicos. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se implantan prácticas operacionales con miras a garantizar que los desechos generados por los procesos de producción, y los productos químicos utilizados en ellos, se reduzcan al mínimo en las etapas de almacenamiento, manipulación y eliminación. Se fomenta la reutilización o el reciclaje de los productos químicos y desechos. 2. Se dispone de procedimientos para reducir al mínimo la utilización de materiales que no son ni reciclables ni biodegradables; 3. Media (en toneladas) de desechos peligrosos generados por MJ de combustible producido; y 4. Media (en toneladas) de productos químicos industriales específicos consumidos por MJ de combustible producido. |
| 10. Conservación | La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la biodiversidad y los ecosistemas, o los servicios de conservación. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Los combustibles marinos no se producen a partir de materias primas obtenidas en zonas que, debido a su biodiversidad, valor para la conservación o servicios de los ecosistemas, están protegidas por el Estado que tiene jurisdicción sobre ellas. Se aportan pruebas de que la actividad no interfiere con los fines de protección; y 2. Se seleccionan para su cultivo materias primas de bajo riesgo invasivo y se adoptan medidas de control adecuadas con la intención de evitar la propagación sin control de especies exóticas cultivadas y microorganismos modificados. |

8 ETIQUETA DEL CICLO DE VIDA DEL COMBUSTIBLE (FLL)

8.1 La FLL es una herramienta técnica para recopilar y transmitir la información pertinente para la evaluación del ciclo de vida de los combustibles marinos y los portadores de energía (por ejemplo, la electricidad para el suministro eléctrico en puerto) utilizados para la propulsión del buque y la generación de energía a bordo en el contexto de las presentes directrices.

8.2 La FLL consta de cinco partes principales, tal como se ilustra a continuación:

| Parte A-1 | Parte A-2 | Parte A-3 | Parte A-4 | Parte A-5 |
|--|---|---|--|---|
| Tipo de combustible (mezcla) | Código de trayectoria del combustible | Poder calorífico inferior (LCV, MJ/g) | Proporción en la mezcla de combustibles (%MJ _(LCV) /MJ _(LCV)) | Factor de emisión de GEI del WtT (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV)) |
| + | | | | |
| Parte B-1 | | (Parte B-2)¹⁵ | | |
| Créditos de emisión relacionados con la fuente de carbono biogénico (e_c , en g CO ₂ /g del combustible sobre la base del PCM 100) | | (Créditos de emisión relacionados con la fuente de carbono capturado (e_{ccu} , en g CO ₂ /g del combustible sobre la base del PCM 100)). | | |
| + | | | | |
| Parte C-1 | Parte C-2 | | Parte C-3 | |
| Valor 1 (NO se tiene en cuenta la fuente de carbono): Factor de emisión de GEI del TtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV)) | Valor 2 (se tiene en cuenta la fuente de carbono): Factor de emisión de GEI del TtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV)) | | Convertidor de energía | |
| + | | | | |
| Parte D | | Parte E | | |
| Factor de emisión de GEI del WtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV)) Nota: Parte D = Parte A-5 + Parte C-2 | | Sostenibilidad (Certificación) ¹⁶ | | |

8.3 Las distintas partes (proveedores de combustible, propietarios/armadores, Administración/OR, etc.) pueden utilizar partes diferentes de la FLL para fines diversos en toda la trayectoria del combustible. Como tal, cada parte interesada puede utilizar aquellas partes de la FLL que sean relevantes para sus actividades y propósitos, en lugar del documento integrado completo.

8.4 A continuación se explican las cinco partes principales de la FLL.

.1 la **parte A** de la FLL indica:

- .1 el tipo de combustible (parte A-1);
- .2 el código de trayectoria del combustible (parte A-2);
- .3 el poder calorífico inferior (parte A-3, en MJ/g); y
- .4 el factor de emisión de GEI del WtT (parte A-5, en g CO_{2eq}/MJ_(LCV) calculado sobre la base del PCM 100).

¹⁵ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización (véase la sección 5).

¹⁶ A la espera de la orientación ulterior que elabore la Organización.

La parte A-4 solo es aplicable cuando una remesa de combustible se suministra al buque como mezcla de combustibles con distinto código de trayectoria del combustible (en adelante, "mezcla de combustibles") e indica la proporción de cada componente de la mezcla de combustibles presente en ella (en % $MJ_{(LCV)}/MJ_{(LCV)}$). Si las mezclas de combustibles aparecen expresadas en volumen, es necesario volver a realizar el cálculo sobre la base de la energía en función de los valores de LCV de los componentes de la mezcla.

En el caso de las mezclas de combustibles suministradas a un buque, la información sobre el tipo de combustible correspondiente a la mezcla se presenta en la parte A-1 encima de sus componentes, que aparecen por orden porcentual de composición en el combustible, por ejemplo, X (70 %), Y (20 %), Z (10 %). Las partes A-5, C-1, C-2 y D son el valor medio ponderado en función de la proporción de energía (% $MJ_{(LCV)}/MJ_{(LCV)}$) de cada componente del combustible, mientras que las partes A-2 a A-4, B y E se mantienen en blanco. Cada componente de la mezcla de combustibles con un código específico de trayectoria del combustible se presenta en una fila separada debajo de la fila correspondiente a la mezcla;

.2 la **parte B** de la FLL indica los créditos de carbono relacionados con la fuente de carbono, incluidos:

.1 e_c (parte B-1, en g CO_2/g del combustible calculado sobre la base del PCM 100); y

.2 e_{ccu} (parte B-2, en g CO_2/g del combustible calculado sobre la base del PCM 100)),¹⁷

según lo dispuesto en la sección 5 de las presentes directrices;

.3 la **parte C** de la FLL indica el factor de emisión de GEI del TtW del tipo de combustible junto con el convertidor o convertidores de energía a bordo del buque (parte C-3). El factor de emisión de GEI del TtW del tipo de combustible se clasifica a su vez del siguiente modo:

.1 valor 1 en los casos en que no se tiene en cuenta la fuente de carbono (parte C-1, en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$, calculado sobre la base del PCM 100); y

.2 valor 2 en los casos en que se tiene en cuenta la fuente de carbono (parte C-2, en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$, calculado sobre la base del PCM 100),

según lo dispuesto en la sección 5 de las presentes directrices;

.4 la **parte D** de la FLL indica el factor de emisión de GEI del WtW del tipo de combustible (en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$, calculado sobre la base del GWP 100), que es siempre la suma de la parte A-5 y la parte C-2; y

.5 la **parte E** de la FLL indica los resultados en cuanto a sostenibilidad del combustible, según lo dispuesto en la sección 7 de las presentes directrices.

¹⁷ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización. Para más información sobre el parámetro e_{ccu} y la parte B-2 de la FLL, véanse las secciones 5.2 y 8.2, respectivamente.

PARTE III: FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO Y VALORES REALES

9 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO

9.1 Los principios y el procedimiento descritos para determinar los factores de emisión por defecto con arreglo a la presente sección 9 se han utilizado para el establecimiento de los factores de emisión por defecto y deberían seguir siendo válidos en relación con los factores que se establezcan.

9.2 Los factores de emisión por defecto del WtT deberían calcularse mediante supuestos representativos y conservadores, en los que se tenga en cuenta la variabilidad en el rendimiento de las trayectorias de transformación de las materias primas en combustible en las distintas regiones y Estados del mundo.

9.3 Con el fin de establecer un factor de emisión por defecto del WtT, deberían considerarse, como mínimo, tres valores de referencia procedentes de tres fuentes diferentes y representativas. Entre los tres (o más) valores considerados, debería seleccionarse por defecto el valor de emisión superior y debería facilitarse la gama de factores de emisión disponibles con fines informativos. Los valores de referencia deberían ir acompañados de la información técnica y científica pertinente (véase la plantilla que figura en el apéndice 4) y deberían evaluarse en función de la información correspondiente, según proceda, incluida la concordancia entre los valores de referencia.

9.4 Las emisiones relacionadas con las variaciones en las reservas de carbono ocasionadas por el DLUC (e_l) y el ahorro de emisiones procedente de la acumulación de carbono en el suelo a través de la mejora de la gestión agrícola (e_{sca}) se consideran iguales a cero para el establecimiento de los factores iniciales de emisión por defecto. Lo mismo ocurre con los parámetros relacionados con la captura y el almacenamiento de carbono (CCS), que han de continuar elaborándose.

9.5 Para el establecimiento de e_l , y de conformidad con las recomendaciones del informe del IPCC (2019) y la norma ISO 14067:2018, los operadores deberían utilizar la ecuación (5) siguiente para determinar e_l ,¹⁸ medido como masa (g) de CO₂eq por MJ de energía:

$$\text{Ecuación (5): } e_l = ((CS_{R,j} - CS_{A,j}) \times 3,664 + E_{nCO_2,j}) \times \frac{1}{n \times P}$$

Los términos hacen referencia a lo siguiente:

$CS_{R,j}$ reserva de carbono del tipo de suelo j por unidad de superficie asociada al uso del suelo de referencia (medida como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), incluidos tanto el suelo como la vegetación y la materia orgánica muerta). El uso del suelo de referencia debería corresponder al uso del suelo en enero de 2008 o 20 años antes de la obtención de la materia prima, si esta fecha es posterior;

$CS_{A,j}$ reserva de carbono del tipo de suelo j por unidad de superficie asociada al uso del suelo real (medida como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), incluidos tanto el suelo como la vegetación y la materia orgánica muerta). En los casos en que la reserva de carbono se acumule durante más de un año, el valor atribuido a CS_A debería corresponder a la reserva estimada por unidad de superficie tras 20 años o cuando el cultivo alcance la madurez, si esta fecha es anterior;

¹⁸ Se prevé que los operadores económicos distingan los tipos de suelo con un grado idóneo de detalle.

3,664 cociente que resulta de dividir el peso molecular del CO₂ (44,010 g/mol) por el peso molecular del carbono (12,011 g/mol) en g CO₂eq/g C;

n igual a 20, que corresponde al número de años de amortización de las emisiones en el marco de la OMI;

P productividad del cultivo (medida en MJ de energía por ha y año);

E_{nCO2j} factor de emisión para las emisiones distintas del CO₂ generadas por la quema de biomasa (medido como g CO₂eq por unidad de superficie (ha)), que se contabiliza en la ecuación solamente si se dispone de la información necesaria sobre la superficie quemada. Los pormenores de la fórmula *E_{nCO2j}* deberían ajustarse a una metodología que ha de determinarse.

9.6 De acuerdo con las normas existentes, los parámetros *CS_R* y *CS_A* deben determinarse mediante mediciones directas de las reservas de carbono en el suelo, o mediante cálculos. Los valores *CS_R* y *CS_A*, medidos como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$CS_{R,j \text{ o } A,j} = SOC_j + C_{veg,j}$$

9.7 Donde *C_{veg}* representa la reserva de carbono por encima y por debajo del suelo de la vegetación, incluida la materia orgánica muerta, medida como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), de conformidad con lo dispuesto en las Directrices del IPCC. El parámetro *SOC* representa la cantidad de carbono orgánico del suelo (medido como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha)) y se compone de cuatro factores, que están en función del clima, el tipo de suelo, las prácticas de gestión y las prácticas de insumos de carbono: el carbono orgánico del suelo de referencia en la capa superior del suelo (*SOC_{ST}*), el factor de uso del suelo (*F_{LU}*), el factor de gestión (*F_{MG}*) y el factor de insumos (*F_i*).

donde:

$$SOC_j = (SOC_{ST,j} * F_{LU,j} * F_{MG,j} * F_{i,j})$$

9.8 Los métodos que no se basan en mediciones podrían utilizarse como alternativa para calcular el *SOC* con valores de referencia, teniendo en cuenta el clima, el tipo de suelo, la ocupación del suelo, la gestión de las tierras y los insumos.

9.9 Agregación de superficies: Aplíquese la misma ecuación (5) (*e_i*) a cada tipo *j* de suelo apto (*e_j*), como se indica a continuación:

$$e_{ij} = \frac{e_i}{l_j} - e_{bj}$$

$$l_j = \frac{L_j \times y_j}{\sum_j L_j \times y_j}$$

donde:

l_j es la proporción de uso del suelo del tipo *j*.

e_b es la bonificación específica, medida en términos de g CO₂eq por unidad de energía si la biomasa se obtiene de tierras gravemente degradadas recuperadas.

Este parámetro debe determinarse en deliberaciones posteriores y, si se alcanza un consenso, la bonificación específica se sustraerá de la ecuación.

L_j es la superficie de cada tipo de suelo j de referencia convertido al cultivo de materias primas, medido en hectáreas.

y_l es el rendimiento de las materias primas de cada tipo de suelo j convertido, medido en toneladas por hectárea y año.

9.10 Los operadores deberían aplicar la siguiente fórmula a todos los tipos de suelo apto para calcular el DLUC, en g CO₂ e/MJ:

$$e_l = \sum_j e_{lj} \times l_j$$

9.11 Para el establecimiento del e_{sca} , y de conformidad con las recomendaciones del informe del IPCC (2019) y de la norma ISO 14067:2018, la ecuación que debería utilizar el operador para determinar el e_{sca} , medido como masa (g) de CO₂eq por MJ de biocombustible, es la siguiente:

$$\text{Ecuación (6)} \quad e_{sca} = (CS_{A,j} - CS_{R,j}) \times 3,664 \times \frac{1}{n \times P}$$

Los términos hacen referencia a lo siguiente:

$CS_{R,j}$ la masa de las reservas de carbono en el suelo y la vegetación del tipo de suelo j por unidad de superficie asociada a la práctica de gestión de cultivos de referencia en g de carbono por ha en enero de 2008 o 20 años antes de la obtención de la materia prima.

$CS_{A,j}$ la masa de las reservas de carbono estimadas en el suelo y la vegetación del tipo de suelo j por unidad de superficie asociada a las prácticas reales de gestión de los cultivos después de, como mínimo, 10 años de aplicación en g de carbono por ha.

3,664 cociente que resulta de dividir el peso molecular del CO₂ (44,010 g/mol) por el peso molecular del carbono (12,011g/mol) en g CO₂eq/g C.

n igual a 20, que corresponde al número de años de amortización de las emisiones en el marco de la OMI.

P productividad del cultivo (medida en MJ de biocombustible por ha y año).

Las emisiones procedentes del aumento del uso de fertilizantes o herbicidas, que pueden ser consecuencia de prácticas agrícolas específicas, expresadas en g CO₂eq por MJ de biocombustible, deben tenerse debidamente en cuenta en las emisiones asociadas a la extracción/cultivo/adquisición/recuperación de las materias primas (e_{fecu}).

9.12 De conformidad con las normas existentes, los parámetros CS_R y CS_A deben determinarse mediante mediciones directas de las reservas de carbono en el suelo y la vegetación o mediante cálculos con las herramientas adecuadas, aceptadas en el proceso de certificación. Los valores de CS_R y CS_A , medidos como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$CS_{R,j \text{ o } A,j} = SOC_j + C_{veg,j}$$

Donde C_{veg} representa la reserva de carbono por encima y por debajo del suelo de la vegetación, incluida la materia orgánica muerta, medida como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha), de conformidad con lo dispuesto en las Directrices del IPCC).

El parámetro SOC representa la cantidad de carbono orgánico del suelo, medido como masa (g) de carbono por unidad de superficie (ha).

Es necesario que tenga lugar una conversión adecuada con el fin de obtener un valor final de g CO₂eq/MJ de combustible.

9.13 Los métodos que no se basan en mediciones podrían utilizarse como alternativa para calcular el SOC con valores de referencia, teniendo en cuenta el clima, el tipo de suelo, la ocupación del suelo, la gestión de las tierras y los insumos. La metodología establecida en las Directrices del IPCC puede aplicarse para calcular los cambios en las reservas de carbono. La adopción de prácticas de gestión agrícola mejoradas debe abordarse en el marco de "tierra de cultivo que permanece como cultivo" del IPCC. El parámetro se compone de cuatro factores, que dependen del clima, el tipo de suelo, las prácticas de gestión y las prácticas de insumos de carbono: el carbono orgánico del suelo de referencia en la capa superior del suelo (SOC_{ST}),¹⁹ el factor de uso del suelo (F_{LU}), el factor de gestión (F_{MG}) y el factor de insumos (F_i). Puede aceptarse una mayor profundidad del suelo (es decir, 1 m o más) en caso de que se realicen mediciones reales de reservas de carbono en el suelo.

donde:

$$SOC_j = (SOC_{ST,j} * F_{LU,j} * F_{MG,j} * F_{i,j})$$

9.14 Para la agregación de superficies debería aplicarse la misma ecuación (6) (e_{sca}) a cada tipo j de suelo apto ($e_{sca,j}$), como se indica a continuación:

$$e_{sca,j} = \frac{e_{sca}}{l_j}$$

$$l_j = \frac{L_j \times y_j}{\sum_j L_j \times y_j}$$

donde:

l_j es la proporción de uso del suelo del tipo j .

L_j es la superficie de cada tipo de suelo j de referencia convertido al cultivo de materias primas, medido en hectáreas.

y_j es el rendimiento de las materias primas de cada tipo de suelo j convertido, medido en toneladas por hectárea y año.

9.15 La siguiente fórmula debería aplicarse a todos los tipos de suelo apto para calcular el e_{sca} , en g CO₂ e/MJ:

¹⁹ El método adecuado para la evaluación de SOC_{ST} se acordará con el sistema de certificación.

$$e_{sca} = \sum_j e_{sca,j} \times l_j$$

9.16 A continuación figura un conjunto no exhaustivo de prácticas de gestión agrícola mejoradas, cuyo objetivo es conseguir un ahorro de emisiones procedente de la acumulación de carbono en el suelo:

- .1 reducción significativa de la labranza;
- .2 mejora de los planes de cultivo/rotación (es decir, aumento del carbono orgánico del suelo);
- .3 policultivos, cultivos intercalados y rotación de cultivos;
- .4 sistemas de integración de cultivos, ganadería y silvicultura;
- .5 utilización de cultivos de cobertura, incluida la gestión de residuos de cultivos;
- .6 utilización de mejoradores orgánicos del suelo (por ejemplo, compost, digestato, biocarbón, etc.);
- .7 aumento significativo de la cobertura del suelo;
- .8 labranza cero y labranza reducida;
- .9 cosecha de caña de azúcar sin quema; y
- .10 medidas estructurales para el control de la erosión del suelo, como la agricultura en contorno.

9.17 Los factores de emisión por defecto del TtW deberían calcularse mediante supuestos representativos y conservadores, en los que se tenga en cuenta la variabilidad en las condiciones a bordo de los buques y el rendimiento de los convertidores de energía. Los valores de referencia utilizados para el establecimiento de los factores de emisión por defecto deberían ir acompañados de la información técnica y científica pertinente (véase la plantilla que figura en el apéndice 5) y deberían evaluarse en función de la información correspondiente, según proceda, incluida la concordancia entre los valores de referencia.

9.18 Con miras a establecer el C_{fCO_2} de los combustibles que pueden representarse mediante una fórmula química, el factor de emisión C_{fCO_2} puede calcularse dividiendo la relación molar entre el carbono y el CO_2 por la relación molar entre el carbono y el combustible. Si los combustibles no pueden representarse mediante fórmulas químicas, como los biocombustibles y los combustibles fósiles, el factor C_{fCO_2} puede calcularse utilizando la medición real del contenido de carbono, de conformidad con lo dispuesto en las normas reconocidas internacionalmente, como las normas ASTM D5291 y D6866, etc.

9.19 Los factores de emisión C_{fCH_4} , C_{fN_2O} y C_{slip} dependen del tipo de combustible y motor, y de la carga del motor. En el caso de los combustibles y motores existentes, estos factores pueden obtenerse mediante los valores de referencia que figuran en el Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI (2020).²⁰ No obstante, para otros tipos de combustibles y motores, es necesario seguir trabajando con miras a establecer procedimientos de medición.

²⁰ <https://www.imo.org/en/ourwork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>.

9.20 Las emisiones fugitivas son difíciles de medir, pero los estudios existentes afirman que son muy pequeñas en comparación con otras emisiones de GEI. El factor C_{fug} debería considerarse igual a 0 (cero) hasta que se disponga de más pruebas que permitan establecer un valor; no obstante, debería incluirse un marcador de posición a fin de someterlo a un examen continuo.

9.21 En caso de que se propongan categorías adicionales de convertidores de energía (que no aparezcan enumerados en el apéndice 2), podrán seguirse las reglas para el establecimiento de los factores de emisión por defecto del TtW, descritas en el párrafo 9.17 anterior, con miras a garantizar que estos nuevos convertidores (por ejemplo, pilas de combustible) también puedan asociarse a un factor de emisión por defecto.

9.22 En el caso de los sistemas de postratamiento/reducción, no deberían establecerse valores por defecto debido al rendimiento desigual de este equipo; en lugar de eso, puede demostrarse un rendimiento superior en materia de GEI mediante factores reales de emisión, a reserva de la verificación y certificación por terceros.

9.23 En el caso de la electricidad recibida del suministro de energía eléctrica desde tierra, el valor por defecto de la intensidad de los GEI corresponde a la intensidad de los GEI de la red nacional. Teniendo en cuenta que la intensidad de los GEI de la red nacional se actualiza con frecuencia, esta información no se incluye en las presentes directrices y pueden utilizarse las siguientes fuentes, si la metodología se basa en normas internacionalmente reconocidas: fuentes gubernamentales y de servicios públicos, bases de datos públicas reconocidas internacionalmente, inventarios nacionales y reguladores nacionales de energía.

10 FACTORES REALES DE EMISIÓN

10.1 Los factores reales de emisión tienen por objeto permitir demostrar un rendimiento superior en materia de GEI en comparación con los factores de emisión por defecto, a reserva de la verificación y certificación por terceros.

10.2 Los factores de emisión del WtT y del TtW deberían basarse en las metodologías establecidas en las presentes directrices. Los valores reales proporcionan la intensidad de los GEI del WtT (WtT y TtW) para un combustible determinado en todo el ciclo de vida (desde la producción del combustible hasta su utilización a bordo).

10.3 En el caso de las trayectorias que se incluyen en el apéndice 1, deberían facilitarse la descripción y el método de cálculo para el establecimiento de los factores reales de emisión del WtT. Además, en el caso de las trayectorias que no se han incluido en el apéndice 1, debería facilitarse una descripción pormenorizada de la trayectoria.

10.4 La utilización de los factores reales de emisión del WtT no es aplicable a las trayectorias del combustible exclusivamente fósil. No obstante, en el caso de los combustibles que se producen a partir del carbono capturado de origen fósil y de los combustibles fósiles en los que se aplica la tecnología de CCS/CCUS, se pueden utilizar valores reales. Para el componente fósil de un combustible mezclado deberían utilizarse los factores de emisión por defecto del componente fósil.

10.5 Los factores reales de emisión del TtW que se facilitan en las presentes directrices pueden utilizarse en relación con todas las trayectorias del combustible.²¹ Tal como se indica en los párrafos 9.19 y 9.22, es necesario seguir trabajando en la elaboración de

²¹ Habría que seguir trabajando en el establecimiento de metodologías de verificación y certificación.

procedimientos para la certificación de los factores de emisión C_{fCH_4} , C_{fN_2O} y C_{slip} , y tener en cuenta los sistemas de postratamiento/reducción.

10.6 Los contratos de compra de energía (PPA) que incluyan la intensidad de los GEI correspondiente a la electricidad recibida del suministro de energía eléctrica desde tierra pueden utilizarse para certificar un valor real si se dispone de un procedimiento para el establecimiento de la intensidad de los GEI de la electricidad y un certificado de la garantía de origen reconocido por la Organización.

PARTE IV: VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

11 ELEMENTOS SUJETOS A VERIFICACIÓN/CERTIFICACIÓN

11.1 Cuando se utilice como prueba de rendimiento, la FLL ha de verificarse y certificarse por terceros, teniendo en cuenta las orientaciones adicionales que elabore la Organización.

11.2 Organismos de verificación distintos podrán llevar a cabo por separado la verificación y la certificación de las partes A, B, C y E de la FLL. La verificación y la certificación de la parte D de la FLL deben basarse en las partes A, B y C verificadas.

11.3 En el apéndice 2 figuran los factores de emisión por defecto de las partes A-5, C-1, C-2 y D de la FLL correspondientes a los tipos de combustible que cuentan con un código de trayectoria del combustible específico y cuyo consumo tendrá lugar en un convertidor de energía concreto. Siempre que las partes A-1 a A-4 y C-3 de la FLL se hayan verificado debidamente, los factores de emisión por defecto que contienen las presentes directrices podrán aplicarse como corresponda sin necesidad de realizar nuevas verificaciones.

11.4 En caso de que se aleguen factores de emisión inferiores a los factores de emisión por defecto en relación con las partes A-5, C-1, C-2 y/o D, los factores reales de emisión solo podrán utilizarse tras la verificación y la certificación por terceros, teniendo en cuenta las orientaciones adicionales a que se hace referencia en el párrafo 11.1.

12 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS/NORMAS DE CERTIFICACIÓN

12.1 En la verificación y la certificación de las distintas partes de la FLL se utilizarán los sistemas/normas de certificación pertinentes. Las distintas partes de la FLL podrán verificarse mediante la utilización de sistemas/normas de certificación diferentes, según proceda, a la vez que una parte específica de la FLL podrá abordarse mediante diversos sistemas/normas de certificación cuyo alcance sea similar.

12.2 El Comité debería reconocer los sistemas/normas de certificación utilizados para los fines especificados en el párrafo 12.1 anterior, teniendo en cuenta las orientaciones que elabore la Organización. La lista de sistemas/normas de certificación reconocidos debería estar a disposición del público y mantenerse sometida a examen.

12.3 Las propuestas encaminadas a reconocer sistemas/normas de certificación internacionales deberían someterse al examen del Comité, incluida la evaluación de una serie de criterios predeterminados que se elaborarán posteriormente a tal efecto.

12.4 El marco, los criterios y los procedimientos que conducen al reconocimiento de los sistemas de certificación deberían implantarse de manera uniforme con el fin de garantizar la calidad, la fiabilidad y la solidez del marco de la OMI en su conjunto y asegurar la igualdad de condiciones entre los distintos sistemas de certificación.

PARTE V: EXAMEN

13 PROCESO DE EXAMEN CONTINUO

13.1 Con el fin de garantizar que se tomen en consideración los avances tecnológicos y los conocimientos científicos nuevos, las presentes directrices deberían mantenerse sometidas a un examen técnico continuo que tenga en cuenta las tecnologías emergentes y en evolución.

13.2 En particular, deberían mantenerse sometidos a examen los siguientes elementos:

- .1 los factores de emisión por defecto del WtT, del TtW y del WtW que se especifican en el apéndice 2; y
- .2 las trayectorias del combustible nuevas propuestas y los factores de emisión por defecto correspondientes, además de los especificados en el apéndice 1.

APÉNDICE 1

LISTA DE COMBUSTIBLES JUNTO CON LOS CÓDIGOS DE TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------------|---|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 1 | HFO (VLSFO) | Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HFO(VLSFO)_f_SR_gm |
| 2 | HFO (HSHFO) | Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre que exceda el 0,50 %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HFO(HSHFO)_f_SR_gm |
| 3 | LFO (ULSFO) | Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LFO(ULSFO)_f_SR_gm |
| 4 | LFO (VLSFO) | Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LFO(VLSFO)_f_SR_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 5 | Diésel/gasóleo (ULSFO) | Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(ULSFO)_f_SR_gm |
| 6 | Diésel/gasóleo (VLSFO) | Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del $0,10 < S \leq 0,50$ %) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(VLSFO)_f_SR_gm |
| 7 | Diésel/gasóleo (ULSFO) | Combustible marino coprocesado biológico (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | Petróleo crudo + biomasa mixta | Fósil/biogénico | Coprocesamiento en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(ULSFO)_f_b_CP_gm |
| 8 | Diésel/gasóleo (VLSFO) | Combustible marino coprocesado biológico (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del $0,10 < S \leq 0,50$ %) | Petróleo crudo + biomasa mixta | Fósil/biogénico | Coprocesamiento en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(VLSFO)_f_b_CP_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|------------------------|--|------------------------------------|---|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 9 | Diésel/gasóleo (ULSFO) | Combustible marino coprocesado (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | Petróleo crudo + carbono reciclado | Fósil/carbono reciclado | Coprocesamiento en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(ULSFO)_f_r_CP_gm |
| 10 | Diésel/gasóleo (VLSFO) | Combustible marino coprocesado (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del $0,10 < S \leq 0,50$ %) | Petróleo crudo + carbono reciclado | Fósil/carbono reciclado | Coprocesamiento en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MDO/MGO(VLSFO)_f_r_CP_gm |
| 11 | GPL ²² | Gas de petróleo licuado (propano) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_f_SR_gm |
| 12 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_fCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |

²² En lo que respecta al GPL, en las presentes directrices se considera que el producto final de las refinerías está siempre licuado.

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 13 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil ²³ H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_fCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 14 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_fCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 15 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_rCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 16 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_rCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |

²³ CO₂: La captura de carbono de fuente puntual fósil incluye el CO₂ capturado procedente de la combustión de combustibles y el CO₂ capturado procedente de la extracción de recursos del subsuelo.

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 17 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_rCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 18 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_bCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 19 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_bCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 20 | GPL | Gas de petróleo licuado (propano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Propane)_bCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 21 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | Petróleo crudo | Fósil | Proceso ordinario en refinería y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_f_SR_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 22 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_fCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 23 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_fCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 24 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_fCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 25 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_rCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 26 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_rCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|--|--|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 27 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_rCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 28 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_bCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 29 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_bCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 30 | GPL | Gas de petróleo licuado (butano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LPG(Butane)_bCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 31 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Gas natural | Fósil | Producción ordinaria de GNL, incluida la licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_f_SLP_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|------------------------------|--|---|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 32 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación | Biogénica | Gasificación termoquímica seguida de metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_b_G_M_gm |
| 33 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación | Biogénica | GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_b_AD_gm |
| 34 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación | Biogénica | GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_b_AD_CCS_gm |
| 35 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_fCO ₂ _fH ₂ _M_gm |
| 36 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una | LNG_fCO ₂ _rH ₂ _M_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | H ₂ : procedente de electricidad renovable | | combinación de fuentes | |
| 37 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_fCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |
| 38 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_rCO ₂ _fH ₂ _M_gm |
| 39 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_rCO ₂ _rH ₂ _M_gm |
| 40 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_rCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |
| 41 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_bCO ₂ _fH ₂ _M_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|---------------------------------|--|--|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | procedente de energía fósil | | | |
| 42 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_bCO ₂ _rH ₂ _M_gm |
| 43 | GNL | Gas natural licuado (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Metanización y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LNG_bCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |
| 44 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | Gas natural | Fósil | Proceso ordinario en refinería y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_f_SR_gm |
| 45 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación | Biogénica | Gasificación termoquímica seguida de metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_b_G_M_gm |
| 46 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación | Biogénica | GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica y separación y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_b_AD_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|---------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 47 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_b_AD_CCS_gm |
| 48 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_fCO ₂ _fH ₂ _M_gm |
| 49 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_fCO ₂ _rH ₂ _M_gm |
| 50 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | GNC_fCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------|---------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 51 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_rCO ₂ _fH ₂ _M_gm |
| 52 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_rCO ₂ _rH ₂ _M_gm |
| 53 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_rCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |
| 54 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_bCO ₂ _fH ₂ _M_gm |
| 55 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Metanización y compresión | Electricidad generada por una combinación de fuentes | CNG_bCO ₂ _rH ₂ _M_gm |
| 56 | GNC | Gas natural comprimido (metano) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica | Metanización y compresión | Electricidad generada por una | CNG_bCO ₂ _ibpH ₂ _M_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|--------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | | combinación de fuentes | |
| 57 | Etano | Etano | Gas natural | Fósil | Proceso ordinario en refinería | Electricidad generada por una combinación de fuentes | Ethane_f_SR_gm |
| 58 | Combustible a base de aceite vegetal | Aceite vegetal puro | Materias primas de 1 ^a generación | Biogénica | Extracción y purificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | SVO_b_EP_1stgen_gm |
| 59 | Combustible a base de aceite vegetal | Aceites y grasas usados | Materias primas de 2 ^a generación | Biogénica | Extracción y purificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | UOF_b_EP_2ndgen_gm |
| 60 | Combustible a base de aceite vegetal | Aceite de algas | Materias primas de 3 ^a generación | Biogénica | Extracción y purificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | AO_b_EP_3rdgen_gm |
| 61 | Diésel | Diésel (éster metílico de ácido graso) | Materias primas de 1 ^a generación | Biogénica | Transesterificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FAME_b_TRE_1stgen_gm_ |
| 62 | Diésel | Diésel (éster metílico de ácido graso) | Materias primas de 2 ^a generación | Biogénica | Transesterificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FAME_b_TRE_2ndgen_gm_ |
| 63 | Diésel | Diésel (éster metílico de ácido graso) | Materias primas de 3 ^a generación | Biogénica | Transesterificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FAME_b_TRE_3rdgen_gm_ |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|--------|----------------------------------|---|---|--|--|--|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 64 | Diésel | Diésel renovable (Bio FT-Diesel) | Materias primas de 1ª generación | Biogénica | Gasificación y síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_b_G_FT_1stgen_gm_ |
| 65 | Diésel | Diésel renovable (Bio FT-Diesel) | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_b_AD_FT_gm |
| 66 | Diésel | Diésel renovable (Bio FT-Diesel) | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de Fischer-Tropsch con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_b_AD_FT_CCS_gm |
| 67 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_fCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 68 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_fCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|--------|------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|--|--|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | H ₂ : procedente de electricidad renovable | | | |
| 69 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_fCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 70 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_rCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |
| 71 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_rCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 72 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_rCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 73 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_bCO ₂ _fH ₂ _FT_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|--------|---|--|--|----------------------------------|--|--|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | procedente de energía fósil | | | |
| 74 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_bCO ₂ _rH ₂ _FT_gm |
| 75 | Diésel | Diésel renovable (FT-Diesel) | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis de Fischer-Tropsch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | FT-Diesel_bCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm |
| 76 | Diésel | Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno) | Materias primas de 1 ^a generación | Biogénica | Hidrogenación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HVO_b_HD_1stgen_gm_ |
| 77 | Diésel | Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno) | Materias primas de 2 ^a generación | Biogénica | Hidrogenación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HVO_b_HD_2ndgen_gm_ |
| 78 | Diésel | Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno) | Materias primas de 3 ^a generación | Biogénica | Hidrogenación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HVO_b_HD_3rdgen_gm_ |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|--------|------------------------------|---|------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 79 | DME | Éter dimetílico (DME) | Materias primas de 1ª generación | Biogénica | Gasificación y síntesis de DME | Electricidad generada por una combinación de fuentes | DME_b_G_DMES_1stgen_gm_ |
| 80 | DME | Éter dimetílico (DME) | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Gasificación y síntesis de DME | Electricidad generada por una combinación de fuentes | DME-b-G-DMES_2ndgen_gm_ |
| 81 | DME | Éter dimetílico (DME) | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de DME | Electricidad generada por una combinación de fuentes | DME_b_AD_DMES_gm |
| 82 | DME | Éter dimetílico (DME) | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de DME con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono | Electricidad generada por una combinación de fuentes | DME_b_AD_DMES_CCS_gm |
| 83 | DME | Éter dimetílico (DME) | Gas natural | Fósil | Gasificación y síntesis de DME | Electricidad generada por una combinación de fuentes | DME_f_G_DMES_gm |
| 84 | Diésel | Aceite de pirólisis mejorado | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Pirólisis, pirólisis rápida y/o pirólisis rápida catalítica y mejoramiento | Electricidad generada por una combinación de fuentes | UPO_b_UPO_2ndgen_gm_ |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|---------|---|---------------------------------------|------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 85 | Diésel | Combustible obtenido mediante licuefacción hidrotérmica (HTL) | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Licuefacción hidrotérmicas y mejoramiento | Electricidad generada por una combinación de fuentes | HTL_b_HTL_2ndgen_gm_ |
| 86 | Metanol | Metanol | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_f_SMR_gm |
| 87 | Metanol | Metanol | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural con captura y almacenamiento de carbono y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_f_SMR_CCS_gm |
| 88 | Metanol | Metanol | Carbón | Fósil | Gasificación del carbón y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_f_G_MS_gm |
| 89 | Metanol | Metanol | Carbón | Fósil | Gasificación del carbón con captura y almacenamiento de carbono y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_f_G_MS_CCS_gm |
| 90 | Metanol | Metanol | Materias primas de 2ª y 3ª generación | Biogénica | Gasificación de la biomasa y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_b_G_MS_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|---------|---------------------|---|---|---|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 91 | Metanol | Metanol | Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación | Biogénica | Reformado del gas natural renovable (biometano a partir de digestión anaeróbica) y síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_b_AD_MS_gm |
| 92 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_fCO ₂ _fH ₂ _MS_gm |
| 93 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_fCO ₂ _rH ₂ _MS_gm |
| 94 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_fCO ₂ _ibpH ₂ _MS_gm |
| 95 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_rCO ₂ _fH ₂ _MS_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|---------|---------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|--|---|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | | | |
| 96 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_rCO ₂ _rH ₂ _MS_gm |
| 97 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_rCO ₂ _ibpH ₂ _MS_gm |
| 98 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_bCO ₂ _fH ₂ _MS_gm |
| 99 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_bCO ₂ _rH ₂ _MS_gm |
| 100 | Metanol | Metanol | CO ₂ + H ₂ | CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : hidrógeno como subproducto | Síntesis del metanol | Electricidad generada por una combinación de fuentes | MeOH_bCO ₂ _ibpH ₂ _MS_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-----------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | de procesos industriales | | | |
| 101 | Etanol | Etanol | Materias primas de 1ª generación | Biogénica | Fermentación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | EtOH_b_FR_1stgen_gm_ |
| 102 | Etanol | Etanol | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Etapa de tratamiento previo/ hidrólisis y fermentación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | EtOH_b_FR_2ndgen_gm_ |
| 103 | Etanol | Etanol | Materias primas de 3ª generación | Biogénica | Fermentación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | EtOH_b_FR_3rdgen_gm_ |
| 104 | Hidrógeno | Hidrógeno | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_f_SMR_gm |
| 105 | Hidrógeno | Hidrógeno | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_f_SMR_CCS_gm |
| 106 | Hidrógeno | Hidrógeno | Gas natural | Fósil | Pirólisis de metano para su conversión en carbono e hidrógeno | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_f_MPO_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-----------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 107 | Hidrógeno | Hidrógeno | Carbón | Fósil | Gasificación o carbonización del carbón | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_f_G_gm |
| 108 | Hidrógeno | Hidrógeno | Carbón | Fósil | Gasificación o carbonización del carbón con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_f_G_CCS_gm |
| 109 | Hidrógeno | Hidrógeno | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Gasificación de la biomasa y separación del gas de síntesis con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono | Electricidad generada por una combinación de fuentes | H2_b_G_SS_CCS_2ndgen_gm_ |
| 110 | Hidrógeno | Hidrógeno | Agua + Electricidad | Renovable | Electrólisis fotovoltaica y/o eólica especializadas y/u otras electrólisis y licuefacción | Electricidad renovable | LH2_EL_r_Liquefied |
| 111 | Hidrógeno | Hidrógeno | Agua + Electricidad | Fósil/Renovable | Electrólisis y licuefacción | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LH2_EL_gm_Liquefied |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-----------|---------------------|--------------------------------|---|---|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 112 | Hidrógeno | Hidrógeno | Agua + Electricidad | Nuclear | Ciclos termoquímicos o electrólisis y licuefacción | Nuclear | LH2_EL_n_Liquefied |
| 113 | Hidrógeno | Hidrógeno | | Hidrógeno como subproducto de procesos industriales | | Electricidad generada por una combinación de fuentes | LH2_ibp_gm_Liquefied |
| 114 | Amoniaco | Amoniaco | Gas natural | Fósil | Pirólisis de metano para su conversión en carbono puro e hidrógeno y proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_f_MPO_HB_gm |
| 115 | Amoniaco | Amoniaco | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural y proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_f_SMR_HB_gm |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|----------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 116 | Amoniaco | Amoniaco | Gas natural | Fósil | Reformado del metano con vapor de gas natural con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_f_SMR_HB_CCS_gm |
| 117 | Amoniaco | Amoniaco | Carbón | Fósil | Gasificación del carbón y proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_f_G_HB_gm |
| 118 | Amoniaco | Amoniaco | Carbón | Fósil | Gasificación del carbón con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono y proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_f_G_HB_CCS_gm |
| 119 | Amoniaco | Amoniaco | Materias primas de 2ª generación | Biogénica | Gasificación | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_b_G_2ndgen_gm_ |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|----------|---------------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| 120 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : producido a partir de electricidad renovable | Proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_rN2_rH2_HB_gm |
| 121 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_rN2_fH2_HB_gm |
| 122 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Proceso de Haber Bosch | Electricidad generada por una combinación de fuentes | NH3_rN2_ibpH2_HB_gm |
| 123 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad generada por una combinación de fuentes H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil | Ciclos termoquímicos o electrólisis | Nuclear | NH3_gmN2_fH2_EL_n |
| 124 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad generada por una | Ciclos termoquímicos o electrólisis | Nuclear | NH3_gmN2_rH2_EL_n |

| Orden | Grupo | Tipo de combustible | Estructura de la materia prima | | Proceso de conversión/producción | | Código de trayectoria del combustible |
|-------|-------------------|---------------------|---------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| | | | Tipo de materia prima | Naturaleza/fuente de carbono | Tipo de proceso | Energía utilizada en el proceso | |
| | | | | combinación de fuentes H ₂ : producido a partir de electricidad renovable | | | |
| 125 | Amoniaco | Amoniaco | N ₂ + H ₂ | N ₂ : separado con electricidad generada por una combinación de fuentes H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales | Ciclos termoquímicos o electrólisis | Nuclear | NH3_gmN2_ibpH2_EL_n |
| 126 | Electricidad | Electricidad | | Fósil/renovable | - | Electricidad generada por una combinación de fuentes | Electricity_gm |
| 127 | Electricidad | Electricidad | | Renovable | Fotovoltaico y/o eólico especializados y/u otros | Electricidad renovable | Electricity_renewable |
| 128 | Propulsión eólica | | | | | | |

APÉNDICE 2

FACTORES INICIALES DE EMISIÓN POR DEFECTO POR CÓDIGO DE TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE

| Orden | Tipo de combustible | Código de trayectoria del combustible | Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ) | LCV (MJ/g) | Convertidor de energía | C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible) | C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible) | C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible) | C _{slip} /C _{fug} (masa %) | e _c g CO _{2eq} /g combustible | Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ) | NOTA |
|-------|---|---------------------------------------|---|------------|---|---|---|--|--|---|---|---|
| 1 | Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %) | HFO(VLSFO)_f_SR_gm | 16,8 | 0,0402 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,114 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI) |
| 2 | Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre que exceda el 0,50 %) | HFO(HSHFO)_f_SR_gm | 14,1 | 0,0402 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,114 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| 3 | Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | LFO(ULSFO)_f_SR_gm | | 0,0412 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,151 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto estudio de la OMI sobre los GEI |
| 4 | Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %) | LFO(VLSFO)_f_SR_gm | | 0,0412 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,151 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| 5 | Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | MDO/MGO(ULSFO)_f_SR_gm | 17,7 | 0,0427 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,206 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| 6 | Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %) | MDO/MGO(VLSFO)_f_SR_gm | | 0,0427 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,206 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| 11 | Gas de petróleo licuado (propano) | LPG(Propane)_f_SR_gm | | 0,0463 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,000 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |

| Orden | Tipo de combustible | Código de trayectoria del combustible | Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ) | LCV (MJ/g) | Convertidor de energía | C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible) | C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible) | C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible) | C _{slip} /C _{fug} (masa %) | e _c g CO _{2eq} /g combustible | Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ) | NOTA |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------|--|---|---|--|--|---|---|--|
| 21 | Gas de petróleo licuado (butano) | LPG(Butane)_f_SR_gm | | 0,0457 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | 3,030 | 0,00005 | 0,00018 | | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| 31 | Gas natural licuado (metano) | LNG_f_SLP_gm | | 0,0480 | GNL Otto (velocidad media y combustible mixto) | 2,750 | 0 | 0,00011 | 3,5/- | | | Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI |
| | | | | | GNL Otto (baja velocidad y combustible mixto) | | | | 1,7/- | | | |
| | | | | | GNL diésel (baja velocidad y combustible mixto) | | | | 0,15/- | | | |
| | | | | | Combustión lenta con encendido por chispa (LBSI) | | | | 2,6/- | | | |
| | | | | | Turbinas y calderas de vapor | | | | 0,01/- | | | |
| 33 | Gas natural licuado (metano) | LNG_b_AD_gm | | | GNL Otto (velocidad media y combustible mixto) | 2,750 | | | | | | |
| | | | | | GNL Otto (baja velocidad y combustible mixto) | | | | | | | |
| | | | | | GNL diésel (baja velocidad y combustible mixto) | | | | | | | |
| | | | | | Combustión lenta con encendido por chispa (LBSI) | | | | | | | |
| | | | | | Turbinas y calderas de vapor | | | | | | | |

| Orden | Tipo de combustible | Código de trayectoria del combustible | Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ) | LCV (MJ/g) | Convertidor de energía | C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible) | C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible) | C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible) | C _{slip} /C _{fug} (masa %) | e _c g CO _{2eq} /g combustible | Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ) | NOTA |
|-------|---|---------------------------------------|---|------------|--|---|---|--|--|---|---|------|
| 62 | Diésel (éster metílico de ácido graso) | FAME_b_TRE_gm_2ndgen | 20,8 | 0,0372 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | | | | | | | |
| 77 | Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno) | HVO_b_HD_gm_2ndgen | 14,9 | 0,044 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | | | | | | | |
| 105 | Hidrógeno | H2_f_SMR_CCS_gm | | 0,12 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA Pila de combustible | 0 | | | | | | |
| 121 | Amoniaco | NH3_rN2_fh2_HB_gm | | 0,0186 | TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA Pila de combustible | 0 | | | | | | |

APÉNDICE 3

ABREVIATURAS Y GLOSARIO

Abreviaturas

AR – Informe de evaluación del IPCC
BDN – Nota de entrega de combustible
Cf – Factores de conversión de las emisiones $C_{fCO_2/CH_4/N_2O}$ (g GEI (CO₂/CH₄/N₂O)/g combustible) correspondientes a las emisiones procedentes del proceso de combustión y/o oxidación, incluido el combustible con el efecto pertinente del PCM resultante de la conversión de la energía de combustión.
CH₄ – Metano
CO₂ – Dióxido de carbono
CO_{2eq} – Dióxido de carbono equivalente
CCS – Captura y almacenamiento de carbono
CCU – Captura y utilización de carbono
DAC – Captura directa del aire
DCS – Sistema de recopilación de datos de la OMI sobre el consumo de fueloil de los buques
DLUC – Cambio de uso del suelo directo
FLL – Etiqueta del ciclo de vida del combustible
GEI – Gas de efecto invernadero
ILUC – Cambio de uso del suelo indirecto
IPCC – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LCA – Evaluación del ciclo de vida
LCV – Poder calorífico inferior (MJ/g combustible)
NMVOC – Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
N₂O – Óxido nitroso
CTN – Código técnico sobre los NO_x
PCM – Potencial de calentamiento mundial
RFNBO – Combustibles renovables de origen no biológico
SLCF – Forzador climático de vida corta
TtW – Del tanque a la estela
WtT – Del pozo al tanque
WtW – Del pozo a la estela
VOC – Compuestos orgánicos volátiles
OPS – Suministro de energía eléctrica desde tierra

Glosario

Ampliación del sistema: la norma ISO 14040 recomienda que se amplíe el sistema siempre que sea posible. La ampliación del sistema forma parte del método consecuente de la LCA, cuyo objetivo es registrar el cambio en los efectos ambientales como consecuencia de una actividad determinada.

Biomasa: la biomasa es materia orgánica renovable procedente de plantas y animales.

Cambio de uso del suelo: la producción de biocombustibles conlleva un cambio de uso del suelo (LUC). Los LUC pueden clasificarse en directos (DLUC) e indirectos (ILUC).

Coproducto: un resultado de un proceso de producción, que tiene valor económico pertinente y una oferta elástica (entendida como la existencia de una prueba clara del vínculo causal entre el valor de mercado de la materia prima y la cantidad de materia prima que puede producirse).

Del pozo a la estela: mediante los estudios del WtW se calculan las necesidades energéticas y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes en la producción de un combustible y su utilización en el buque, tomando como base la metodología más amplia de la evaluación del ciclo de vida (LCA). El término "pozo" se utiliza en relación con los combustibles procedentes de todas las fuentes, ya que, si bien el término se aplica con mayor frecuencia a los recursos convencionales de petróleo crudo, su utilización y comprensión están muy extendidos.

Energías renovables: cualquier forma de energía procedente de fuentes solares, geofísicas o biológicas que se repone mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su índice de utilización. Las energías renovables se obtienen de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el medio natural e incluyen tecnologías con bajas emisiones de carbono, tales como la energía solar, la hidroeléctrica, la eólica, la mareomotriz y la térmica oceánica, así como combustibles renovables como la biomasa.

Límites del sistema: el límite del sistema determina qué entidades (procesos unitarios) se encuentran dentro del sistema y cuáles fuera. Fundamentalmente, determina las etapas y procesos del ciclo de vida/cadena de suministro que se incluyen en la evaluación y que han de estar en consonancia con el objetivo y el alcance del estudio.

Marco para la evaluación del ciclo de vida (LCA): la evaluación del ciclo de vida determina los posibles efectos ambientales de los productos, los procesos o los servicios de principio a fin, es decir, desde la adquisición/extracción de las materias primas hasta su procesamiento, transporte, utilización y eliminación.

Potencial de calentamiento mundial: el potencial de calentamiento mundial indica el potencial de un gas de efecto invernadero para retener calor adicional en la atmósfera a lo largo del tiempo en relación con el dióxido de carbono. El aumento de la captura de calor en la atmósfera (es decir, el "efecto invernadero") se debe a la absorción de radiación infrarroja por un gas determinado. El PCM también depende de la vida útil atmosférica de un gas y del horizonte temporal que se considere (por ejemplo, el PCM 20 se basa en la energía absorbida durante 20 años, mientras que el PCM 100 se basa en la energía absorbida durante 100 años). Cada gas de efecto invernadero tiene un potencial de calentamiento mundial específico que se utiliza para calcular el CO₂ equivalente (CO_{2eq}).

Suministro de energía eléctrica desde tierra: sistema de suministro de electricidad a los buques que se encuentran en el puesto de atraque, a baja o alta tensión, corriente alterna o continua, incluidas las instalaciones en el buque y en el puerto, cuando se abastece de energía a cualquiera de los cuadros de distribución eléctrica del buque destinados al suministro de energía de las cargas de trabajo empleadas en las instalaciones de alojamiento y en la prestación de servicios, o se cargan las baterías secundarias.

APÉNDICE 4

PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL POZO AL TANQUE

INTRODUCCIÓN

1 La presente plantilla tiene por objeto recopilar y presentar de forma clara y estructurada los datos relativos a los insumos utilizados para calcular un "factor de emisión por defecto" correspondiente a una trayectoria específica de transformación de "materia prima en combustible" de conformidad con la metodología establecida en las "Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos (Directrices LCA)", adoptadas el 22 de marzo de 2024 mediante la resolución MEPC.391(81).¹ Solo debería presentarse un factor de emisión por defecto por plantilla, es decir, para proponer dos factores de emisión por defecto, deberían cumplimentarse dos plantillas distintas. Un "factor de emisión por defecto" representa los resultados cuantitativos de la evaluación de la intensidad de los gases de efecto invernadero (g CO₂eq/MJ) de una cadena de valor de transformación de materia prima en combustible. No se pretende que el factor de emisión por defecto represente la mejor forma de producir un combustible. Se trata de un valor que describe la producción, recogida y transporte de la materia prima para su conversión a una instalación media/típica/normalizada, situada en una región genérica.²⁴ Un factor de emisión por defecto no tiene por qué reflejar la mejora del proceso con respecto a la producción actual, ni las tecnologías innovadoras²⁵, y su objetivo, como mínimo, es doble:

- .1 permitir que se realice una comparación justa de la intensidad de los GEI entre las distintas tecnologías y trayectorias de conversión del combustible, en las que las emisiones derivadas de algunos de los parámetros de la ecuación del WtT se consideran iguales a cero por defecto (por ejemplo, e_{sca} , e_l , e_{ccs}); en otras palabras, permitir que se lleve a cabo una comparación de carácter general entre las distintas tecnologías y opciones de combustible;
- .2 permitir que los operadores muestren las emisiones reales de gases de efecto invernadero del ciclo de vida en comparación con las emisiones por defecto del ciclo de vida en relación con la misma trayectoria de transformación de materia prima en combustible mediante un proceso de certificación. El periodo de validez de la certificación debería definirse junto con las reglas y procedimientos de funcionamiento de la certificación.

La plantilla abarca por completo todos los elementos necesarios para definir un factor de emisión por defecto. Puede adaptarse (por ejemplo, no aportando los datos relativos a los insumos en todos y cada uno de los elementos que constan en ella) y complementarse con información adicional.

²⁴ Los factores de emisión por defecto reflejan el rendimiento de las trayectorias de transformación de materia prima en combustible en las distintas regiones y Estados del mundo. Pueden utilizarse como factores reales de emisión valores específicos de proyecto certificados de conformidad con los procedimientos pertinentes acordados y adoptados en la OMI.

²⁵ En el caso de tecnologías emergentes, podrían utilizarse fuentes bibliográficas y de modelización que se limiten al proceso de conversión. No obstante, debería mantenerse el principio de que esto pueda utilizarse como datos relativos a los insumos con miras a perfeccionar/completar/revisar los factores de emisión a medida que se desarrolle una tecnología futura.

En el párrafo 4.4 de las Directrices LCA se especifica que el factor de emisión de GEI del WtT (g CO₂eq/MJ(LCV) del combustible o electricidad) se calcula de acuerdo con la ecuación (1),

$$\text{Ecuación (1)} \quad GHG_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs}$$

mientras que en el párrafo 9.4 se especifica que "las emisiones relacionadas con las variaciones en las reservas de carbono ocasionadas por el DLUC (e_l) y el ahorro de emisiones procedente de la acumulación de carbono en el suelo a través de la mejora de la gestión agrícola (e_{sca}) se consideran iguales a cero para el establecimiento de los factores iniciales de emisión por defecto. Lo mismo ocurre con los parámetros relacionados con la captura y el almacenamiento de carbono (CCS), que han de continuar elaborándose". En consecuencia, cabe señalar que los factores de emisión por defecto determinados mediante la utilización de la presente plantilla solo reflejarán parcialmente las emisiones del WtT atribuibles a cualquier trayectoria dada de transformación de "materia prima en combustible" y podrán variar a medida que se tengan en cuenta las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros dentro del límite del sistema.

2 Una vez que se elaboren los factores de emisión por defecto que reflejen plenamente las emisiones de GEI del WtT en una versión futura de las Directrices LCA, los operadores (por ejemplo, los productores de combustible) que estén en condiciones de constatar las emisiones reales de GEI, podrán solicitar la certificación del "valor real" certificado de un proyecto. Asimismo, pueden utilizarse los valores reales certificados para las trayectorias que no dispongan de un factor de emisión por defecto de GEI del WtT que figuran en el apéndice 2 de las Directrices LCA.

3 La presente plantilla permite indicar un valor 0 (cero) en el caso de los elementos de la ecuación (1) que no están cuantificados temporalmente, como se explica en el párrafo 1 *supra*. Los datos cuya presentación es necesaria para el cálculo de los factores de emisión por defecto de GEI del WtT deben garantizar la calidad en lo que respecta a: la pertinencia,²⁶ idoneidad,²⁷ completitud,²⁸ coherencia,²⁹ fiabilidad,³⁰ transparencia y accesibilidad³¹. La plantilla también puede cumplimentarse de manera parcial, por ejemplo, aportando datos en relación con etapas concretas de la trayectoria.

DESCRIPCIÓN DE LA TRAYECTORIA

4 En esta sección debería presentarse con claridad la trayectoria modelizada, entendida como una cadena de valor relacionada con la producción de un combustible terminado, con el objetivo de proporcionar al menos información relativa a, entre otras cosas: el tipo de materia prima utilizada, una descripción de la tecnología empleada para convertir dicha materia prima en el combustible final y cualquier otra información pertinente que afecte al cálculo de los factores de emisión, conforme al límite del sistema previsto en las Directrices LCA.

²⁶ ¿Son los datos disponibles adecuados y razonables en relación con el objetivo?

²⁷ ¿Describen los datos la cadena de valor objeto de examen con precisión? ¿Se informa adecuadamente sobre las incertidumbres?

²⁸ ¿Describen los datos la cadena de valor objeto de examen de manera completa?

²⁹ ¿Son los datos coherentes a nivel interno? En caso de haber valores de datos duplicados, ¿tienen el mismo valor?

³⁰ En opinión de las partes interesadas, ¿son los datos válidos/verificables?

³¹ ¿Puede un tercero tener acceso a los datos y verificarlos?

5 Los factores de emisión por defecto se basan en la metodología del WtT, cuyo objetivo es evaluar la cantidad de emisiones de GEI atribuible a la producción y la distribución de combustible. En la figura 2 que aparece a continuación se muestran las etapas de producción que se incluirán en el cálculo de un factor de emisión del WtT:

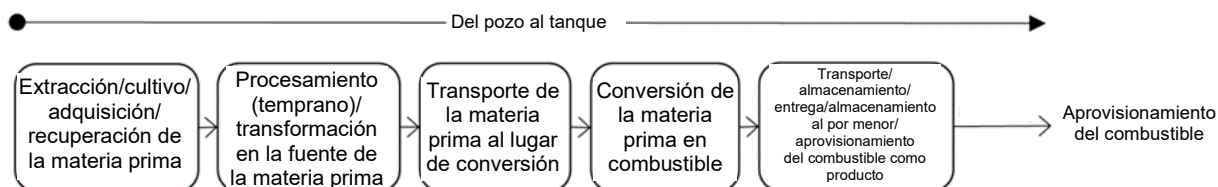


Figura 2: Cadena de suministro genérica del pozo al tanque

Los límites del sistema establecidos para describir una trayectoria concreta de transformación de materia prima en combustible se ajustarán a las definiciones que figuran en las Directrices LCA.

En los apéndices puede incluirse información pormenorizada y pertinente adicional, como la región donde se produce, la capacidad de producción, la antigüedad, etc., de la instalación o instalaciones.

DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS

6 En esta sección deberían presentarse con claridad los insumos utilizados en el ejercicio de modelización.

7 Debería facilitarse información sobre la fuente de los datos y del modelo utilizado, de conformidad con las indicaciones sobre la calidad de los datos que figuran en las Directrices LCA.

8 Infórmese de si el cálculo LCA se ha elaborado con una herramienta de modelización específica y, en caso afirmativo, indíquese si se han producido cambios en relación con la información de base (información no facilitada *infra*) con respecto al conjunto de datos y/o la metodología de referencia utilizados por la herramienta, y preséntese una justificación adecuada para dicho cambio.

9 Con el fin de ofrecer orientaciones para cumplimentar la plantilla, véase un ejemplo práctico de producción y conversión de materias primas lipídicas. El ejemplo práctico se compone de cuadros cumplimentados, según sea necesario para la notificación de los datos, por trayectoria.

Cuadro 1: Insumos y productos e_{fecu} correspondientes a la materia prima XXX

| | | | | XXXX, por kg seco | Fuentes de datos/modelo utilizados | Observaciones | | |
|------------|-------------------|---|---|-------------------|------------------------------------|---|--|--|
| e_{fecu} | Materia prima XXX | Insumos agrícolas | Total N (g) | ... | zzz y otros, 2010 | (especifíquese el tipo de fertilizante N, en %. Ejemplo: el total de N contiene un 50 % de urea, un 30 % de nitrato amónico y un 20 % de...). | | |
| | | | P ₂ O ₅ (g) | ... | ecoinvent | (especifíquese el tipo de fertilizante P ₂ O ₅). | | |
| | | | K ₂ O (g) | ... | GREET | (especifíquese el tipo de fertilizante K ₂ O). | | |
| | | | Diésel (MJ) | ... | ... | | | |
| | | | Emisiones fugitivas de GEI (p. ej., CH ₄) en la extracción de materias primas | ... | ... | | | |
| | | por kg de hidrocarburos XXXX | | | | | | |
| | | Insumos de la extracción de hidrocarburos | | Valores | Fuentes de datos/modelo utilizados | | | |
| | | | Materia prima (g, seca) | ... | zzz y otros, 2010 | | | |
| | | | Gas natural (MJ) | ... | ecoinvent | | | |
| | | | N-hexano (MJ) | ... | GREET | | | |
| | | | Electricidad (MJ) | ... | ... | | | |
| | | | Emisiones fugitivas de GEI (p. ej., CH ₄) en la extracción de materias primas | ... | ... | | | |
| | | | ... | ... | ... | | | |
| | | Productos de la extracción de hidrocarburos | Coproducto, zzz (g) | ... | ... | | | |
| | | | Torta proteica procedente de la extracción de aceite vegetal | ... | ... | | | |

Información adicional:

Cuadro 2: Insumos y productos/pérdidas e_p correspondientes al proceso de conversión de XXXX, incluidas todas las etapas necesarias para el tratamiento previo de la materia prima con el fin de poder convertirla en combustible, mediante el proceso de conversión seleccionado

| | | por combustible MJ | |
|-----------|---|--------------------|------------------------------------|
| | | Valores | Fuentes de datos/modelo utilizados |
| Insumos | Materia prima (g, hidrocarburos) | ... | zzz y otros, 2010 |
| | Gas natural (MJ) | ... | ecoinvent |
| | H ₂ (MJ) | * | GREET |
| | Electricidad (MJ) ³² | ... | ... |
| | Observación explicativa: marcador de posición para insumos de productos clave (por ejemplo, productos químicos, etc.). | ... | ... |
| Productos | Coproducto, mezcla de propano (MJ) | ** | ... |
| | Coproducto, nafta (MJ) | ** | ... |
| | Coproducto, xxxx (MJ) | ** | ... |
| | ... | ... | ... |
| | Pérdidas, por ejemplo, emisiones fugitivas de CH ₄ | ** | ... |
| | | | |

- * Se supone que el H₂ derivado del reformado con vapor de gas natural será la fuente por defecto de H₂, los factores de emisión de H₂ se modelizan a partir de insumos de gas natural;
- ** Insumos tras la asignación.

Información adicional:

Cuadro 3: Insumos correspondientes a las combinaciones regionales de generación de electricidad³³

| | EE.UU. (%) ¹ | UE (%) ² | India (%) ³ | Xxx (%) ⁴ |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| Hidrocarburos residuales | ... | ... | ... | ... |
| Gas natural | ... | ... | ... | ... |
| Carbón | ... | ... | ... | ... |
| Energía nuclear | ... | ... | ... | ... |
| Biomasa | ... | ... | ... | ... |
| Hidroeléctrica | ... | ... | ... | ... |
| Geotérmica | ... | ... | ... | ... |
| Eólica | ... | ... | ... | ... |
| Solar fotovoltaica | ... | ... | ... | ... |
| Otras | ... | ... | ... | ... |

- ¹ GREET, 20xx, ² EEE, 20xx (combinación de energía eléctrica de la UE en 20xx), ³ Agencia Internacional de la Energía, 20xx, ⁴ Lista del IGES de los factores de emisión de la red

³² En el cuadro 2 se puede incluir información pormenorizada sobre la generación de electricidad (que puede ser diferente debido a la combinación regional).

³³ De manera alternativa, facilítese una declaración que contenga una referencia clara de la intensidad de los gases de efecto invernadero de la red (g CO₂eq/kWh o g CO₂eq/MJ), así como la referencia utilizada.

Información adicional:

Cuadro 4: Emisiones e_{td} procedentes de los insumos y pérdidas asociadas al transporte de materias primas y combustibles. Al rellenar el cuadro, añádase el combustible utilizado – En "Fuente de datos/modelo utilizados", especifíquense el tipo de combustible, la eficiencia específica y el convertidor de energía, si procede

| | Transporte de la materia prima | | Fuentes de datos/modelo utilizados |
|--|---|--|------------------------------------|
| e_{td} Insumos correspondientes al transporte y distribución | Distancia (km) | xxx; xxx | |
| | Modo ³⁴ | Camión para servicio pesado; tren; buque; gabarra; ferrocarril; conducto; etc. | |
| | Proporción (%) | yy; yy; yyy | |
| | Transporte de combustible | | |
| | Distancia (km) ³⁵ | xxx; xxxx; xx | |
| | Modo | Camión para servicio pesado; tren; buque; gabarra; ferrocarril; conducto; etc. | |
| | Proporción (%) | y; yy; yy | |
| | Distribución del combustible | | |
| | Distancia (km) | xx | |
| | Modo | Camión para servicio pesado; tren; buque; gabarra; ferrocarril; conducto; etc. | |
| | Proporción (%) | | |
| | ... | ... | |
| | Cualquier otra emisión derivada del transporte, almacenamiento y distribución, incluidas las pérdidas (por ejemplo, emisiones fugitivas de CH ₄). | | |

³⁴ En caso de que un modo de transporte incluya más combustibles (por ejemplo, diésel y gas natural) o varios modos de transporte (por ejemplo, ferrocarril y buque), debería indicarse debidamente en el cálculo.

³⁵ Los viajes de regreso sin carga deberían tenerse en cuenta en el cálculo.

RESULTADOS PRINCIPALES

10 En la presente sección deberían incluirse los resultados de la trayectoria modelizada.

Cuadro 5: Identificación del combustible

| Código de trayectoria del combustible | LCV (MJ/g) | Densidad (kg/m ³) | C _{fCO2} (g CO _{2eq} /MJ) | Contenido de carbono (% en peso) |
|---------------------------------------|------------|-------------------------------|---|----------------------------------|
| | | | | |

Información adicional:

Cuadro 6: Factores de emisión por defecto propuestos para XXX convertido en una trayectoria YYYY

| Código de trayectoria del combustible | Región | e _{fecu} Cultivo/ extracción de la materia prima | e _{td} Transporte/almacenamiento/ distribución de la materia prima y el combustible | e _p Producción del combustible | (Suma de los términos) Factores de emisión propuestos de la intensidad de los GEI del WtT(g CO _{2eq} /MJ) |
|---------------------------------------|--------|--|---|--|---|
| | XXXX | | | | |

Información adicional:

Cuadro 7: Factores de emisión por defecto propuestos para XXX convertido en una trayectoria YYYY a efectos comparativos mediante la utilización del PCM 20

A EFECTOS COMPARATIVOS, PUEDE FACILITARSE UN CÁLCULO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL EN UN HORIZONTE DE 20 AÑOS (PCM 20).

| Código de trayectoria del combustible | Región | e _{fecu} Cultivo/extracción de la materia prima | e _{td} Transporte/almacenamiento/ distribución de la materia prima y el combustible | e _p Producción del combustible | (Suma de los términos) Factores de emisión propuestos de la intensidad de los GEI del WtT(g CO _{2eq} /MJ) |
|---------------------------------------|--------|---|---|--|---|
| | XXXX | | | | |

Información adicional:

APÉNDICE

11 Descripción breve de la trayectoria

12 Descripción breve de la trayectoria

....

REFERENCIAS

13 REFERENCIA (formato APA)

APÉNDICE 5

PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL TANQUE A LA ESTELA

RESUMEN

En el presente documento figura una plantilla destinada a facilitar la información mínima para la presentación de valores para su examen como factores de emisión por defecto del tanque a la estela (TtW)

INTRODUCCIÓN

En la presente plantilla figura el modelo para la presentación de valores para su examen como factores de emisión por defecto del tanque a la estela (TtW), y se incluye un conjunto mínimo de información técnica y científica pertinente con el fin de poder analizar la idoneidad de los valores propuestos.

Los factores de emisión por defecto del TtW deberían calcularse mediante supuestos representativos y conservadores, en los que se tengan en cuenta la variabilidad en las condiciones a bordo de los buques y el rendimiento de los convertidores de energía.

En los párrafos 9.17 y 9.22 de las Directrices LCA se describen las reglas para el establecimiento de los factores de emisión por defecto del TtW. Con el fin de establecer un factor de emisión por defecto del TtW (a excepción de C_{fCO_2}), deberían examinarse, como mínimo, tres (3) valores de referencia procedentes de tres fuentes diferentes y representativas. Entre los tres (o más) valores objeto de examen, debería seleccionarse por defecto el valor de emisión superior y debería facilitarse la gama de factores de emisión disponibles a título informativo. Los valores de referencia deberían ir acompañados de la información técnica y científica pertinente y evaluarse en función de la información correspondiente, según proceda, incluida la concordancia entre los valores de referencia.

Las Directrices LCA permiten que se demuestre un rendimiento superior en materia de GEI en comparación con los factores de emisión por defecto, mediante los factores reales de emisión a reserva de la verificación y certificación por terceros.

PARTE A – FACTORES DE EMISIÓN CORRESPONDIENTES AL COMBUSTIBLE QUEMADO (C_{fCH_4} y C_{fN_2O})

En esta parte deberían figurar los datos que respalden las propuestas de C_{fCH_4} y C_{fN_2O} definidos en las Directrices LCA;

| Término | Unidades | Explicación |
|-------------|----------------------------|--|
| C_{fCH_4} | $g_{CH_4}/g_{combustible}$ | Factor de conversión de las emisiones de CH_4 ($g_{CH_4}/g_{combustible}$ entregado al buque) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque ³⁶ |
| C_{fN_2O} | $g_{N_2O}/g_{combustible}$ | Factor de conversión de las emisiones de N_2O ($g_{N_2O}/g_{combustible}$ entregado al buque) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque |

³⁶ En el caso del combustible GNL/GNC, C_{slip_motor} cubre la función de C_{fCH_4} , por lo que C_{fCH_4} se considera igual a cero para estos combustibles.

1 METODOLOGÍA

En esta sección deberían presentarse con claridad la metodología para las mediciones realizadas y la incertidumbre asociada.

En los apéndices puede añadirse información pormenorizada y pertinente adicional, como los procedimientos de medición y el equipo utilizado, las mediciones en banco de pruebas o a bordo, etc.

2 DIFERENCIACIÓN DE LOS CONVERTIDORES DE ENERGÍA

En esta sección deberían presentarse con claridad la diferenciación de los convertidores de energía (gama general de modelos)³⁷ que se incluirá en los valores propuestos, así como los argumentos que respaldan que se siga dicha diferenciación.

3 RESULTADOS PRINCIPALES

En esta sección deberían presentarse los resultados.

Cuadro 1: Valores propuestos para C_{fCH4} y C_{fN2O}

| Combustible ³⁸ | | Tipo de combustible | Convertidor de energía ³⁹ | Ciclo de ensayo ⁴⁰ | Método de medición ⁴¹ | C_{fCH4} (g _{CH4} /g combustible) ⁴² | C_{fN2O} (g _{N2O} /g combustible) ⁴³ | Incertidumbre | |
|---------------------------|-------|---|--------------------------------------|--|----------------------------------|--|--|---------------|-----|
| Orden | Grupo | | | | | | | | |
| Ejemplo | 5 | Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %) | MDO/MGO (ULSFO)_f_SR_g m | Motor principal de dos tiempos de baja velocidad | NTC-E3 | Mediciones en banco de pruebas | x | y | Z % |
| | | | | | | | | | |

³⁷ Ejemplo: motores de combustión interna/pistón (dos tiempos, SSD/MSD), motores de combustión interna/pistón (cuatro tiempos, MSD), motores de combustión interna/pistón (cuatro tiempos, HSD), turbinas de combustión interna/gas (GT), calderas, combustible mixto, cuatro tiempos, velocidad media, alta presión/ciclo Otto (LPMSDF cuatro tiempos Otto), combustible mixto, cuatro tiempos, velocidad media, alta presión/ciclo Otto (HPMSDF cuatro tiempos diésel), combustible mixto, dos tiempos, baja velocidad, baja presión/ciclo Otto (LPLSDF dos tiempos Otto), combustible mixto (DF), dos tiempos, baja velocidad, alta presión/ciclo diésel (HPLSDF dos tiempos diésel), solo de gas, cuatro tiempos, velocidad media, baja presión/ciclo Otto (LPMSGas cuatro tiempos Otto), solo de gas, cuatro tiempos, alta velocidad, baja presión/ciclo Otto (LPHSGas cuatro tiempos Otto), calderas DF (DFB), reformador de metano, (MRCH4), reformador de metanol (MRCH3OH).

³⁸ Trayectorias del combustible que figuran en el apéndice 1 de las Directrices LCA (resolución MEPC.391(81)).

³⁹ La propuesta de valores por defecto debería incluir una diferenciación por convertidor de energía con una explicación técnica sobre el modo en que se definieron las clases de convertidores de energía, la marca y el modelo del motor en el que se realizaron los ensayos de emisiones, incluido el año del proyecto del motor.

⁴⁰ Debería facilitarse información pormenorizada sobre las mediciones en cada punto de carga.

⁴¹ Por ejemplo, una referencia a la norma ISO 8178 y al Código técnico sobre los NO_x. Debería incluirse la lista de los instrumentos utilizados para medir las emisiones y el lugar donde se realiza el ensayo (laboratorio/a bordo).

⁴² Los datos propuestos deberían expresarse en g_{CH4}/g combustible consumido por el convertidor de energía. Si de los datos presentados se desprende que es necesario diferenciar el C_{fCH4} por convertidor de energía, deberá calcularse un C_{fCH4} expresado en g_{CH4}/g combustible entregado al buque mediante la media ponderada de los distintos C_{fCH4} teniendo en cuenta el combustible consumido en cada convertidor de energía.

⁴³ Los datos propuestos deberían expresarse en g_{N2O}/g de combustible consumido por el convertidor de energía. Si de los datos presentados se desprende que es necesario diferenciar el C_{fN2O} por convertidor de energía, deberá calcularse un C_{fN2O} expresado en g_{N2O}/g combustible entregado al buque mediante la media ponderada de los distintos C_{fN2O} teniendo en cuenta el combustible consumido en cada convertidor de energía.

Información adicional:

PARTE B – FACTORES DE EMISIÓN CORRESPONDIENTES A LA FUGA DE COMBUSTIBLE (C_{slip})

En esta parte deberían figurar los datos que respaldan las propuestas de C_{slip} , tal como se define en las Directrices LCA.

| Término | Unidades | Explicación |
|------------------|--|--|
| C_{slip_ship} | porcentaje de la masa total de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible entregado al buque) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda) $C_{slip_ship} = C_{slip} * (1 - C_{fug}/100)$ |
| C_{slip} | porcentaje de la masa total de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible consumido en el convertidor de energía) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda) |

1 METODOLOGÍA

En esta sección deberían presentarse con claridad la metodología para las mediciones realizadas y la incertidumbre asociada.

En los apéndices puede añadirse información pormenorizada y pertinente adicional, como los procedimientos de medición y el equipo utilizado, las mediciones en banco de pruebas o a bordo, etc.

2 DIFERENCIACIÓN DE LOS CONVERTIDORES DE ENERGÍA

En esta sección deberían presentarse con claridad la diferenciación de los convertidores de energía (gama general de modelos),⁴⁴ que se incluirá en los valores propuestos, así como los argumentos que respaldan que se siga dicha diferenciación.

3 RESULTADOS PRINCIPALES

En esta sección deberían presentarse los resultados.

⁴⁴ Ejemplo: motores de combustión interna/pistón (dos tiempos, SSD/MSD), motores de combustión interna/pistón (cuatro tiempos, MSD), motores de combustión interna/pistón (cuatro tiempos, HSD), turbinas de combustión interna/gas (GT), calderas, combustible mixto, cuatro tiempos, velocidad media, baja presión/ciclo Otto (LPMSDF cuatro tiempos Otto), combustible mixto, cuatro tiempos, velocidad media, alta presión/ciclo Otto (HPMSDF cuatro tiempos diésel), combustible mixto, dos tiempos, baja velocidad, baja presión/ciclo Otto (LPLSDF dos tiempos Otto), combustible mixto (DF), dos tiempos, baja velocidad, alta presión/ciclo Diésel (HPLSDF dos tiempos diésel), solo de gas, cuatro tiempos, velocidad media, baja presión/ciclo Otto (LPMSGas cuatro tiempos Otto), solo de gas, cuatro tiempos, alta velocidad, baja presión/ciclo Otto (LPHSGas cuatro tiempos Otto), calderas DF (DFB), reformador de metano, (MRCH4), reformador de metanol (MRCH3OH).

Cuadro 2: Valores propuestos para C_{slip}

| | Combustible ⁴⁵ | | | Convertidor de energía ⁴⁷ | Ciclo de ensayo | Método de medición ⁴⁸ | C_{slip} ⁴⁶ | | Incertidumbre |
|---------|---------------------------|-------|------------------------------|--|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
| | Orden | Grupo | Tipo de combustible | | | | C_{slip_Escape} ⁴⁹ | $C_{slip_Cárter}$ ⁴⁹ | |
| Ejemplo | 31 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Motor auxiliar de cuatro tiempos de baja presión y velocidad media | NTC - D2 | Mediciones en banco de pruebas | x% | y% | z% |
| | | | | | | | | | |

Información adicional:

PARTE C – FACTORES DE EMISIÓN CORRESPONDIENTES A LAS EMISIONES FUGITIVAS (C_{fug})

En esta parte deberían figurar los datos que respaldan las propuestas de C_{fug} , tal como se define en las Directrices LCA.

| Término | Unidades | Explicación |
|-----------|--|--|
| C_{fug} | porcentaje de la masa total de combustible | Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa de combustible entregado al buque) que se fuga entre los tanques hasta el convertidor de energía que se filtra, ventila o pierde de otro modo en el sistema |

1 METODOLOGÍA

En esta sección deberían presentarse con claridad la metodología para las mediciones realizadas y la incertidumbre asociada.

En los apéndices puede añadirse información pormenorizada y pertinente adicional, como los procedimientos de medición y el equipo utilizado.

2 DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES POR DEFECTO

En esta sección debería presentarse con claridad el camino a seguir propuesto para diferenciar las emisiones fugitivas, por ejemplo, por convertidor de energía, equipo de relicuefacción o tipo de buque.

3 RESULTADOS PRINCIPALES

En esta sección deberían presentarse los resultados.

⁴⁵ Trayectorias del combustible que figuran en el apéndice 1 de las Directrices LCA (resolución MEPC.391(81)).

⁴⁶ $C_{slip} = C_{slip_Escape} + C_{slip_Cárter}$

⁴⁷ La propuesta de valores por defecto debería incluir una diferenciación por convertidor de energía con una explicación técnica sobre el modo en que se definieron las clases de convertidores de energía, la marca y el modelo del motor en el que se realizaron los ensayos de emisiones, incluido el año del proyecto del motor.

⁴⁸ Por ejemplo, una referencia a la norma ISO 8178 y al Código técnico sobre los NO_x de 2008. Debería incluirse la lista de los instrumentos utilizados para medir las emisiones y el lugar donde se realiza el ensayo (laboratorio/a bordo).

⁴⁹ Los datos propuestos deberían expresarse en g_{CH4}/g combustible consumido por el convertidor de energía.

Cuadro 3: Valores propuestos para C_{fug}

| | Combustible ⁵⁰ | | | Clase de emisiones fugitivas ⁵¹ | Método de medición ⁵² | C_{fug} ⁵³ | Incertidumbre |
|---------|---------------------------|-------|------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|---------------|
| | Orden | Grupo | Tipo de combustible | | | | |
| Ejemplo | 31 | GNL | Gas natural licuado (metano) | Buque para el transporte de GNL | Mediciones a bordo | x% | y% |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Información adicional:

Parte D – APÉNDICE

Breve descripción de los procedimientos de recopilación de datos y de los datos recabados utilizados para calcular los valores propuestos, por ejemplo, las emisiones en cada punto de carga del ciclo de ensayo.

Parte E – REFERENCIAS

REFERENCIA (formato APA)

⁵⁰ Trayectorias del combustible que figuran en el apéndice 1 de las Directrices LCA (resolución MEPC.391(81)).

⁵¹ Puede proponerse una diferenciación, por ejemplo, por convertidor de energía, equipo de relicuefacción o tipo de buque.

⁵² Por ejemplo, una referencia a la norma ISO 8178 y al Código técnico sobre los NO_x. Deberían incluirse la lista de los instrumentos utilizados para medir las emisiones y el lugar donde se realiza el ensayo (laboratorio/a bordo).

⁵³ Expresado en porcentaje de la masa del combustible entregado al buque.