



SUSTAINABLE RESOURCES
Verification Scheme GmbH

Orientaciones técnicas para el cálculo de los gases de efecto invernadero

Versión: TG-GHG-es-3.0

Fecha: 20 mayo 2025

Válido a partir de: 21 de mayo 2025

© SUSTAINABLE RESOURCES Verification Scheme GmbH

Este documento está a disposición del público en: www.sure-system.org.

Nuestros documentos están protegidos por derechos de autor y no pueden ser modificados. Tampoco está permitida la reproducción o copia de nuestros documentos o partes de ellos sin nuestro consentimiento.

Traducción: Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM)

Título del documento: Orientaciones técnicas para el cálculo de los gases de efecto invernadero

Versión: TG-GHG-es-3.0

Date: 20 mayo 2025

Válido a partir de: 21 de mayo 2025

Este documento es una versión que ha de utilizarse solamente para lectura y está destinada únicamente a ser una ayuda para comprender mejor los requisitos del sistema SURE-EU. Los documentos traducidos no pueden utilizarse como fundamento para un reclamo legal. La base jurídicamente vinculante para la certificación según el sistema SURE-EU está constituida exclusivamente por las versiones actualizadas de los documentos en inglés, las cuales están publicadas en la página web del sistema SURE en www.sure-system.org.

Contenido

1	Requisitos para el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero	5
2	Principios para el cálculo de los gases de efecto invernadero de efecto invernadero ..	6
2.1	Metodología de cálculo de los gases de efecto invernadero.....	6
2.2	Cálculo utilizando valores por defecto	9
2.3	Cálculo utilizando valores reales	10
2.4	Cálculo utilizando valores por defecto desagregados y valores reales.....	14
3	Requisitos para calcular las emisiones de GEI a partir de valores reales	15
3.1	Requisitos para calcular las emisiones de GEI a partir de valores reales (e_{ec})	15
3.1.1	Emisiones procedentes del combustible utilizado por la maquinaria agrícola ($EM_{combustible}$).....	18
3.1.2	Emisiones procedentes de la producción de fertilizantes ($EM_{fertilizantes}$) y pesticidas ($EM_{pesticidas}$)	18
3.1.3	Emisiones procedentes de la producción de material de siembra	19
3.1.4	Emisiones procedentes de la neutralización de la acidificación de los abonos y de la aplicación de cal	19
3.1.5	Emisiones al suelo (óxido nitroso N_2O) procedentes de cultivos (EM_{N_2O})	21
3.1.6	Emisiones procedentes de la recogida, secado y almacenamiento de materias primas	25
3.2	Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del cambio de uso de la tierra (e_l)	26
3.3	Requisitos para el uso de valores agregados y medidos para la gestión de zonas agrícolas y forestales.....	28
3.4	Requerimientos para el cálculo del ahorro de emisiones como resultado de la mejora de la gestión agrícola (e_{sca})	29
3.4.1	Determinación de los valores CS_R y CS_A	31
3.4.2	Sanciones en caso de incumplimiento del compromiso, así como en caso de incumplimiento.....	33
3.4.3	Explotaciones u operadores económicos que ya han aplicado prácticas mejoradas de gestión agrícola	34
3.5	Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte y la distribución (e_{td}).....	35
3.6	Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la transformación (e_p).....	37
3.7	Requisitos para calcular la reducción de emisiones derivada de la captura y sustitución de CO_2 (e_{ccr})	40

3.8	Requisitos para calcular la reducción de emisiones derivada de la captura y almacenamiento geológico de CO ₂ (e _{ccs})	42
3.9	Asignación de emisiones de gases de efecto invernadero	44
3.9.1	Asignación de gases de efecto invernadero a coproductos	44
3.9.2	Determinación de la intensidad de gases de efecto invernadero del exceso de calor y electricidad útiles.....	46
3.10	Cálculo del ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la última interfaz	46
3.11	Equilibrio de las emisiones de GEI procedentes de la codigestión en las plantas de biogás	50
4	Documentos pertinentes	52
5	Referencias	53
Anexo I: Determinación de la cantidad anual de Nitrógeno en restos de cultivos por encima y por debajo del suelo		56
Anexo II: Valores tabulados para el cálculo de N₂O_{total}-N		58
Anexo III: Información sobre la revisión.....		60

1 Requisitos para el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero

El artículo 29, apartado 10, de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 establece los requisitos relativos a la reducción mínima de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que los productores de electricidad, calor y refrigeración deben demostrar ante sus autoridades nacionales competentes para que se tengan en cuenta a efectos de los objetivos en materia de energía renovable y de reducción de GEI.

En función de

- 1) la fecha de entrada en vigor de las obligaciones nacionales de reducción de GEI y
- 2) la fecha de puesta en funcionamiento de la instalación y
- 3) el tiempo total de funcionamiento,

deben alcanzarse las siguientes reducciones de emisiones de GEI, siempre que no existan otros requisitos definidos en la normativa nacional del país en el que se explota la instalación:

- ✓ para la producción de electricidad, calor y refrigeración a partir de combustibles de biomasa utilizados en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento después del 20 de noviembre de 2023, al menos un 80 %;
- ✓ para la producción de electricidad, calor y refrigeración a partir de combustibles de biomasa utilizados en instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 10 MW que hayan entrado en funcionamiento entre el 1 de enero de 2021 y el 20 de noviembre de 2023, al menos el 70 % hasta el 31 de diciembre de 2029, y al menos el 80 % a partir del 1 de enero de 2030;
- ✓ para la producción de electricidad, calor y refrigeración a partir de combustibles gaseosos de biomasa utilizados en instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o inferior a 10 MW que hayan entrado en funcionamiento entre el 1 de enero de 2021 y el 20 de noviembre de 2023, al menos el 70 % antes de que hayan estado en funcionamiento durante 15 años, y al menos el 80 % después de que hayan estado en funcionamiento durante 15 años;
- ✓ para la producción de electricidad, calor y refrigeración a partir de combustibles de biomasa utilizados en instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 10 MW que hayan entrado en funcionamiento antes del 1 de enero de 2021, al menos el 80 % después de haber estado en funcionamiento durante 15 años, como muy pronto a partir del 1 de enero de 2026 y como muy tarde a partir del 31 de diciembre de 2029;

- ✓ para la producción de electricidad, calor y refrigeración a partir de combustibles gaseosos de biomasa utilizados en instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o inferior a 10 MW que hayan entrado en funcionamiento antes del 1 de enero de 2021, al menos el 80 % después de haber estado en funcionamiento durante 15 años y, como muy pronto, a partir del 1 de enero de 2026.

Las reducciones de emisiones de GEI son las reducciones de emisiones de GEI expresadas en porcentaje del uso de combustibles de biomasa en comparación con los combustibles fósiles para la producción de electricidad o calor¹.

Se considera que una instalación está en funcionamiento si genera electricidad y/o calor por primera vez de acuerdo con su uso previsto, una vez que se ha establecido su disponibilidad técnica para el funcionamiento. La fecha en que la instalación entró en funcionamiento no cambia si se sustituye el generador u otras partes técnicas o estructurales después de la puesta en marcha inicial. Se entiende por instalación cualquier dispositivo que genere electricidad y/o calor, incluidos los que almacenan temporalmente energía y la convierten en electricidad y/o calor. En este caso, es importante validar si la instalación comienza la producción después de la fecha límite correspondiente.

La mitigación de los gases de efecto invernadero forma parte de los requisitos del esquema SURE. La última interfaz que convierte los combustibles de biomasa en electricidad y/o calor debe proporcionar información sobre la fecha en que la instalación entró en funcionamiento.

2 Principios para el cálculo de los gases de efecto invernadero de efecto invernadero

2.1 Metodología de cálculo de los gases de efecto invernadero

El cálculo de las emisiones totales de GEI y el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de combustibles de biomasa debe calcularse según lo especificado en los artículos 31(1) a 31(3) de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996.² Cualquier actualización de estos reglamentos u orientación adicional de la Comisión Europea sobre aspectos técnicos específicos relativos a las reglas de cálculo entrará inmediatamente en vigor en el esquema SURE.

Las emisiones de GEI procedentes de la producción de combustibles de biomasa y de la producción de electricidad y/o calor deben calcularse del siguiente modo³ :

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

donde:

- E = *emisiones totales de la producción del combustible de biomasa antes de la conversión energética*
- e_{ec} = *emisiones procedentes de la extracción de materias primas, en particular del cultivo y la cosecha / recolección (biomasa forestal) de la biomasa utilizada para producir los combustibles de biomasa; no se tiene en cuenta la fijación de CO₂ durante el cultivo.*
- e_l = *emisiones anualizadas procedentes de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio en el uso de la tierra*
- e_p = *emisiones procedentes de la transformación*
- e_{td} = *emisiones del transporte y la distribución*
- e_u = *emisiones del combustible de biomasa en uso*
- e_{sca} = *ahorro de emisiones por acumulación de carbono en el suelo gracias a la mejora de la gestión agrícola*
- e_{ccs} = *ahorro de emisiones por captura y almacenamiento geológico de CO₂*
- e_{ccr} = *ahorro de emisiones por captura y sustitución de CO₂*

Las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles de biomasa se expresan como gCO eq/MJ (gramos de CO₂ equivalente por MJ de combustible de biomasa); las emisiones totales de gases de efecto invernadero para el producto energético final (electricidad o calor) producido a partir de combustibles de biomasa ($EC_{h,el}$) se expresan como gCOeq/MJ (gramos de CO₂ equivalente por MJ de electricidad o calor). Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de materias primas y productos intermedios se expresan en gramos equivalentes de CO₂ por kilogramo de materia seca de materias primas y productos intermedios [gCO₂ eq/kg]. Si se produce calor al mismo tiempo que electricidad, las emisiones se dividen entre calor y electricidad, independientemente de si el calor se utiliza realmente para calefacción o refrigeración.

No se tienen en cuenta las emisiones procedentes de la fabricación de maquinaria y equipos. Las emisiones de CO₂ durante la combustión del combustible (e_u) se fijan en cero para los combustibles de biomasa. Las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ (CH₄ y N₂O) procedentes del combustible en uso deben incluirse en el factor e_u .

Los operadores económicos deben proporcionar al auditor toda la información pertinente sobre el cálculo de las emisiones reales de GEI antes de la auditoría prevista. Todos los datos medidos y registrados in situ que sean relevantes para el cálculo de los valores reales deben

documentarse y presentarse al auditor para su verificación. Esto incluye, si procede, toda la información sobre los factores de emisión y conversión y los valores por defecto aplicados y sus fuentes de referencia, los cálculos de emisiones de GEI y las pruebas relativas a la aplicación de créditos de ahorro de emisiones de GEI.

Los datos de emisiones de GEI deben incluir datos precisos sobre todos los elementos pertinentes de la fórmula de cálculo de emisiones (si procede) con arreglo a la Directiva revisada (UE) 2018/2001.⁴

El auditor debe registrar las emisiones de gases de efecto invernadero (después de la asignación) producidas en el lugar auditado en el informe de auditoría o en los documentos adjuntos para demostrar que el cálculo se ha verificado y comprendido a fondo.

Cuando las emisiones se desvían significativamente ($\geq 10\%$) de los valores típicos o los valores reales calculados de reducción de emisiones son anormalmente elevados (desviación superior al 30 % con respecto a los valores por defecto⁵, las razones de la desviación deben indicarse en el informe de auditoría. Si las incoherencias dan lugar a que no se apruebe la auditoría, se deberá informar a SURE de conformidad con los principios válidos del esquema para el proceso de certificación.

Prevía solicitud, toda la información sobre el cálculo de las emisiones reales de GEI, la reducción de emisiones de GEI y el informe de auditoría para la presentación de informes a la Comisión Europea o a las autoridades nacionales competentes deberá facilitarse a SURE inmediatamente.

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles de biomasa o de la electricidad y/o el calor procedentes de combustibles de biomasa debe determinarse utilizando una de las siguientes alternativas de conformidad con la Directiva revisada (UE) 2018/2001:

- ✓ utilizando los valores por defecto (última interfaz)
- ✓ basado en valores reales calculados de acuerdo con la metodología de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 (véanse los requisitos a continuación)
- ✓ utilizando valores por defecto desagregados
- ✓ utilizando una combinación de valores desagregados y reales

Para cada fase de la cadena de producción y suministro, debe documentarse el uso de valores por defecto (desglosados) y/o todos los detalles utilizados para determinar los valores reales (metodología, mediciones, fuentes de datos para valores no medidos).

Si no se utilizan valores reales, la cantidad de emisiones de GEI no debe transferirse entre las distintas interfaces de la cadena de valor porque no es posible saber si se trata de un valor por

defecto o de un valor real en las fases posteriores. Por lo tanto, es responsabilidad de los operadores de las fases posteriores incluir información sobre los valores por defecto (desglosados) de las emisiones de GEI para el biocarburante/biolíquido/combustible de biomasa final al informar a los Estados miembros.

2.2 Cálculo utilizando valores por defecto

Los operadores económicos podrán utilizar el valor por defecto de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para acreditar el cumplimiento del requisito de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero si

- ✓ se aplica el proceso de producción y la materia prima del anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001
- ✓ las emisiones de GEI resultantes de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio de uso de la tierra (valor e_l) son inferiores o iguales a "0".
- ✓ y -si se utilizan clases de valores por defecto dependientes de la distancia- se han especificado las distancias de transporte correspondientes a lo largo de la cadena de suministro.

Los valores por defecto deben tomarse del Anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001⁶. La Comisión Europea podrá actualizar los valores por defecto. Cualquier actualización entrará inmediatamente en vigor en el sistema SURE-EU.

Si se utiliza un valor por defecto, éste vendrá determinado por la última interfaz. En este caso, basta con que los agentes económicos anteriores indiquen simplemente "utilizar valor por defecto" o una formulación similar al agente económico posterior."

Lo mismo ocurre con los valores por defecto desagregados. Sólo se aplican a determinados elementos de la cadena de suministro (e_{ec} , e_p y e_{td}). Cuando los agentes económicos utilicen los valores por defecto desagregados hasta la última interfaz, deberán indicarlo en sus documentos de expedición, por ejemplo, "Valor por defecto desagregado utilizado para e_{ec} " o "Valor por defecto desagregado utilizado para e_{td} " y para la distancia de transporte respectiva (si procede).

Los datos para el cálculo individual de las emisiones de gases de efecto invernadero sólo deben incluirse en la documentación si se aplican valores reales.

Los valores por defecto enumerados en el anexo VI de la Directiva revisada sólo pueden aplicarse si se emplea la tecnología de proceso utilizada para producir el combustible de biomasa, las materias primas utilizadas coinciden con su descripción y volumen y, en el caso de la biomasa sólida, corresponden las distancias de transporte. Si se especifica una tecnología

concreta, los valores por defecto sólo podrán utilizarse si dicha tecnología se ha aplicado realmente. En caso necesario, deberán especificarse tanto la tecnología de proceso como las materias primas utilizadas. En casos excepcionales y sólo previa confirmación por parte de SURE, podrán utilizarse valores por defecto comparables para combustibles de biomasa para los que no figuren valores por defecto (desglosados) en el anexo VI si puede suponerse razonablemente que las emisiones no difieren de forma significativa, por ejemplo, un valor por defecto para astillas de madera procedentes de residuos de la industria de transformación de la madera para astillas de madera procedentes de residuos de madera (madera postconsumo).

Si se utilizan valores por defecto (desagregados), el auditor deberá documentar la corrección de su aplicación.

2.3 Cálculo utilizando valores reales

Se pueden utilizar valores reales para cada fase de la cadena de custodia, independientemente de que exista o no un valor por defecto.

Los operadores económicos sólo podrán realizar declaraciones de valores reales de GEI después de que su capacidad para aplicar correctamente la metodología de cálculo de GEI de conformidad con la Directiva revisada (UE) 2018/2001 Art. 31 en relación con el anexo VI se verifique en una auditoría, por ejemplo, mediante registros de formación adecuados o una entrevista realizada por el auditor.

Los valores reales de las emisiones sólo pueden determinarse en el momento en que se producen en la cadena de valor (por ejemplo, los valores reales de las emisiones procedentes del cultivo (e_{ec}) sólo pueden determinarse al principio de la cadena de valor). Del mismo modo, los agentes económicos sólo pueden determinar los valores reales del transporte si se tienen en cuenta las emisiones de todas las etapas de transporte pertinentes. Las emisiones reales de la transformación sólo pueden determinarse si las emisiones de todos los pasos de la transformación se registran y se transmiten a lo largo de la cadena de valor. Las emisiones adicionales procedentes del transporte y/o la transformación deben añadirse a e_p o e_{td} respectivamente.

Para las emisiones procedentes de la extracción o el cultivo de materias primas (e_{ec}), los operadores económicos podrán utilizar un valor calculado para una región de nivel NUTS 2 o una región de un nivel NUTS⁷ más desagregado, siempre que

- ✓ la producción de la materia prima tuvo lugar en esa región, y
- ✓ un Estado miembro o un tercer país ha presentado un informe de conformidad con el artículo 31, apartados 2 y 3, y

- ✓ la Comisión Europea, mediante actos ejecutivos, ha decidido que el informe contiene datos precisos a efectos de la medición de las emisiones de GEI en esa región.

Los valores NUTS-2 deben indicarse en la unidad gCO₂eq/kg de materia seca a lo largo de toda la cadena de producción. Estos valores son alternativos a los valores calculados individualmente. Se publican en el sitio web de la Comisión Europea y no son valores por defecto. Por consiguiente, solo pueden considerarse valores de entrada para calcular y ajustar las emisiones individuales de cultivo de las interfaces posteriores. No son adecuados para especificar las emisiones de la fase de cultivo en gCO₂eq/MJ de combustible de biomasa.

Si no existe ningún valor NUTS-2 de este tipo en la región de cultivo, los operadores económicos deben utilizar un valor real o un valor por defecto desglosado existente.

Los valores reales se calcularán de acuerdo con la metodología descrita en la Directiva revisada (UE) 2018/2001.

Los gases de efecto invernadero que deben incluirse en el cálculo de GEI son CO₂, N₂O y CH₄. Para calcular la equivalencia de CO₂, estos gases se ponderan de la siguiente manera de conformidad con el anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001:

Gases de efecto invernadero	equivalencia CO ₂
CO ₂	1
N ₂ O	265
CH ₄	28

Tabla 1: Equivalencia CO₂

Si estos valores u otros factores de emisión o conversión pertinentes cambian en la Directiva revisada (UE) 2018/2001, se aplicarán en el esquema SURE-EU con efecto inmediato tras su publicación en el sitio web EUROPA⁸ de la Comisión Europea.

Todas las emisiones de GEI (si procede) asociadas a la materia prima entrante (emisiones anteriores de e_{ec} , e_l , e_p y e_{td}) deben ajustarse al producto intermedio respectivo utilizando el factor de materia prima.

El factor de materia prima puede calcularse del siguiente modo:

$$\text{factor materia prima}_a = \frac{\text{materia prima}[\text{kg}_{seca}]}{\text{producto intermedio}_a[\text{kg}_{m. seca}]}$$

Además de las emisiones anteriores, también deben tenerse en cuenta las emisiones generadas en las instalaciones del destinatario.

Si los coproductos resultan de una etapa de transformación, las emisiones deben asignarse (véase el apartado 3.9 "Asignación de emisiones de gases de efecto invernadero").

A continuación se ofrece un ejemplo de cómo se aplican el factor de materia prima y el factor de asignación para el producto intermedio a las emisiones procedentes del cultivo (e_{ec}).

$$e_{ec} \text{ producto intermedio}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kg}_{m. \text{ seca}}} \right]_{ec} =$$

$$e_{ec} \text{ mat. prima}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kg}_{m. \text{ seca}}} \right] \times \text{factor mat. prima producto intermedio}_a \times \text{factor de asignación prod. intermedio}_a$$

Las emisiones previas para la fase de transformación procedentes de e_{ec} , e_i , e_p y e_{td} y las emisiones que deben incluirse para la interfaz (si procede) deben convertirse en las unidades $\text{CO}_2 \text{ eq/MJ}$ del combustible de biomasa final utilizando el factor de materia prima para el combustible de biomasa, el factor de asignación para el combustible de biomasa y el valor calorífico inferior (H_i).

El factor de materia prima para el combustible de biomasa en relación con el combustible de biomasa puede calcularse del siguiente modo:

$$\text{factor de mat. prima combustible de biomasa}_a = \frac{\text{materia prima}_a [\text{MJ}]}{\text{combustible de biomasa}_a [\text{MJ}]}$$

Relación a partir de la energía, cuántos MJ de producto bruto (materia prima) se necesitan para 1 MJ de combustible de biomasa.

Si los coproductos resultan de una etapa de transformación, las emisiones deben asignarse (véase el apartado 3.9 "Asignación de emisiones de gases de efecto invernadero").

A continuación se ofrece un ejemplo de cómo se aplican el factor de materia prima para combustible de biomasa y el factor de asignación para combustible de biomasa a las emisiones procedentes del cultivo (e_{ec}).

$$e_{ec} \text{ combustible de biomasa}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{MJ}_{\text{combustible de biomasa}_a}} \right]_{ec} =$$

$$\frac{e_{ec} \text{ mat. prima}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kg}_{m. \text{ seca}}} \right]}{\text{Poder cal. inferior}_a \left[\frac{\text{MJ}_{\text{materia prima}}}{\text{kg}_{\text{materia prima seca}}} \right]} \times \text{factor de mat. prima combus. de biomasa}_a \times \text{factor de asignación combus. biomasa}_a$$

Para realizar este cálculo, deben determinarse los factores de materia prima a partir de los datos de la instalación. Para el cálculo del factor de materia prima combustible de biomasa, debe utilizarse el valor calorífico inferior, que se refiere a la materia seca, mientras que para el cálculo del factor de asignación, debe utilizarse el valor calorífico inferior para todo el

producto. Este enfoque también se utilizó para calcular los valores por defecto. Por lo tanto, el valor calorífico inferior en relación con la materia seca no tiene en cuenta la energía necesaria para hacer que se evapore el agua del material húmedo. No se asignan emisiones a los productos con un contenido energético negativo.⁹

Una vez que la última interfaz ha determinado las emisiones totales de GEI para todos los elementos (si procede) de la fórmula en gCO₂ eq/MJ de combustible de biomasa de conformidad con la Directiva revisada (UE) 2018/2001, anexo VI, parte 5, nº 1, deben incluirse las emisiones adicionales o posteriores para la conversión en electricidad y/o calor. Véase la sección 3.5 "Requisitos para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte y la distribución (e_{td})". Para obtener información sobre el cálculo de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la última interfaz, véase el apartado 3.10 "Cálculo de la reducción de gases de efecto invernadero por la última interfaz".

No es necesario incluir en el cálculo los insumos que tienen poco o ningún efecto en el resultado, por ejemplo, cantidades bajas de productos químicos utilizados en la transformación. Los insumos con efectos escasos o nulos son aquellos cuya cuota calculada es inferior al 0,5% de las emisiones totales de la unidad de producción.

Toda la información sobre las emisiones reales de GEI debe tenerse en cuenta en el cálculo individual de gases de efecto invernadero para todos los elementos de la fórmula con arreglo a la Directiva revisada (UE) 2018/2001¹⁰ y transmitirse a lo largo de la cadena de valor (si procede). Por lo tanto, es necesario notificar por separado las emisiones de gases de efecto invernadero de e_{ec} , e_l , e_{sca} , e_p , e_{td} , e_{ccs} y e_{ccr} cuando proceda. Esto también se aplica a los elementos de la fórmula para los que no existen valores por defecto e_l , e_{sca} , e_{ccr} y e_{ccs} . Si falta información sobre los valores de efecto invernadero de elementos individuales de la fórmula necesarios para el cálculo de los gases de efecto invernadero, deberán utilizarse los valores por defecto (desagregados) correspondientes. Esto debe identificarse claramente y quedar patente en el informe. Si no se registran las emisiones a lo largo del proceso de producción y el resultado es que los operadores posteriores ya no pueden calcular las emisiones reales de forma coherente, esto debe indicarse claramente en los documentos de entrega en la fase en la que se ha producido esta laguna, teniendo en cuenta los documentos de acompañamiento.

Los valores como los factores de emisión, los valores caloríficos, etc. deben tomarse del Anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 para calcular las emisiones reales de gases de efecto invernadero.

2.4 Cálculo utilizando valores por defecto desagregados y valores reales

La Directiva revisada (UE) 2018/2001 también proporciona valores por defecto desagregados de conformidad con las partes A, C y D del anexo VI, que pueden utilizarse en combinación con los valores reales para calcular las emisiones de GEI.

Es importante señalar aquí que no hay valores por defecto para el componente “cambios en el uso del suelo” (el). Si se utilizan valores por defecto desglosados para el cultivo, siempre deben añadirse las emisiones de GEI derivadas de los cambios en el uso del suelo (para obtener información sobre la metodología para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero debidas al cambio en el uso del suelo, véase la sección 3.2).

Los valores por defecto desagregados deben tomarse del anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001. La Comisión puede actualizar la lista de valores por defecto (desagregados). Cualquier cambio introducido por la Comisión Europea en los valores por defecto (desagregados) entrará inmediatamente en vigor en el régimen SURE.

Los valores por defecto (desagregados) del anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 se expresarán en gCO₂eq/MJ de combustible de biomasa. Los valores se basan en los datos de referencia del Joint Research Center (JRC).

Para cada fase de la cadena de producción y suministro, debe documentarse el uso de valores por defecto (desagregados) y/o todos los detalles utilizados para determinar los valores reales (metodología, mediciones, fuentes de datos para los valores no medidos).

Cuando se transmite información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero a la interfaz descendente, solo pueden transferirse los valores reales, ya que, de lo contrario, no es posible determinar si se trata de un valor por defecto o de un valor real para las fases descendentes. Si se va a utilizar un valor por defecto, deberá indicarse con la mención “utilizar valor por defecto” o una formulación similar y deberá especificarse la distancia de transporte (si procede). Es responsabilidad de la última interfaz proporcionar información sobre los valores por defecto (desagregados) del combustible o producto básico de biomasa final.

3 Requisitos para calcular las emisiones de GEI a partir de valores reales

3.1 Requisitos para calcular las emisiones de GEI a partir de valores reales (e_{ec})

Las emisiones de GEI procedentes de la producción de materias primas (e_{ec}) incluyen las emisiones de GEI resultantes del cultivo y la cosecha de las materias primas y las emisiones de GEI resultantes de la producción de los productos químicos y otras sustancias relevantes utilizadas en el cultivo.

Para calcular e_{ec} , se recopilan como mínimo los siguientes datos in situ, es decir, los valores respectivos se toman, por ejemplo, de documentos de la empresa:

- ✓ cantidad de P_2O_5 , K_2O , CaO , abonos minerales y orgánicos N, así como residuos de cultivos en caso de biomasa agrícola [$kg/(ha \cdot año)$] - cantidad total utilizada anualmente (en el año de cultivo)
- ✓ cantidad de productos químicos (por ejemplo, pesticidas) [$kg/(ha \cdot año)$] - cantidad total utilizada anualmente (en el año de cultivo)
- ✓ consumo de combustible [$l/(ha \cdot año)$] - cantidad total de combustible utilizado anualmente para, por ejemplo, tractores, cosechadoras y bombas de agua por hectárea en el año de cultivo - como valor medido o como estimación basada en datos documentados y fiables (distancia, consumo, etc.)
- ✓ consumo de electricidad [$kWh/(ha \cdot a)$] - consumo total de electricidad por hectárea en el año de cultivo
- ✓ cantidad y tipo de materias primas utilizadas [$kg/(ha \cdot año)$] (por ejemplo, semillas)
- ✓ rendimiento de la cosecha [kg rendimiento de la cosecha en seco/ $(ha \cdot año)$] - cantidad del producto principal/coproducto en kg de materia seca por hectárea en el año de cultivo. Si se ha procedido al secado, debe incluirse el contenido de materia seca del producto secado.

El método de recogida de datos medidos y los datos medidos para el cálculo de las emisiones de GEI deben documentarse para que los cálculos sean también transparentes. Las emisiones reales del cultivo sólo pueden determinarse si las emisiones de GEI relevantes para la interfaz se registran y se transmiten de forma coherente a lo largo de la cadena de producción.

Hay que tener en cuenta que los requisitos anteriores para los cálculos y las fórmulas son ejemplos. Si se producen otras emisiones, deben registrarse e incluirse en el cálculo. Los datos deben colocarse en la fórmula en el lugar correcto.

El operador económico responsable calcula las emisiones de GEI para la producción de materia prima (e_{ec}) teniendo en cuenta las emisiones de GEI procedentes del cultivo y la cosecha de la materia prima, así como las emisiones de GEI procedentes de la producción de sustancias químicas o productos utilizados en el cultivo, aplicando valores reales a la siguiente fórmula (EM = emisiones):

$$e_{ec}' = \frac{(EM_{fertilizante} + EM_{pesticidas} + EM_{combustible} + EM_{electricidad} + EM_{N_2O} + EM_{semillas} + EM_{cal}) \frac{kgCO_2eq}{ha \times año}}{\text{rendimiento}_{\text{producto principal}} \left[\frac{kg_{\text{rendimiento}}}{ha \times año} \right]}$$

especificado en unidades de masa en relación con el rendimiento de la cosecha seca o el producto principal seco ($kgCO_2eq/kg$ m. seca). El rendimiento de la cosecha se refiere al contenido de materia seca.

Para especificar las emisiones de materia seca en kg debe utilizarse la fórmula que figura a continuación:

$$e_{ec\text{producto}_a} \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{m. seca}} \right] = \frac{e_{ec\text{producto}_a} \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{segun se recibe}} \right]}{(1 - \text{contenido humedad})}$$

El contenido de humedad se basa en los detalles de la entrega. Si falta o no se conoce, se basa en el valor máximo permitido en el contrato de suministro.

$$EM_{fertilizante} \left[\frac{kgCO_2eq}{ha \times año} \right] = \text{fertilizante} \left[\frac{kg}{ha \times año} \right] \times \left(Ef_{\text{producción fertilizante}} \left[\frac{kgCO_2eq}{kg_{fertilizante}} \right] + Ef_{\text{campo}} \left[\frac{kgCO_2eq}{kg_{fertilizante}} \right] \right)$$

$$EM_{PSM} \left[\frac{kgCO_2eq}{ha \times año} \right] = PSM \left[\frac{kg}{ha \times año} \right] \times Ef_{\text{producción PSM}} \left[\frac{kgCO_2eq}{kg} \right]$$

$$EM_{combustible} \left[\frac{kgCO_2eq}{ha \times año} \right] = \text{combustible} \left[\frac{l}{ha \times año} \right] \times Ef_{\text{combustible}} \left[\frac{kgCO_2eq}{l} \right]$$

$$EM_{electricidad} \left[\frac{kgCO_2eq}{ha \times año} \right] = \text{electricidad} \left[\frac{kWh}{ha \times año} \right] \times Ef_{\text{mix eléctrico}} \left[\frac{kgCO_2eq}{kWh} \right]$$

$$EM_{semillas} \left[\frac{kgCO_2eq}{ha \times año} \right] = \text{semillas} \left[\frac{kg}{ha \times año} \right] \times Ef_{\text{producción de semillas}} \left[\frac{kgCO_2eq}{kg} \right]$$

$$EM_{cal} \left[\frac{\text{kgCO}_2 \text{eq}}{\text{ha x año}} \right] = \text{cal} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha x año}} \right] \times \left(Ef_{producción\ cal} \left[\frac{\text{kgCO}_2 \text{eq}}{\text{kg}_{cal}} \right] + Ef_{cal} \left[\frac{\text{kgCO}_2 \text{eq}}{\text{kg}_{cal}} \right] \right)$$

Componentes de la fórmula en detalle (EM = emisiones; Ef = factor de emisión):

$Ef_{producción\ abono}$ = factor de emisión producción de abono [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg abono}$].

Ef_{campo} = factor de emisión de óxido nitroso (N_2O) [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg abono N}$].

$Ef_{producción\ de\ pesticidas}$ = factor de emisión producción de plaguicidas [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg pesticidas}$].

$Ef_{combustible}$ = factor de emisión combustible en maquinaria agrícola o forestal [$\text{kgCO}_2 \text{eq/l de combustible}$].

$Ef_{mix\ electricio\ UE}$ = factor de emisión mix eléctrico UE [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kWh}$]

$Ef_{semillas}$ = factor de emisión producción de material de siembra [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg}_{semilla}$].

$Ef_{producción\ cal}$ = factor de emisión producción de cal viva [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg}_{semilla}$].

Ef_{cal} = emisiones de encalado procedentes del uso real de cal [$\text{kgCO}_2 \text{eq/kg}_{cal}$].

Para calcular e_{ec} deben utilizarse los valores (factores de emisión, valores caloríficos, etc.) que figuran en el cuadro del anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Si un factor de emisión no figura en el anexo IX, puede utilizarse una fuente bibliográfica científica o una base de datos reconocida científicamente (por ejemplo, la base de datos ecoinvent). No obstante, si en el anexo IX figura un valor estándar, *deberá* aplicarse.

Los datos deben colocarse en la fórmula en el lugar correcto. Debe citarse la fuente (en particular, el autor, el título, la revista, el volumen, el año) para los valores tomados de fuentes bibliográficas científicas o de bases de datos reconocidas científicamente. Los valores tomados de fuentes bibliográficas o bases de datos deben basarse en trabajos científicos y revisados por pares, con la condición de que los datos utilizados se encuentren dentro de la gama de datos comúnmente aceptados cuando estén disponibles.

Las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida de los residuos agrícolas y forestales, los restos de la cosecha y los restos de la producción, incluida la madera procedente del clareo, el material de las copas, la madera no comercializable, los denominados restos forestales, la paja y los residuos y restos de las fases de transformación de la cadena de valor, se consideran "cero" hasta el momento en que se recogen estos materiales. Los materiales

pueden clasificarse como residuos, restos o coproductos utilizando los principios del sistema SURE para la producción de combustibles de biomasa a partir de residuos y restos.

Con la entrada en vigor del Reglamento de Ejecución (UE) nº 2022/996 se aclaró cómo se calculan los elementos de la fórmula antes mencionados, lo que se describe con más detalle a continuación.

3.1.1 Emisiones procedentes del combustible utilizado por la maquinaria agrícola ($EM_{\text{combustible}}$)

Las emisiones de GEI procedentes de los cultivos (preparación del campo, siembra, aplicación de fertilizantes y pesticidas, cosechado, recogida) incluyen todas las emisiones procedentes del uso de combustibles (como gasóleo, gasolina, fuelóleo pesado, biocombustibles u otros combustibles) en la maquinaria agrícola. Los operadores económicos deben documentar debidamente la cantidad de combustible utilizado en la maquinaria agrícola.

Al determinar las emisiones del combustible utilizado por la maquinaria agrícola ($EM_{\text{combustible}}$), deben utilizarse los factores de emisión adecuados de conformidad con el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Si se utilizan biocarburantes en lugar de combustibles convencionales, deben utilizarse los valores de emisión por defecto establecidos en la Directiva revisada (UE) 2018/2001.

3.1.2 Emisiones procedentes de la producción de fertilizantes ($EM_{\text{fertilizantes}}$) y pesticidas ($EM_{\text{pesticidas}}$)

Las emisiones procedentes del uso de fertilizantes químicos y pesticidas¹¹ para el cultivo de materias primas deben incluir todas las emisiones relacionadas procedentes de la fabricación de fertilizantes químicos y pesticidas. Los operadores económicos deben documentar debidamente la cantidad de fertilizantes químicos y pesticidas, en función del cultivo, las condiciones locales y las prácticas agrícolas.

Para contabilizar las emisiones procedentes de la producción de abonos y plaguicidas químicos deben utilizarse factores de emisión adecuados, incluidas las emisiones anteriores, de conformidad con el anexo IX del Reglamento de aplicación (UE) 2022/996.

Si el operador económico conoce la fábrica que produce el abono y está incluida en el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (RCCDE), puede utilizar las emisiones de producción declaradas en el RCCDE, añadiendo las emisiones previas de gas natural, etc. Las emisiones procedentes del transporte de los abonos o pesticidas deben incluirse en el cálculo utilizando los factores de emisión enumerados en el anexo IX del Reglamento de Ejecución

(UE) 2022/996. Si el agente económico no conoce la fábrica que suministra el abono, debe utilizar los valores estándar previstos en el anexo IX.

3.1.3 Emisiones procedentes de la producción de material de siembra

El cálculo de las emisiones de cultivo procedentes de la producción de material de siembra para cultivos se basa en datos reales sobre el material de siembra utilizado. Los factores de emisión para la producción y el suministro de material de siembra pueden utilizarse para contabilizar las emisiones asociadas a la producción de semillas según lo establecido en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. En el caso de otras semillas para las que el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 no enumera valores adecuados, deben utilizarse valores bibliográficos de la jerarquía siguiente:

- 4) versión 5 del informe JEC-WTW
- 5) Base de datos ECONINVENT
- 6) fuentes "oficiales", como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la Agencia Internacional de la Energía (AIE) o los gobiernos
- 7) otras fuentes de datos revisadas, como la base de datos E3, la base de datos GEMIS
- 8) publicaciones revisadas por pares
- 9) estimaciones propias debidamente documentadas

3.1.4 Emisiones procedentes de la neutralización de la acidificación de los abonos y de la aplicación de cal

Las emisiones procedentes de la neutralización de la acidificación de los abonos y de la aplicación de cal representan las emisiones de CO₂ procedentes de la neutralización de la acidez de los abonos nitrogenados o de las reacciones de la cal en el suelo.

1) Emisiones procedentes de la neutralización de la acidificación de los abonos

Las emisiones resultantes de la acidificación provocada por el uso de abonos nitrogenados en el campo se contabilizan en el cálculo de las emisiones, en función de la cantidad de abonos nitrogenados utilizados. En el caso de los abonos nitrogenados, las emisiones derivadas de la neutralización de los abonos nitrogenados en el suelo son de 0,783 kg CO₂ /kg N; en el caso de los abonos de urea, las emisiones derivadas de la neutralización son de 0,806 kg CO₂ /kg N.

2) Emisiones al suelo por la aplicación de cal

Los operadores económicos deben documentar debidamente la cantidad de abono de cal utilizada. Las emisiones derivadas del uso de abono de cal deben calcularse de la siguiente manera:

- a) En suelos ácidos, donde el pH es inferior a 6,4, la cal es disuelta por los ácidos del suelo para formar predominantemente CO_2 en lugar de bicarbonato, liberando casi todo el CO_2 en la cal. El factor de emisión que debe utilizarse para calcular las emisiones es de $0,44 \text{ kg CO}_2 / \text{kg CaCO}_3$ equivalente.
- b) Si el pH del suelo es superior o igual a 6,4, deberá tenerse en cuenta en el cálculo un factor de emisión de $0,98/12,44 = 0,079 \text{ kg CO}_2 / (\text{kg CaCO}_3 - \text{eq})$ cal aplicada, además de las emisiones debidas a la neutralización de la acidificación provocada por el abono.
- c) Las emisiones de encalado calculadas según las reglas de los apartados a) y b) anteriores pueden ser superiores a las emisiones de neutralización del abono si la acidificación del abono ha sido neutralizada por la cal aplicada. En tal caso, las emisiones de neutralización del abono pueden restarse de las emisiones de encalado calculadas para evitar que sus emisiones se contabilicen dos veces.

Las emisiones debidas a la acidificación de los abonos pueden superar las emisiones debidas a la aplicación de la cal. En tal caso, la sustracción resultaría en emisiones netas de encalado aparentemente negativas porque no toda la acidez del abono es neutralizada por la cal, sino también en parte por los carbonatos naturales. En este caso, las emisiones netas de encalado procedentes del uso de la cal se contabilizan como cero. No obstante, las emisiones de acidificación de los abonos que se produzcan de todos modos deberán mantenerse de acuerdo con el punto 1).

Si no se dispone de datos sobre el uso real de la cal, debe asumirse el uso de cal recomendado por la Asociación de Cal Agrícola. La cantidad recomendada por la Asociación de Cal Agrícola se basa en el tipo de cultivo, el pH del suelo medido, el tipo de suelo y el tipo de material de encalado. Las emisiones resultantes del uso de esta cantidad de cal deben determinarse de acuerdo con las reglas definidas en los apartados a) y b) anteriores. Sin embargo, la sustracción según c) no es admisible en este caso, ya que la Cantidad Recomendada de Cal Agrícola no tiene en cuenta la cal utilizada para neutralizar el abono aplicado en el mismo año, por lo que no es posible el doble cómputo de las emisiones procedentes de la neutralización de los abonos.

3.1.5 Emisiones al suelo (óxido nitroso N₂O) procedentes de cultivos (EM_{N₂O})

Las emisiones de N₂O procedentes de suelos gestionados se calculan siguiendo la metodología del IPCC, incluidas las emisiones "directas" e "indirectas" de N₂O allí descritas.¹² Para calcular las emisiones de N₂O resultantes de los cultivos deben utilizarse factores de emisión desagregados específicos de los cultivos para diferentes condiciones ambientales (correspondientes al nivel 2 de la metodología del IPCC). Deben tenerse en cuenta factores de emisión específicos para diferentes condiciones ambientales, condiciones del suelo y diferentes cultivos. Los agentes económicos podrían utilizar modelos validados para calcular esos factores de emisión, siempre que los modelos tengan en cuenta estos aspectos. Otra forma de incluir estas emisiones es la Calculadora Mundial de Óxido Nitroso (GNOC por sus siglas en inglés) desarrollada por el Joint Research Center¹³. Esta herramienta se basa en las fórmulas que figuran a continuación y en el anexo del presente documento, por lo que deben seguirse las convenciones de nomenclatura de las directrices del IPCC (2006) cuando se utilice.

Las emisiones anuales totales de N₂O-N producidas por los suelos gestionados (N₂O_{total}-N) deben calcularse como la suma de las emisiones indirectas y directas de N₂O-N.

$$N_2O_{total}-N = N_2O_{directas}-N + N_2O_{indirectas}-N$$

N₂O_{directas} = *emisiones anuales directas de N₂O-N producidas por suelos gestionados [kg N₂O-N/ha-a].*

N₂O_{indirectas} = *emisiones anuales indirectas de N₂O-N (es decir, la cantidad anual de N₂O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados y la cantidad anual de N₂O-N producida por lixiviación y escorrentía de adiciones de N a suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escorrentía) [kg N₂O-N/ha-a].*

Las emisiones directas de N₂O son emisiones de N₂O que surgen debido al cultivo del campo y se emiten directamente desde el suelo cultivado. El cálculo de estas emisiones debe realizarse en función del tipo de suelo (suelo mineral u orgánico).

Los suelos se consideran orgánicos si cumplen los requisitos 1 y 2, o 1 y 3 siguientes:

- ✓ Espesor de 10 cm o más. Un horizonte de menos de 20 cm de espesor debe tener un 12% o más de carbono orgánico cuando se mezcla a una profundidad de 20 cm;
- ✓ Si el suelo nunca está saturado de agua durante más de unos días y contiene más de un 20% (en peso) de carbono orgánico (aproximadamente un 35% de materia orgánica);
- ✓ Si el suelo está sujeto a episodios de saturación de agua y tiene:

- al menos un 12% (en peso) de carbono orgánico (aproximadamente un 20% de materia orgánica) si no tiene arcilla; o bien
- al menos un 18% (en peso) de carbono orgánico (aproximadamente un 30% de materia orgánica) si tiene un 60% o más de arcilla; o bien
- una cantidad intermedia y proporcional de carbono orgánico para cantidades intermedias de arcilla.

Las emisiones directas de N₂O se dividen en dos grupos de suelos, en los que la determinación de las emisiones de nitrógeno se calcula de forma diferente. En las secciones a y b se describen los métodos de cálculo específicos de las emisiones directas de N₂O para cada tipo de suelo.

Cálculo de las emisiones directas de N₂O (N₂O_{Directas})

a) Cálculo de las emisiones directas de N₂O de los suelos minerales

$$N_{2O_{Directas-N}} = [(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_{1ij}] + [F_{CR} \times EF_1]$$

donde:

F_{SN}	=	<i>aportación anual de abono nitrogenado sintético [kg N/ha-a].</i>
F_{ON}	=	<i>N anual de estiércol animal aplicado como abono [kg N/ha-a].</i>
F_{CR}	=	<i>cantidad anual de N en los restos de cultivos (por encima y por debajo del suelo) calculada según el método descrito en el anexo [kg N/ha-a].</i>
EF_{1ij}	=	<i>Factores de emisión específicos de cada cultivo y emplazamiento para las emisiones de N₂O procedentes de la aplicación de fertilizantes sintéticos y N orgánico a suelos minerales [kg N₂O-N/kg N_{input}].</i>
$EF =_1$	=	<i>0,01 [kg N₂ O-N/kg N_{input}].</i>

El factor de emisión específico de cada cultivo y emplazamiento para las emisiones de N₂O procedentes de la aplicación de fertilizantes sintéticos y N orgánico a suelos minerales (EF_{1ij}) se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$EF_{1ij} = \frac{E_{fert,ij} - E_{unfert,ij}}{N_{appl,ij}}$$

donde:

- $E_{fert,ij}$ = Emisiones de N_2O (en $kg\ N_2O-N/ha-a$) basadas en el modelo S&B (descrito a continuación), donde el aporte de fertilizante es la tasa real de aplicación de nitrógeno (fertilizante mineral y purines) para el cultivo i en el emplazamiento j .
- $E_{unfert,ij}$ = Emisiones de N_2O del cultivo i en el sitio j (en $kg\ N_2O-N/ha-a$) basadas en el modelo S&B (descrito a continuación). La tasa de aplicación de N se fija en cero, los demás parámetros se mantienen iguales.
- $N_{appl,ij}$ = aporte de N procedente de abonos minerales y estiércol (en $kg\ N/ha-a$) al cultivo i en el emplazamiento j

Las emisiones de N_2O de los suelos de uso agrícola, en diferentes campos agrícolas bajo diferentes condiciones ambientales y clases de uso del suelo agrícola pueden determinarse siguiendo el modelo estadístico de Stehfest y Bouwman (2006) (denominado "modelo S&B"):

$$E = \exp(c + \sum ev)$$

donde:

- E = Emisiones de N_2O en $kg\ N_2O-N/h-a$ (para cada $E_{fert,ij}$ y $E_{unfert,ij}$)
- c = Valor constante (véase el anexo II)
- ev = Valor del efecto para los distintos factores de emisión. Los valores ev figuran en la tabla 2 del anexo II

Aplicando el modelo S&B y teniendo en cuenta todos los valores de los efectos, se obtiene la siguiente fórmula para calcular $E_{fert,ij}$ y $E_{unfert,ij}$ respectivamente:

$$E_{fert,ij} = \exp(c + 0.0038 \times (F_{SN} + F_{ON}) + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl})$$

$$E_{unfert,ij} = \exp(c + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl})$$

Los valores ev figuran en la tabla 2 del anexo II.

b) Cálculo de las emisiones directas de N_2O en suelos orgánicos

$$N_2O_{Directas-N} = [(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_1] + [F_{CR} \times EF_1] + [F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}] + [F_{CROS,CG,Trop} \times E_{2CG,Trop}]$$

donde:

- F_{SN} = aportación anual de abono nitrogenado sintético; [$kg\ N/ha-a$].

F_{ON}	=	<i>N anual de estiércol animal aplicado como abono [kg N/ha-a].</i>
F_{CR}	=	<i>cantidad anual de N en los restos de cultivos (por encima y por debajo del suelo) calculada según el método descrito en el anexo II [kg N/ha-a].</i>
$F_{OS,CG,Temp}$	=	<i>superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados en tierras de cultivo de clima templado [ha/a].</i>
$F_{OS,CG,Trop}$	=	<i>superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados en tierras de cultivo en clima tropical [ha/a].</i>
EF_1	=	<i>0,01 [kg N₂O-N/kg N_{input}]</i>
$EF_{2\ CG,Temp}$	=	<i>8 [kg N/ha-a] para suelos templados de cultivos orgánicos y praderas</i>
$EF_{2\ CG,Trop}$	=	<i>16 [kg N/ha-a] para suelos tropicales de cultivos orgánicos y praderas</i>

Cálculo de las emisiones indirectas de N₂O (N₂O_{indirectas}-N)

Las emisiones indirectas de N₂O son emisiones de N₂O resultantes de la volatilización o lixiviación de sustancias que contienen nitrógeno procedentes de campos cultivados. A diferencia de las emisiones directas, el cálculo de las emisiones indirectas de N₂O es independiente del tipo de suelo gestionado, por lo que la fórmula es aplicable a cualquier tipo de suelo.

$$N_2O_{indirectas}-N = \left[\left((F_{SN} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM}) \right) \times EF_4 \right] + \left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times Frac_{Leach-(H)} \times EF_5 \right]$$

donde:

F_{SN}	=	<i>aportación anual de abono nitrogenado sintético; [kg N/ha-a].</i>
$Frac_{GASF}$	=	<i>0,10 [(kg N NH₃-N + NO_x-N)/kg N_{aplicado}]. Volatilización de abonos sintéticos</i>
F_{ON}	=	<i>N anual de estiércol animal aplicado como abono [kg N/ha-a].</i>
$Frac_{GASM}$	=	<i>0,20 [(kg N NH₃-N + NO_x-N)/kg N_{aplicado}]. Volatilización de todos los abonos nitrogenados orgánicos aplicados</i>
EF_4	=	<i>0,01 [kg N₂O-N/(kg N NH₃-N + NO_x-N_{volatilizado})]</i>

F_{CR}	=	cantidad anual de N en restos de cultivos (por encima y por debajo del suelo) [kg N/ha-a].
$Frac_{Lixiv-(H)}$	=	0,30 [kg N/(kg N _{adiciones})]. Pérdidas de N por lixiviación/escorrentía para regiones en las que se produce lixiviación/escorrentía
EF_5	=	0,0075 [kg N ₂ O-N/(kg N _{lixiviación/escorrentía})]

3.1.6 Emisiones procedentes de la recogida, secado y almacenamiento de materias primas

Las emisiones procedentes de la recogida, secado y almacenamiento de materias primas incluyen todas las emisiones relacionadas con el uso de combustible en la recogida, secado y almacenamiento de materias primas.

1) Emisiones de la recogida

Las emisiones procedentes de la recogida de materias primas incluyen todas las emisiones resultantes de la recogida de materias primas y su transporte hasta el almacenamiento. Las emisiones se calculan utilizando factores de emisión apropiados para el tipo de combustible utilizado (gasóleo, gasolina, fuelóleo pesado, biocombustibles u otros combustibles).

2) Emisiones del secado de biomasa

Las emisiones del cultivo incluyen las emisiones del secado antes del almacenamiento, así como las del almacenamiento y la manipulación de la materia prima de biomasa. Los datos sobre el uso de energía para el secado antes del almacenamiento incluyen datos reales sobre el proceso de secado utilizado para cumplir los requisitos de almacenamiento, en función del tipo de biomasa, el tamaño de las partículas, el contenido de humedad, las condiciones meteorológicas, etc. Deben utilizarse factores de emisión adecuados de conformidad con el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) nº 2022/996, incluidas las emisiones previas, para contabilizar las emisiones derivadas del uso de combustibles para producir calor o electricidad utilizados para el secado. Las emisiones del secado incluyen únicamente las emisiones del proceso de secado necesario para garantizar un almacenamiento adecuado de las materias primas. Las emisiones no incluyen el secado de materiales durante la transformación.

3) Contabilización de las emisiones derivadas del consumo de electricidad en la agricultura

Al contabilizar el consumo de electricidad no producida en la planta de biomasa, se supone que la intensidad de las emisiones de GEI de la electricidad producida y distribuida es igual a la intensidad media de las emisiones de la electricidad producida y distribuida en una región definida, que puede ser una región NUTS2 (*si está disponible y reconocida por la Comisión*

Europea) o un nivel nacional. Si se utilizan coeficientes nacionales de emisión eléctrica para la intensidad de GEI de la electricidad producida y distribuida, deberán utilizarse los valores del anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) nº 2022/996. Como excepción a esta norma, los productores podrán utilizar un valor medio de una central de producción de electricidad individual para la electricidad producida por esa central si no está conectada a la red eléctrica y se dispone de información suficiente para derivar un factor de emisión.

3.2 Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del cambio de uso de la tierra (e)

En el caso de los cambios de uso de la tierra (zonas reconvertidas), que hayan tenido lugar desde el 1 de enero de 2008 y en los que esté permitida la producción de biomasa en virtud del artículo 29 de la Directiva revisada (UE) 2018/2001, las emisiones acumuladas de GEI resultantes de los cambios de uso de la tierra deben calcularse y añadirse a las demás emisiones.¹⁴ Las emisiones de GEI deben calcularse para cualquier cambio de uso de la tierra.

El término "cambios en el uso de la tierra" se refiere a los cambios entre las seis categorías de tierras reconocidas por el IPCC (tierras forestales, pastizales, tierras de cultivo, humedales, asentamientos y otras tierras). Las tierras de cultivo y los cultivos perennes se consideran un único uso de la tierra. Los cultivos perennes se definen como cultivos plurianuales cuyo tallo no suele cosecharse anualmente, como el monte bajo de rotación corta y la palma aceitera.

Por consiguiente, el anexo I de la Directiva (UE) 2015/1513 establece que las "tierras de cultivo" y las "tierras de cultivo perenne" deben considerarse un único uso del suelo. Para todas las tierras que, con arreglo a la definición establecida en el artículo 1 de la Directiva 1307/2014 (UE), eran pastizales en enero de 2008 o se han convertido en pastizales entretanto, es necesario determinar si los pastizales seguirían siéndolo o dejarían de serlo en ausencia de intervención humana. Puede tratarse de pastizales naturales o no naturales de alta biodiversidad, que no pueden utilizarse para la producción de biocombustibles de biomasa (véase *"Scheme principles for the production of biomass fuels from agricultural biomass"* ("Principios del esquema para la producción de biomasa agrícola")).

Esto significa, por ejemplo, que un cambio de tierras forestales o praderas a tierras de cultivo es un cambio de uso de la tierra, mientras que un cambio de un cultivo (por ejemplo, maíz) a otro (por ejemplo, colza) no es un cambio de uso de la tierra. Las tierras de cultivo incluyen las tierras en barbecho (es decir, las tierras puestas en reposo durante uno o varios años antes de ser cultivadas de nuevo). Un cambio en las actividades de gestión, en las prácticas de labranza o en las prácticas de aportación de estiércol no se considera un cambio en el uso de la tierra.¹⁵ Las emisiones de GEI derivadas de los cambios en las reservas de carbono

resultantes del cambio de uso de la tierra (e_l) deben calcularse de conformidad con la Directiva revisada (UE) 2018/2001 y la Decisión 2010/335/UE de la Comisión, de 10 de junio de 2010.¹⁶

La Decisión de la Comisión proporciona detalles sobre el cálculo de las emisiones derivadas de los cambios en las reservas de carbono resultantes del cambio en el uso de la tierra, que pueden consultarse en línea.¹⁷

Las emisiones anualizadas de GEI procedentes de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio en el uso de la tierra (e_l) se calculan dividiendo las emisiones totales en partes iguales a lo largo de 20 años.

Estas emisiones se calculan del siguiente modo:

$$e_l = (CS_R - CS_A) \times 3,666 \times \frac{1}{20} \times \frac{1}{P} - e_B^{18(*)}$$

(*) El cociente obtenido dividiendo el peso molecular del CO₂ (44,010 g/mol) por el peso molecular del carbono (12,011 g/mol) es igual a 3,664.

e_l = *emisiones anualizadas de gases de efecto invernadero procedentes de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio de uso de la tierra (medidas como equivalentes en masa de CO₂ por unidad energética de combustible de biomasa); las tierras de cultivo y las tierras de cultivo perennes se consideran un único uso de la tierra.*

CS_R = *la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo de referencia [medida como masa (toneladas) de carbono por unidad de superficie, incluidos tanto el suelo como la vegetación]. El uso de la tierra de referencia será el uso de la tierra en enero de 2008 o 20 años antes de que se obtuviera la materia prima, si este último fuera posterior*

CS_A = *la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso real de la tierra [medida como masa (toneladas) de carbono por unidad de superficie, incluidos tanto el suelo como la vegetación]; en los casos en que la reserva de carbono se acumule a lo largo de más de un año, el valor atribuido a la CSA será la reserva estimada por unidad de superficie después de 20 años o cuando el cultivo alcance la madurez, lo que ocurra antes*

P = *la productividad del cultivo (medida como biocombustible o energía biolíquida por unidad de superficie y año)*

e_B = *bonificación de 29 gCO₂ eq/MJ de combustible de biomasa si la biomasa se produce en tierras degradadas restauradas en las condiciones establecidas en el anexo VI, parte B, número 8*

"Tierras gravemente degradadas": tierras que, durante un período de tiempo significativo, han estado significativamente salinizadas o presentaban un contenido de materia orgánica significativamente bajo y han sido gravemente erosionadas; véanse también los principios del esquema SURE para la producción biomasa agrícola, sección 4.4.7 "Tierras abandonadas o gravemente degradadas".

Si e_l no es cero, las emisiones anualizadas de gases de efecto invernadero procedentes de los cambios en las reservas de carbono debidos al uso de la tierra deben transferirse al siguiente agente económico como el valor de e_l en $\text{gCO}_2 \text{ eq/kg}$ de biomasa de materia seca. Por lo tanto, el productor de biomasa debe utilizar las mismas fórmulas anteriores, en las que la productividad de la planta (P) se expresa en kg de biomasa de materia seca por hectárea y año para el cálculo.

En el caso de las tierras reconvertidas en las que se permite el cultivo o la silvicultura¹⁹, las emisiones acumuladas de GEI resultantes de los cambios en el uso de la tierra deben calcularse y añadirse a los demás valores de emisión. Por lo tanto, debe determinarse la categoría de uso de la tierra en la que se encuentra la tierra cultivada a 1 de enero de 2008.

Si se aportan pruebas de que la tierra de cultivo estaba categorizada como "tierra de cultivo" el 1 de enero de 2008, o la forestal como "monte" en la fecha límite del 1 de enero de 2008, y no se ha producido ningún cambio en el uso de la tierra después de la fecha límite del 1 de enero de 2008, e_l es igual a "0".

3.3 Requisitos para el uso de valores agregados y medidos para la gestión de zonas agrícolas y forestales

Valores medidos o agregados (e_{ec} y e_l) para la gestión de zonas agrícolas y forestales. A la hora de utilizar valores agregados hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Los valores agregados de GEI pueden calcularse para las explotaciones que operan como grupo en una región específica y con la condición de que se haga a un nivel más detallado que el nivel NUTS 2 o similar.
- ✓ Los valores agregados para el cultivo deben calcularse según la metodología para e_{ec} descrita en la sección 3.1 "Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la producción de materias primas (e_{ec})".
- ✓ Los datos de entrada deben basarse principalmente en datos estadísticos oficiales de las autoridades gubernamentales, si están disponibles y son de buena calidad. En caso contrario, pueden utilizarse datos estadísticos publicados por organismos independientes. Como tercera opción, los datos también pueden tomarse de fuentes literarias o bases de datos basadas en trabajos científicos y revisados por

expertos, con la condición de que los datos utilizados se encuentren dentro de la gama de datos comúnmente aceptados cuando estén disponibles.

- ✓ El material informativo debe basarse en los datos más recientes disponibles de las fuentes mencionadas. Normalmente, los datos deben actualizarse con el tiempo, a menos que no varíen significativamente con el tiempo.
- ✓ En cuanto al uso de fertilizantes, se debe utilizar el tipo y la cantidad de abono típicos de los cultivos de la región respectiva.
- ✓ Si para los cálculos se utiliza una medición del rendimiento (y no un valor agregado), también habrá que utilizar una medición para la aportación de abono. Lo mismo ocurre a la inversa.
- ✓ Los agentes económicos deben especificar los métodos y las fuentes utilizados para determinar los datos de entrada (por ejemplo, valores medios basados en rendimientos representativos, aportes de fertilizantes, emisiones de N_2O y cambios en las reservas de carbono).

3.4 Requerimientos para el cálculo del ahorro de emisiones como resultado de la mejora de la gestión agrícola (e_{sca})

Las prácticas de gestión aceptadas con el fin de lograr la reducción de las emisiones mediante la acumulación de carbono en el suelo se denominan “prácticas agrícolas mejoradas” en el contexto de la RED III. Entre ellas se incluyen (ejemplos):

- ✓ cambio a la labranza reducida o cero
- ✓ mejora de las rotaciones de cultivos y/o de los cultivos de cobertura, incluida la gestión de los restos de los cultivos
- ✓ mejora de la gestión de los abonos y el estiércol
- ✓ uso de enmiendas orgánicas del suelo (por ejemplo, compost, estiércol/digestato de fermentación de purines)
- ✓ uso de biochar (biocarbon)

Del mismo modo, el uso de estiércol/purín como sustrato para la producción de biogás y biometano se considera una mejora de la gestión del estiércol/purín agrícola, que contribuye a la reducción de emisiones al evitar las emisiones difusas en el campo y, por tanto, puede contabilizarse con un crédito de 45,05 g CO_2 eq/MJ de estiércol y 54 kg CO_2 eq/t de materia fresca de acuerdo con el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996, anexo IX.

Los agricultores o grupos de agricultores que deseen que se les acredite la reducción de emisiones derivada de las prácticas mejoradas de gestión agrícola deben registrarse en el portal de registro SURE para el ámbito "7003 Acumulación de carbono en el suelo", especificando las prácticas e_{sca} que les gustaría utilizar, y presentar un compromiso como parte de la autodeclaración, que constituye un compromiso de utilizar estas prácticas mejoradas de gestión agrícola durante un período de al menos 10 años.

Las reducciones de emisiones derivadas de la mejora de las prácticas de gestión agrícola solo pueden tenerse en cuenta si no entrañan un riesgo de afectar negativamente a la biodiversidad. Además, debe aportarse pruebas sólidas y verificables de que se ha secuestrado más carbono en el suelo, o si puede suponerse razonablemente que así ha sido durante el período en que se han cultivado las materias primas en cuestión. Al mismo tiempo, es necesario tener en cuenta las emisiones resultantes del aumento del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios asociados a estas prácticas. A tal fin, deben aportarse pruebas adecuadas (por ejemplo, mediante el registro de campo del agricultor) sobre el uso histórico de fertilizantes o herbicidas que se considerará como media de los tres años anteriores a la aplicación de las nuevas prácticas agrícolas. La contribución de los cultivos fijadores de nitrógeno utilizados para reducir la necesidad de fertilizantes adicionales puede tenerse en cuenta en los cálculos.

La reducción de emisiones derivada de la acumulación de reservas de carbono en el suelo gracias a la mejora de las prácticas de gestión agrícola (e_{sca}) se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$e_{sca} = (CS_A - CS_R) \times 3,664 \times 10^6 \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{P} - e_f$$

CS_R = masa de reservas de carbono del suelo por unidad de superficie asociada a la práctica de gestión del cultivo de referencia en [t/ha].

CS_A = masa de reservas de carbono del suelo estimada por unidad de superficie asociada a las prácticas reales de gestión del cultivo tras al menos 10 años de aplicación en [t/ha].

3.664 = el cociente obtenido dividiendo el peso molecular del CO_2 (44,010 g/mol) por el peso molecular del carbono (12,011 g/mol) en g $CO_2eq/g C$

P = la productividad del cultivo (medida como energía combustible de biomasa por unidad de superficie y año)

n = período (en años) del cultivo considerado

e_f = por el aumento del uso de fertilizantes o herbicidas

Si un operador económico sólo utiliza las prácticas de gestión mejoradas en una parte de la explotación, la reducción de emisiones de GEI sólo puede solicitarse para la superficie cubierta

por las mismas. Si un operador económico utiliza diferentes prácticas de gestión mejoradas en una misma explotación, la solicitud de reducción de emisiones de GEI debe calcularse y solicitarse individualmente para cada práctica e_{sca} .

La práctica de gestión mejorada debe aplicarse durante un período continuo mínimo de 3 años antes de que puedan acreditarse las emisiones ahorradas por la práctica de gestión agrícola mejorada. El ahorro de emisiones determinado al final del tercer año puede acumularse y acreditarse a la primera partida después de que se permita la acreditación.

El valor total máximo posible de la solicitud anual de reducción de emisiones está limitado a 45 g CO₂ eq/MJ de combustible de biomasa. Este valor máximo se aplica si el biochar (biocarbón) se utiliza como enmienda orgánica del suelo solo o en combinación con otras prácticas e_{sca} elegibles. Si no se utiliza biochar (biocarbón), el límite máximo anual mencionado anteriormente es de 25 g CO₂ eq/MJ de combustible de biomasa.

3.4.1 Determinación de los valores CS_R y CS_A

CS_R y CS_A pueden determinarse para una zona si toda ella tiene un clima y un tipo de suelo similares, así como un historial de gestión similar en cuanto a labranza y aportación de carbono al suelo. Esto significa que los valores pueden determinarse tanto para una explotación específica como entre explotaciones. Pueden agruparse los campos que tengan las mismas características edafoclimáticas, un historial de gestión similar en cuanto a laboreo y aporte de carbono al suelo y que vayan a someterse a la misma práctica de gestión mejorada, incluidos los campos que pertenezcan a distintos agricultores.

El cálculo de los valores CS_R y CS_A de una zona debe basarse en mediciones de las reservas de carbono del suelo realizadas por un laboratorio certificado. La Comisión Europea facilita una lista de laboratorios con la certificación pertinente, que SURE pondrá a disposición en www.sure-system.org tras su publicación por la Comisión Europea.

Se aplican las siguientes normas para el muestreo, la medición de las reservas de carbono del suelo y la determinación de la densidad de almacenamiento del suelo:

- ✓ Aplicación del método de muestreo representativo:
 - debe realizarse un muestreo de cada parcela o campo
 - Deberá tomarse al menos una muestra elemental de 15 submuestras bien distribuidas por cada 5 hectáreas o por parcela, la que sea menor. Debe tenerse en cuenta la heterogeneidad del contenido de carbono de la parcela.
 - Los campos de menos de 5 hectáreas con las mismas condiciones climáticas, tipo de suelo, práctica agrícola de referencia y práctica de gestión agrícola mejorada pueden agruparse.

- El muestreo debe realizarse en primavera, antes del cultivo del suelo y la fertilización, o en otoño, como mínimo 2 meses después de la cosecha.
 - Las mediciones directas de los cambios en las reservas de carbono del suelo deben realizarse en los primeros 30 cm de suelo.
 - El muestreo para determinar el contenido real de carbono del suelo debe realizarse en los mismos puntos utilizados para medir la línea de base del contenido de carbono del suelo en condiciones idénticas (especialmente la humedad del suelo).
 - Todos los datos pertinentes para el muestreo deben documentarse en el protocolo de muestreo.
- ✓ Medición del contenido de carbono del suelo:
- En primer lugar, las submuestras deben secarse, tamizarse y, si es necesario, homogeneizarse (por ejemplo, moliéndolas).
 - Si se utiliza el método de combustión, sólo debe incluirse el carbono orgánico y no el inorgánico.
- ✓ Determinación de la densidad aparente seca:
- Deben tenerse en cuenta los cambios en la densidad aparente a lo largo del tiempo.
 - Si es posible, la densidad aparente debe medirse mediante el método de golpeteo, es decir, introduciendo mecánicamente un cilindro en el suelo. Si no es posible, debe utilizarse un método fiable.
 - Las muestras deben secarse en horno antes de pesarlas.

Las muestras obtenidas de acuerdo con estas normas deben conservarse durante al menos 5 años después de la medición. Lo mismo se aplica a la documentación de las mediciones.

El CS_R debe medirse en la explotación antes de que cambien las prácticas de gestión con el fin de establecer una línea de base. Una vez establecida la línea de base de CS_R , el aumento del carbono del suelo puede determinarse utilizando el modelo de carbono de Rothamsted (RothC)²⁰ o un modelo de un sistema de certificación voluntaria reconocido por la Comisión Europea o determinarse mediante mediciones representativas. Si se utiliza el modelo de otro sistema de certificación voluntario reconocido por la Comisión Europea, deberá documentarse en el informe de auditoría y comunicarse por separado a SURE. Sin embargo, es imperativo que el valor CS_A se mida a intervalos regulares no más tarde de 5 años y no antes de tres años después de la implementación de la práctica de gestión agrícola mejorada. A partir de la primera medición del valor CS_A , éste constituye la base última para determinar los valores reales del aumento de las reservas de carbono del suelo. Sin embargo, la modelización

posterior para estimar el incremento anual de las reservas de carbono del suelo sólo está permitida si los modelos utilizados han sido calibrados, basándose en el valor real de CS_A medido. Para modelizar el aumento del carbono del suelo utilizando el modelo RothC, deben documentarse los siguientes datos:

- ✓ Precipitaciones mensuales en milímetros
- ✓ Evaporación mensual en milímetros
- ✓ Temperatura media mensual del aire en °C
- ✓ Contenido de arcilla del suelo en %.
- ✓ Una estimación de la descomponibilidad del cultivo (corresponde a la relación entre el material vegetal descomponible y el material vegetal resistente a la descomposición). El enfoque de la estimación debe ser plausible, basarse en datos bibliográficos y ser siempre conservador.
- ✓ Cubierta del suelo ("sí" o "no")
- ✓ Entrada mensual de residuos vegetales en $(tC\ ha)^{-1}$
- ✓ Aporte mensual de estiércol de granja en $(tC\ ha)^{-1}$
- ✓ Profundidad de la capa de suelo muestreada

Los datos utilizados para la modelización deben conservarse durante toda la duración del compromiso.

La aplicación de la metodología anterior (medición y modelización) para determinar el valor e_{sca} y el cálculo de los valores individuales de emisiones de GEI y toda la documentación deben ser debidamente verificados por el auditor durante la auditoría y documentados en los informes de auditoría.

3.4.2 Sanciones en caso de incumplimiento del compromiso, así como en caso de incumplimiento.

Si un agricultor o un operador económico incumple el compromiso firmado por él, el valor e_{sca} del año en curso para el agricultor o el operador económico de SURE se añade como emisiones a las emisiones globales de GEI del cultivo energético entregado. El agricultor u operador económico no puede incluir un valor e_{sca} en los cálculos de GEI durante 5 años. Esto se aplica independientemente de si el incumplimiento tuvo lugar en el régimen SURE o en otro régimen de certificación voluntaria reconocido por la Comisión Europea.

Si se ha firmado un compromiso en nombre de un operador económico por cuenta de varios agricultores y uno de ellos se retira antes de tiempo, las sanciones antes mencionadas sólo se aplicarán a la explotación que no cumpla la práctica de mejora de la gestión agrícola y no a todos los compromisos del operador económico.

Si durante una auditoría o de otro modo se determina que la explotación o el operador económico que notifica la reducción de emisiones gracias a la mejora de las prácticas de gestión agrícola no cumple las condiciones para notificar dicha reducción de emisiones y ello da lugar a la retirada del certificado, deberá informarse inmediatamente de los hechos a SURE.

Todos los agricultores a los que se prohíba seguir acreditando ahorros de e_{sca} , ya sea por retirada del certificado o por incumplimiento del compromiso, figurarán en la lista del sitio web de SURE y se informará a todos los esquemas de certificación reconocidos por la Comisión Europea.

3.4.3 Explotaciones u operadores económicos que ya han aplicado prácticas mejoradas de gestión agrícola

Las explotaciones o los agentes económicos que ya apliquen prácticas subvencionables e_{sca} y que hayan presentado las respectivas solicitudes e_{sca} antes de la entrada en vigor del presente Reglamento de aplicación podrán aplicar un límite de 45 g CO₂ eq/MJ de combustible de biomasa en un período de transición hasta la primera medición del valor CS_A (a más tardar 5 años después de la aplicación de la práctica de gestión agrícola mejorada). En tal caso, una vez determinado el valor CS_A por primera vez, la diferencia quinquenal medida de las reservas de carbono del suelo se convertirá en un tope para las solicitudes anuales que se presenten en el siguiente período de 5 años.

En caso de que la práctica de gestión agrícola mejorada se haya aplicado durante un período superior a 5 años antes de la entrada en vigor del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 y se haya notificado un ahorro de emisiones, deberá medirse inmediatamente la reserva de carbono del suelo.

Si la primera medición del aumento de las reservas de carbono en el 5º año muestra un aumento total anual de las reservas de carbono superior, en comparación con las solicitudes anuales presentadas, la diferencia anual puede reclamarse en los años siguientes para compensar los menores aumentos de las reservas de carbono. Si el aumento anual de las reservas de carbono en el suelo y, por tanto, la reducción anual de emisiones muestra un aumento total anual de las reservas de carbono en el suelo inferior en comparación con las solicitudes anuales presentadas, la diferencia anual deberá deducirse en consecuencia en los años siguientes. Dado que el valor medido del aumento de las reservas de carbono en el suelo

corresponde al aumento en un plazo de cinco años, es posible simplificar distribuyendo el valor obtenido equitativamente a lo largo de los años.

Si los operadores económicos han implementado prácticas de gestión agrícola (e_{sca}) de forma coherente en el pasado, pero no se han realizado declaraciones e_{sca} previas, se pueden realizar declaraciones anuales retroactivas e_{sca} , pero no durante más de 3 años antes de la certificación. La aplicación de la práctica de gestión agrícola mejorada debe demostrarse al auditor durante la auditoría (p. ej. prueba a través del registro de campo). En tal caso, la estimación de la línea de base de CS_R puede basarse en una medición comparativa de un campo vecino u otro con condiciones climáticas y edáficas similares, así como con un historial de gestión del campo similar. Si no se dispone de datos de dicho campo, el CS_R debe basarse en la modelización y la primera medición del CS_A debe realizarse inmediatamente, en el momento del compromiso. En ese caso, se aplicará la frecuencia de medición quinquenal descrita anteriormente.

La reducción de emisiones de e_{sca} sólo es aplicable si la medida para mejorar la gestión agrícola se aplicó después de enero de 2008.

La Comisión Europea se reserva el derecho de adaptar el enfoque metodológico para determinar e_{sca} descrito en el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 e incluido en los documentos SURE. Esto puede hacerse tanto en el contexto de la Directiva (UE) 2018/2001 como en la futura legislación (por ejemplo, la Iniciativa de Gestión del Carbono de la UE). Cualquier cambio entrará en vigor inmediatamente en el esquema SURE.

3.5 Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte y la distribución (e_{td})

Las emisiones procedentes del transporte y la distribución/suministro incluyen las emisiones procedentes del transporte de la biomasa y del almacenamiento y distribución de los combustibles de biomasa (e_{td}). Los agentes económicos a lo largo de la cadena de producción y suministro de combustibles de biomasa que reciben biomasa calculan las emisiones de GEI del transporte mediante la siguiente fórmula (e_{td}):

$$e_{td} \left[\frac{\text{gCO}_2\text{eq}}{\text{kg materia seca}} \right] = \frac{(d_{cargado} \times K_{cargado} + d_{vacío} \times K_{vacío}) \times Ef_{combustible}}{m_{producto}}$$

especificado en unidades de masa en relación con el contenido de materia seca de la biomasa transportada ($\text{gCO}_2 \text{ eq/kg materia seca}$). Esta fórmula se aplica análogamente a todas las opciones de transporte de biomasa y a la energía consumida para ellas.

$d_{cargado}$ = distancia de transporte a través de la cual se *transportó* la biomasa o el combustible de biomasa en [km]

$d_{vacío}$ = *distancia de transporte cuando el vehículo de transporte estaba vacío (si el vehículo de transporte no está vacío a la vuelta, no es necesario incluirla) en [km]*

medio de transporte utilizado (por ejemplo, camión diesel de 40 t)

$m_{producto}$ = *masa medida de la biomasa o combustible de biomasa transportado en [kg materia seca]*

E_{fuel} = *factor de emisión combustible en [gCO₂eq/l]*

$K_{cargado}$ = *consumo de combustible del medio de transporte utilizado por km con carga [l/km]*

$K_{vacío}$ = *consumo de combustible del vehículo de transporte utilizado por km en vacío en [l/km]*

Hay que tener en cuenta que esta fórmula sólo se aplica a una única etapa de transporte. Si hay más etapas de transporte, las emisiones correspondientes deben calcularse individualmente. Las emisiones reales del transporte sólo pueden determinarse si la información de las etapas de transporte se registra y se transmite de forma coherente a lo largo de la cadena de producción. Si no es así, el valor real no puede aceptarse. Las emisiones de GEI ya incluidas para la producción y el cultivo no tienen que incluirse de nuevo en el cálculo. Otras emisiones procedentes del transporte y la distribución tienen que añadirse a e_{td} .

Alternativamente, se puede utilizar la siguiente fórmula para calcular e_{td} :

$$e_{td} \left[\frac{\text{gCO}_2\text{eq}}{\text{kg}_{m. \text{seca}}} \right] = \frac{m_{\text{carga en vehículo de transporte}} \times d_{\text{transportado}} \times E_{\text{tipo de transporte}}}{m_{\text{carga seca en vehículo de transporte}}}$$

$m_{\text{carga vehículo de transp.}}$ = *masa medida de biomasa o combustible de biomasa transportado en [t]*

$m_{\text{carga seca vehículo de transp.}}$ = *masa medida de biomasa o combustible de biomasa transportado en [t]*

$d_{\text{transportado}}$ = *distancia de transporte a través de la cual se transportó la biomasa o el combustible de biomasa en [km]*

$E_{\text{tipo de transporte}}$ = *Factor de emisión del tipo de transporte específico en $\left[\frac{\text{gCO}_2\text{eq}}{\text{t} \times \text{km}} \right]$*

Si se utilizan cargas con diferentes tipos de transporte, deberán determinarse las emisiones específicas del transporte para cada tipo de transporte.

Para calcular e_{td} , deben utilizarse los valores (factores de emisión, consumo de combustible, etc.) que figuran en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Dado que los índices de eficiencia del transporte que figuran en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 se basan en datos publicados por el JRC que ya tienen en cuenta el viaje de vuelta (vacío), no es necesario realizar un cálculo separado del viaje de vuelta cuando se utiliza la fórmula alternativa.

Si un factor de emisión no figura en el anexo IX, se puede utilizar una fuente bibliográfica científica o una base de datos científicamente reconocida (por ejemplo, la base de datos ecoinvent). Sin embargo, si en el anexo IX se incluye un valor estándar, *deberá* aplicarse este último.

Al calcular las emisiones del transporte, las emisiones reales de GEI deben dividirse por la materia seca de la biomasa transportada. Las plantas de tratamiento calculan las respectivas emisiones del transporte ascendente en gCO_2eq/t del contenido de materia seca de la biomasa transportada. Las emisiones del transporte ascendente, vinculadas al producto bruto (materia prima), deben ajustarse aplicando el factor de materia prima y el factor de asignación al producto correspondiente (producto intermedio o final) (véase la sección 2.3 "Cálculo utilizando valores reales"). La última interfaz se encarga de calcular las emisiones del transporte y la distribución para los combustibles de biomasa.

Si el biometano se transporta a través de la red europea de gas, el operador económico que inyecta y transporta biometano a la red europea de gas debe tener en cuenta pérdidas de gas de *0,01 gCH₄/MJ*.

También deben tenerse en cuenta las emisiones de GEI asociadas al almacenamiento de combustibles de biomasa.

3.6 Requisitos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la transformación (e_p)

Toda instalación de transformación debe garantizar que todas las emisiones de GEI procedentes de la transformación (e_p) se incluyen en el cálculo de las emisiones de GEI. Esto incluye las emisiones procedentes de la propia transformación, de residuos y fugas y de la producción de sustancias químicas o productos utilizados en la transformación, las emisiones de CO_2 correspondientes al contenido de carbono de los insumos fósiles, hayan sido o no quemados realmente en el proceso. Se utiliza la siguiente fórmula, que sólo se aplica a una única fase de transformación:

$$e_p \left[\frac{gCO_2eq}{kg \text{ m. seca}} \right] = \frac{EM_{\text{electricidad}} + EM_{\text{calor}} + EM_{\text{inputs producción}} + EM_{\text{aguas residuales}}}{\text{rendimiento}_{\text{producto principal seco}}}$$

especificado en unidades de masa en relación con el contenido de materia seca del producto principal (gCO₂ eq/kg seco).

Componentes de la fórmula en detalle (EM = emisiones²¹ ; Ef = factor de emisión):

$$EM_{\text{electricidad}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} \right] = \text{consumo electrico} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right] \times Ef_{\text{electricidad}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kWh}} \right]$$

$$EM_{\text{calor}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} \right] = \text{consumo de combustible} \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right] \times Ef_{\text{combustible}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kg}} \right]$$

$$EM_{\text{inputs producción}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} \right] = \text{inputs producción} \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right] \times Ef_{\text{inputs producción}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kg}} \right]$$

$$EM_{\text{aguas residuales}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} \right] = \text{aguas residuales} \left[\frac{\text{l}}{\text{año}} \right] \times Ef_{\text{aguas residuales}} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{l}} \right]$$

$$\text{Rendimiento}_{\text{producto principal seco}} \left[\frac{\text{kgm. seca}}{\text{año}} \right] = \text{rendimiento del producto principal en kgm. seca por año}$$

El rendimiento anual del producto principal está relacionado con el contenido de materia seca.

$Ef_{\text{combustible}}$ [gCO₂ eq/kg] = *factor de emisión combustible*

$Ef_{\text{aguas residuales}}$ [gCO₂ eq/l] = *factor de emisión aguas residuales*

$Ef_{\text{electricidad}}$ [gCO₂ eq /kWh] = *factor de emisión mix eléctrico nacional*

$Ef_{\text{inputs producción}}$ [gCO₂ eq/kg] = *factor de emisión productos químicos o insumos adicionales utilizados en la transformación*

Para especificar las emisiones de materia seca en kg debe utilizarse la fórmula que figura a continuación:

$$e_{\text{producto}_a} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kgm. seca}} \right] = \frac{e_{\text{producto}_a} \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{ eq}}{\text{kgm. húmeda}} \right]}{(1 - \text{contenido humedad})}$$

Para calcular las emisiones de GEI derivadas de la transformación (e_p), deben recopilarse in situ, como mínimo, los siguientes datos, es decir, los valores respectivos se extraen, por ejemplo, de documentos de la empresa:

- ✓ consumo de electricidad [kWh/año] - consumo total anual de electricidad

- ✓ producción de calor - tipo de combustible utilizado para producir vapor (por ejemplo, gasóleo de calefacción, gas, restos de cosecha)
- ✓ consumo de combustible [kg/año] - consumo anual total de combustible para la producción de calor, por ejemplo, gasóleo de calefacción [kg], gas [kg], bagazo [kg]
- ✓ producción de insumos [kg/a] - cantidad de productos químicos o adicionales (insumos) utilizados en la transformación
- ✓ cantidad de aguas residuales [l/a] - cantidad de aguas residuales por año
- ✓ rendimiento producto principal [kg/a] - cosecha anual del producto principal

Los datos de entrada para calcular las emisiones de procesamiento en la cadena de producción deben medirse o basarse en las especificaciones técnicas de la instalación de procesamiento. Si se conoce el rango de emisiones de un grupo de instalaciones de transformación (al que pertenece la instalación respectiva), se utilizará el valor de emisión más conservador (el más alto) de este grupo. Los valores de emisión reales de la transformación sólo pueden determinarse si toda la información sobre emisiones relevante para la interfaz se registra y se transmite de forma coherente a lo largo de la cadena de producción. Las demás emisiones procedentes de la transformación deben añadirse a e_p .

Para calcular e_p deben utilizarse los valores (factores de emisión, valores caloríficos, etc.) que figuran en el cuadro del anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Si un factor de emisión no figura en el anexo IX, puede utilizarse una fuente bibliográfica científica o una base de datos reconocida científicamente (por ejemplo, la base de datos ecoinvent). No obstante, si en el anexo IX figura un valor estándar, *deberá* aplicarse.

Debe citarse la fuente para los valores tomados de fuentes bibliográficas científicas o bases de datos reconocidas científicamente. Si existen diferentes valores de los productores, debe utilizarse el valor más conservador. También es importante incluir las emisiones derivadas de los productos químicos y la energía que también están indirectamente relacionadas con la producción de combustibles de biomasa.

A efectos de contabilizar el consumo de electricidad no producida en la planta de combustible de biomasa, se considerará que la intensidad de las emisiones de GEI de la producción y distribución de dicha electricidad es igual a la intensidad media de las emisiones de la producción y distribución de electricidad en el país en el que se lleva a cabo el procesamiento. Se utilizarán las intensidades de emisión nacionales para la electricidad de la red que figuran en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Si la intensidad de emisión de la electricidad de la red no figura en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996, la intensidad de emisión media nacional de la generación de electricidad del país podría ser la opción adecuada.²²

Si una planta de biomasa funciona únicamente con energía generada in situ y no hay conexión a la red pública de electricidad o calor (solución 100% autónoma), puede utilizarse el correspondiente valor individual de GEI para el factor de emisión de electricidad o calor.

En la práctica, las soluciones autónomas son más la excepción que la regla. Una conexión a la red suele ser indispensable para garantizar la capacidad de producción de la planta de generación de energía renovable o calor y para suministrar cantidades excesivas y no reguladas de electricidad/calor que podrían poner en peligro la infraestructura. En el caso de que la planta de energía renovable esté conectada a la red eléctrica o de calor y la planta de biomasa o biocombustible funcione única o parcialmente con la energía renovable generada in situ, esto puede tenerse en cuenta en la contabilidad. Para ello se requiere una infraestructura de medición adecuada que pueda documentar claramente la dirección del flujo de energía y la cantidad de electricidad. Si se trata de una cantidad de energía renovable producida, por ejemplo, por un aerogenerador o una instalación fotovoltaica, el factor de emisión para la electricidad o el calor puede fijarse en 0.

Puede utilizarse un valor medio para la electricidad producida por una central eléctrica individual si dicha central no está conectada a la red eléctrica. Las emisiones procedentes de la transformación incluyen las emisiones procedentes del secado de productos y materiales intermedios, en su caso. Las garantías de origen para la electricidad procedente de fuentes de energía renovables u otros certificados no son aplicables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

3.7 Requisitos para calcular la reducción de emisiones derivada de la captura y sustitución de CO₂ (e_{ccr})

Las reducciones de emisiones derivadas de la captura y sustitución de CO₂ (e_{ccr}) estarán directamente relacionadas con la producción del combustible de biomasa al que se atribuyen y se limitarán a las emisiones evitadas mediante la captura de CO₂ cuyo carbono provenga de la biomasa y que se utilice para sustituir el CO₂ de origen fósil en la producción de productos y servicios comerciales.

Tenga en cuenta que la opción de acreditar el ahorro de emisiones mediante e_{ccr} solo es posible si el CO₂ biogénico se utiliza para sustituir el CO₂ de origen fósil en la producción de productos y servicios comerciales antes del 1 de enero de 2036. Esto significa que, a partir del 1 de enero de 2036, ya no será posible acreditar e_{ccr} .

El cumplimiento del requisito de que el carbono de origen fósil sea sustituido por carbono procedente de la biomasa en la producción de productos y servicios comerciales se da por satisfecho si es una práctica comercial habitual utilizar únicamente carbono de origen fósil en estos productos y servicios comerciales.

En este caso, no es necesario que la empresa certificadora aporte pruebas del uso real (final) del CO₂ biogénico para sustituir al CO₂ derivado de combustibles fósiles caso por caso. Sin embargo, deben mantenerse pruebas objetivas verificables sobre las cantidades de CO₂ producidas a partir de carbono biogénico en periodos de tiempo definidos, por lo que sólo pueden acreditarse aquellas cantidades que realmente se vendan en el mercado como CO₂ directamente utilizable comercialmente o que se utilicen directamente y sean de origen biogénico.

Para calcular el ahorro de emisiones (e_{ccr}) deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ cantidad producida de combustible de biomasa
- ✓ cantidad producida de CO₂ biogénico

En relación con el tratamiento del CO₂ (compresión y licuefacción a dióxido de carbono), también hay que determinar lo siguiente:

- ✓ cantidad de energía consumida (electricidad, calor, etc.)
- ✓ cantidad consumida de materiales auxiliares
- ✓ se incluyen aquí otras variables de entrada específicas del proceso y relacionadas con la energía

así como los respectivos valores de emisiones de gases de efecto invernadero de estas cantidades consumidas

El ahorro de emisiones e_{ccr} [g CO₂ eq/MJ de combustible de biomasa] se calcula del siguiente modo:

$$e_{ccr} = \frac{\text{cantidad CO}_2\text{ producido [t]} - \text{energía consumida [MWh]} \times EF \left[\frac{\text{t CO}_2\text{eq}}{\text{MWh}} \right] - \text{materiales auxiliares consumidos [t]} \times EF \left[\frac{\text{t CO}_2\text{eq}}{\text{t}} \right]}{\text{cantidad producida de combustibles de biomasa [t]} \times \text{Poder Calorífico Inferior del combustible de biomasa} \left[\frac{\text{GJ}}{\text{t}} \right]} \times 1000$$

El periodo de balance del ahorro de emisiones (e_{ccr}) debe vincularse al periodo de balance de gases de efecto invernadero de la respectiva vía de producción del producto principal (combustible de biomasa). Si el CO₂ no se captura de forma continua, puede tener sentido asignar diferentes cantidades de ahorro al combustible de biomasa procedente de los mismos procesos.

Sin embargo, nunca debería asignarse a un lote determinado de combustible de biomasa por MJ un ahorro de CO₂ superior al ahorro derivado de las cantidades medias de CO₂ en un proceso hipotético que capte el total de CO₂ del proceso.

Por ejemplo, no estaría justificado asignar diferentes cantidades de ahorro a distintos combustibles de biomasa en relación con el mismo proceso. Todos los combustibles de biomasa procedentes del mismo proceso reciben el mismo trato a este respecto.

Todas las emisiones y la información relacionada con la captura y el ahorro de CO₂ deben incluirse en el cálculo y la documentación de los gases de efecto invernadero, y deben ser verificables por el auditor. Entre ellos se incluyen:

- a) la finalidad para la que se utiliza el CO₂ capturado
- b) el origen del CO₂ que se sustituye
- c) el origen del CO₂ que se capta
- d) información sobre las emisiones debidas a la captura y transformación de CO₂

A efectos de lo dispuesto en la letra b), los operadores económicos que utilicen CO₂ capturado podrán indicar cómo se generó anteriormente el CO₂ que se sustituye y declarar, por escrito, que se evitan emisiones equivalentes a esa cantidad como consecuencia de la sustitución. Esa prueba se considera suficiente para verificar el cumplimiento de los requisitos de la Directiva (UE) 2018/2001 y la evitación de emisiones.

Si se captura CO₂ con el fin de producir un combustible de transporte líquido y gaseoso renovable de origen no biológico, la cantidad de CO₂ capturada no podrá acreditarse bajo e_{ccr} . Tampoco podrá acreditarse si el CO₂ sustituye de forma verificable al CO₂ de origen fósil en la producción de combustibles líquidos y gaseosos renovable de origen no biológico.

3.8 Requisitos para calcular la reducción de emisiones derivada de la captura y almacenamiento geológico de CO₂ (e_{ccs})

La reducción de emisiones derivada de la captura y almacenamiento geológico de carbono (e_{ccs}), no incluida ya en e_p se limita a las emisiones evitadas mediante la captura *efectiva* y el almacenamiento *seguro* de las emisiones de CO₂ directamente relacionadas con la extracción, el transporte, la transformación y la distribución de combustible de biomasa, así como la conversión en electricidad y/o calor.

Para calcular el ahorro de emisiones (e_{ccs}) deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ cantidad producida de combustible de biomasa
- ✓ cantidad producida de CO₂ biogénico

En relación con el tratamiento del CO₂ (compresión y licuefacción a dióxido de carbono), también se determinará lo siguiente:

- ✓ cantidad de energía consumida (electricidad, calor, etc.)
- ✓ cantidad consumida de materiales auxiliares
- ✓ se incluyen aquí otras variables de entrada específicas del proceso y relacionadas con la energía

así como los respectivos valores de emisiones de gases de efecto invernadero de estas cantidades consumidas

El ahorro de emisiones e_{ccs} [gCO₂ eq/MJ de combustible de biomasa] se calcula del siguiente modo:

$$e_{ccs} = \frac{\text{Cantidad CO}_2 \text{ producido [t]} - \text{energía consumida [MWh]} \times EF \left[t \frac{\text{CO}_2 \text{eq}}{\text{MWh}} \right] - \text{materiales auxiliares consumidos [t]} \times EF \left[t \frac{\text{CO}_2 \text{eq}}{t} \right]}{\text{cantidad producida de combustible de biomasa [t]} \times \text{Poder Calorífico Inferior del combustible de biomasa} \left[\frac{\text{GJ}}{t} \right]} \times 1000$$

La reducción de emisiones derivada de la captura y almacenamiento geológico de carbono (e_{ccs}) sólo puede tenerse en cuenta si existen pruebas válidas y la auditoría confirma las cantidades de CO₂ que han sido efectivamente capturadas y almacenadas de forma segura de conformidad con los requisitos de la Directiva (UE) 2009/31. Cuando el CO₂ se almacene geológicamente, los organismos de certificación aprobados por SURE deberán verificar las pruebas aportadas sobre la integridad del lugar de almacenamiento y el volumen de CO₂ almacenado. Esta verificación debe formar parte del informe de auditoría que se carga en la base de datos SURE. Cuando un tercero lleve a cabo el transporte o el almacenamiento geológico de CO₂, la prueba del almacenamiento podrá aportarse a través de los contratos pertinentes con dicho tercero y de sus facturas.

La reducción de emisiones derivada de la captura y el almacenamiento geológico de carbono (e_{ccs}) no incluida ya en e_p se limita a las emisiones evitadas mediante la captura y el almacenamiento de CO₂ emitido directamente asociado a la producción, el transporte, la transformación y la distribución de combustible de biomasa y su conversión en electricidad y/o calor, siempre que el almacenamiento cumpla la Directiva (UE) 2009/31 relativa al almacenamiento geológico de dióxido de carbono.

El periodo de balance de la reducción de emisiones (e_{ccs}) debe estar vinculado al periodo de balance de gases de efecto invernadero de la respectiva vía de producción del producto principal (combustible de biomasa). Si el CO₂ no se captura de forma continua, véase el apartado 3.7. "Requisitos para calcular la reducción de emisiones derivada de la captura y sustitución de CO₂ (e_{ccr})".

3.9 Asignación de emisiones de gases de efecto invernadero

Si durante la producción de combustibles de biomasa se generan coproductos o un exceso de energía útil, su intensidad de gases de efecto invernadero puede deducirse de la intensidad de gases de efecto invernadero del combustible de biomasa:

- ✓ En el caso de los coproductos distintos de la electricidad y el calor, se asignan en función de su contenido energético (menor poder calorífico).
- ✓ En caso de exceso de electricidad o exceso de calor, mediante la determinación de la intensidad de gases de efecto invernadero, la cantidad de calor o electricidad suministrada al proceso de producción del combustible de biomasa. Este valor calculado puede deducirse de la intensidad de gases de efecto invernadero del combustible de biomasa.

3.9.1 Asignación de gases de efecto invernadero a coproductos

La asignación tiene lugar en cada paso del proceso por el que pasa el producto principal en el que se produce un coproducto (excepto electricidad o calor). Todas las emisiones de GEI hasta esta etapa del proceso deben distribuirse entre el producto principal y el coproducto proporcionalmente a su contenido energético. La parte de las emisiones de GEI asignada a los elementos de la fórmula según la Directiva (UE) 2018/2001, anexo VI, parte B, n.º 1 debe calcularse utilizando la siguiente fórmula (si procede):

$$e'_{\text{asignado}} = \text{total GHG} \times \text{factor asignación}$$

La variable total de GEI en la fórmula anterior es la suma de todas las emisiones de gases de GEI que se producen hasta el paso del proceso en el que se produce el coproducto. La asignación implica los elementos de la fórmula $e_{ec} + e_l + e_{sca}$ + las partes de e_p , e_{td} , e_{ccs} y e_{ccr} hasta la etapa del proceso en que se produce un coproducto inclusive. Si las emisiones de GEI ya se asignaron a los coproductos en una etapa anterior del proceso, la parte de estas emisiones de gases de efecto invernadero que se asignó al producto intermedio respectivo en la última etapa del proceso se utiliza para el total (total de GEI). Para calcular el factor de asignación de los productos intermedios y los combustibles de biomasa, se recopilan como mínimo los siguientes datos in situ, es decir, los valores respectivos se extraen, por ejemplo, de los documentos de la empresa:

- ✓ masa del producto intermedio/combustible de biomasa [kg en seco].
- ✓ masa del coproducto [kg en seco]

La fórmula para calcular el factor de asignación del producto intermedio es la siguiente:

$$\text{factor de asignación producto intermedio}_a = \left[\frac{\text{Energía en el producto intermedio}_a}{\text{Energía en el producto intermedio}_a \text{ y coproducto } c_a} \right]$$

La fórmula para calcular el factor de asignación del biocombustible de biomasa es la siguiente:

$$\text{factor de asignación biomasa combustible}_a = \left[\frac{\text{Energía en el combustible de biomasa}_a}{\text{Energía en el combustible de biomasa}_a \text{ y coproducto}_a} \right]$$

Donde:

$$\text{Contenido energía}_{\text{prod. intermedio}} [\text{MJ}] = \text{rendimiento}_{\text{prod. intermedio}} [\text{kg}_{\text{m. seca}}] \times \text{Poder Calorífico Inferior}_{\text{Prod. principal}} \left[\frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$\text{Contenido energía}_{\text{combust. biomasa}} [\text{MJ}] = \text{rendimiento}_{\text{combust. biomasa}} [\text{kg}_{\text{m. seca}}] \times \text{Poder Calorífico Inferior}_{\text{producto principal}} \left[\frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$\text{Contenido energía}_{\text{coproducto}} [\text{MJ}] = \text{rendimiento}_{\text{coproducto}} [\text{kg}_{\text{m. seca}}] \times \text{Poder Calorífico Inferior}_{\text{coproducto}} \left[\frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right]$$

El contenido energético se determina utilizando el poder calorífico inferior y el rendimiento. El poder calorífico inferior utilizado en la aplicación de esta regla debe ser el de todo el (co)producto (no el valor de la parte seca del mismo únicamente). Sin embargo, en muchos casos, especialmente en relación con los productos casi secos, este último podría dar un resultado que sea una aproximación adecuada. Dado que el calor no tiene un poder calorífico inferior, no pueden asignársele emisiones sobre esta base.

No se asignarán emisiones a los residuos y restos (incluidos los restos forestales y los restos agrícolas), ya que se considera que tienen cero emisiones hasta que se recogen²³.

La asignación debe realizarse inmediatamente después de que un coproducto (una sustancia que suele ser almacenable o comercializable) y un combustible de biomasa/producto intermedio se produzcan en una etapa del proceso. Puede tratarse de una fase del proceso dentro de una planta tras la cual se produce el procesamiento posterior de cualquiera de los dos productos. Sin embargo, si el tratamiento posterior de los (co)productos en cuestión está interrelacionado (mediante bucles de realimentación de materia o energía) con cualquier parte anterior del tratamiento, el sistema se considera una "refinería" y la asignación se aplica en los puntos en los que cada producto no tiene ningún tratamiento posterior que esté interrelacionado mediante bucles de realimentación de materia o energía con cualquier parte anterior del tratamiento.

Todos los coproductos que no tengan valor calorífico y, por lo tanto, no estén incluidos en el anexo VI, punto 17, de la Directiva revisada (UE) 2018/2001, deben tenerse en cuenta al determinar el factor de asignación. El contenido energético de los coproductos con contenido energético negativo se fija en cero.

3.9.2 Determinación de la intensidad de gases de efecto invernadero del exceso de calor y electricidad útiles.

El calor y la electricidad, que no son el producto principal, suelen quedar excluidos de la asignación. Los poderes caloríficos inferiores definidos de ambas formas de energía (1 kWh/kWh) excluyen matemáticamente una asignación basada en el poder calorífico inferior. La intensidad de GEI del exceso de calor útil y electricidad es, por tanto, igual a la intensidad de GEI del calor o electricidad suministrados para la producción de combustibles de biomasa.

La intensidad de gases de efecto invernadero de la cantidad suministrada de electricidad y calor no generada en la propia planta de biomasa se determina como se describe en la sección 3.6 "Requisitos para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del procesamiento (e_p)".

Si la energía (electricidad o calor) suministrada para la producción de combustibles de biomasa se genera en la propia instalación de producción, la intensidad de gases de efecto invernadero se determina como se describe en el apartado 3.10 "Cálculo de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la última interfaz".

3.10 Cálculo del ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la última interfaz

La última interfaz determina las emisiones de GEI "E" causadas por el combustible de biomasa expresadas en gCO₂eq/MJ de combustible de biomasa de acuerdo con el método descrito en la sección 2.1 "Metodología para el cálculo de los gases de efecto invernadero" y calcula las emisiones de GEI en gCO₂eq/MJ de producto energético final (electricidad, calor) para la producción de calor y/o electricidad a partir de los combustibles de biomasa.

Las emisiones de gases de efecto invernadero, que están disponibles en la unidad gCO₂ eq/t de materia prima seca, pueden convertirse en la unidad gCO₂eq/MJ de combustible de biomasa mediante la siguiente fórmula:

$$e_{ec} \text{ combustible de biomasa}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{eq}}{\text{MJ}_{\text{combustible de biomasa}}}_{ec} \right] =$$

$$\frac{e_{ec} \text{ mat. prima}_a \left[\frac{\text{gCO}_2 \text{eq}}{t_{dry}} \right]}{\text{poder calorífico inferior}_a \left[\frac{\text{MJ}_{\text{materia prima}}}{t_{\text{materia prima seca}}} \right]} \times \text{factor mat. prima comb. de biomasa} \times \text{factor asignación biomasa comb.}_a$$

Para obtener información sobre cómo calcular las emisiones de GEI del biogás por codigestión de diferentes sustratos para obtener electricidad y calor, véase el apartado 3.11 "Equilibrio de las emisiones de GEI por codigestión en plantas de biogás".

El ahorro de gases de efecto invernadero derivado del uso de combustibles de biomasa para producir calor y electricidad en comparación con el valor de referencia fósil respectivo puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro emisiones GEI} = (EC_{F(h\&c, el)} - EC_{B(h\&c, el)}) / EC_{F(h\&c, el)}$$

donde:

$EC_{B(h\&c, el)}$ = emisiones totales del calor o la electricidad procedentes de combustibles de biomasa

$EC_{F(h\&c, el)}$ = emisiones totales del comparador de combustibles fósiles para calor útil o electricidad

Las emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones de biomasa que sólo suministran calor deben calcularse del siguiente modo:

$$EC_h = \frac{E}{\eta_h}$$

Las emisiones de gases de efecto invernadero de las plantas de biomasa que sólo suministran electricidad deben calcularse del siguiente modo:

$$EC_{el} = \frac{E}{\eta_{el}}$$

$EC_{h, el}$ = emisiones totales de gases de efecto invernadero del producto energético final

E = emisiones totales de gases de efecto invernadero del combustible antes de la conversión final

η_{el} = la eficiencia eléctrica, definida como la electricidad anual producida dividida por el aporte anual de combustible, en función de su contenido energético.

η_h = la eficiencia térmica, definida como la producción anual de calor útil dividida por la aportación anual de combustible, en función de su contenido energético.

Para los combustibles de biomasa utilizados para la producción de calor útil y para calefacción y/o refrigeración, el comparador es el combustible fósil:

$$EC_{F(h)} = \frac{80 \text{ gCO}_2 \text{ eq}}{\text{MJ}_{\text{calor}}}$$

Si se puede demostrar claramente que el carbón es sustituido físicamente de forma directa por combustibles de biomasa para la producción de calor útil, el comparador de combustibles fósiles es:

$$EC_{F(h)} = \frac{124 \text{ gCO}_2 \text{ eq}}{\text{MJ}_{\text{calor}}}$$

En el caso de los combustibles de biomasa utilizados para generar electricidad, el comparador para e

l combustible fósil:

$$EC_{F(el)} = \frac{183 \text{ gCO}_2 \text{ eq}}{\text{MJ}_{\text{electricidad}}}$$

o para las regiones ultraperiféricas

$$EC_{F(el)} = \frac{212 \text{ gCO}_2 \text{ eq}}{\text{MJ}_{\text{electricidad}}}$$

Las regiones ultraperiféricas son aquellas definidas en el Tratado de Funcionamiento de la UE (TFUE) cuyo sector energético se caracteriza a menudo por el aislamiento, el suministro limitado y la dependencia de los combustibles fósiles, mientras que aquellas regiones se benefician de importantes fuentes locales de energía renovable.

Por calor útil se entiende el calor generado para satisfacer una demanda económicamente justificable de calor, para calefacción y refrigeración o para procesos de producción como el suministro de vapor y presión, en contraposición al calor residual no utilizado. Por "demanda económicamente justificable" se entiende la demanda que no supera las necesidades de calor o refrigeración y que, de otro modo, se satisfaría en condiciones de mercado.

Cuando la calefacción y la refrigeración se generan conjuntamente con la electricidad en un único proceso, las emisiones se asignan entre el calor útil y la electricidad generada. Las emisiones de GEI por electricidad o energía mecánica se calculan del siguiente modo:

$$EC_{el} = \frac{E}{\eta_{el}} \left[\frac{C_{el} \times \eta_{el}}{C_{el} \times \eta_{el} + C_h \times \eta_h} \right]$$

Las emisiones de GEI del calor útil producido en cogeneración se calculan del siguiente modo:

$$EC_h = \frac{E}{\eta_h} \left[\frac{C_h \times \eta_h}{C_{el} \times \eta_{el} + C_h \times \eta_h} \right]$$

donde:

- $EC_{h,el}$ = emisiones totales de gases de efecto invernadero del producto energético final
- E = emisiones totales de gases de efecto invernadero del combustible antes de la conversión final
- η_{el} = la eficiencia eléctrica, definida como la electricidad anual producida dividida por el aporte anual de combustible, en función de su contenido energético.
- η_h = la eficiencia térmica, definida como la producción anual de calor útil dividida por la aportación anual de combustible, en función de su contenido energético.
- C_{el} = fracción de exergía en la electricidad, y/o energía mecánica, ajustada al 100% ($C_{el} = 1$)
- C_h = Rendimiento Carnot (fracción de exergía en el calor útil)

La exergía es la fracción de la energía total de un sistema o flujo material que puede realizar trabajo cuando se pone en equilibrio termodinámico con su entorno. En el caso de la generación de electricidad o energía mecánica, el sistema SURE-EU supone que la cuota de energía es del 100%, es decir, que no hay pérdida de energía durante la transmisión a través de la red hasta que la electricidad se retira de la red.

La eficiencia Carnot es la mayor eficiencia teóricamente posible en la conversión de energía térmica en calor útil. Describe la relación entre el calor útil y la cantidad de calor absorbido y es mayor cuanto mayor es la diferencia de temperatura entre el calor útil en el punto de suministro y su temperatura ambiente. Dado que no se puede alcanzar ni el cero absoluto ni temperaturas infinitamente elevadas, un rendimiento Carnot del 100% es imposible.

En consecuencia, el rendimiento de Carnot para el calor útil se define del siguiente modo:

$$C_h = \frac{T_h - T_0}{T_h}$$

donde:

- T_h = temperatura, medida en temperatura absoluta (kelvin) del calor útil en el punto de entrega
- T_0 = temperatura del entorno, fijada en 273,15 kelvin (0 °C)

Si se genera un exceso de calor en el proceso de cogeneración y se utiliza para calentar edificios, a una temperatura inferior a 150 °C, C_h (423,15 kelvin) puede fijarse en 0,3546.

Si los valores de referencia de los combustibles fósiles cambian o son aplicados por la Comisión Europea, por ejemplo mediante actos delegados, valores modificados o métodos, éstos también se aplican en el sistema SURE-EU con efecto inmediato.

3.11 Equilibrio de las emisiones de GEI procedentes de la codigestión en las plantas de biogás

Las emisiones totales procedentes de la producción del combustible de biomasa antes de la conversión energética (E) de un combustible de biomasa resultante de una codigestión de diferentes sustratos deben calcularse como una suma que tenga en cuenta a prorrata la parte de los respectivos insumos y sus factores de emisión. Esto significa que E debe calcularse como un valor único para toda la cantidad de biogás/biometano resultante de la codigestión.

Si el cálculo se basa en valores por defecto, el cálculo de E para los combustibles de biomasa resultantes de la codigestión debe realizarse del siguiente modo:

$$E = \sum_{n=1}^n S_n \times E_n$$

donde:

E = emisiones de gases de efecto invernadero por MJ de biogás o biometano producido a partir de la codigestión de la mezcla definida de sustratos

S_n = porcentaje de la materia prima n en el contenido energético

E_n = emisión en g CO₂/MJ para la vía n según lo dispuesto en la parte D del anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001

La parte de la materia prima n en el contenido energético se calcula del siguiente modo:

$$S_n = \frac{P_n \times W_n}{\sum_{n=1}^n P_n \times W_n}$$

donde:

P_n = rendimiento energético [MJ] por kilogramo de entrada húmeda de materia prima n(*)

W_n = factor de ponderación del sustrato n definido como:

$$W_n = \frac{I_n}{\sum_{n=1}^n I_n} \times \left(\frac{1 - AM_n}{1 - SM_n} \right)$$

donde:

$$\begin{aligned}
 I_n &= \text{entrada anual al digestor de sustrato } n \text{ [ton materia fresca]} \\
 AM_n &= \text{humedad media anual del sustrato } n \text{ [kg agua/kg materia fresca]} \\
 SM_n &= \text{humedad estándar del sustrato } n^{(**)}
 \end{aligned}$$

(*) Los siguientes valores de P_n se utilizan para calcular los valores típicos y por defecto:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{maíz}} &= 4,16 \text{ [MJbiogás/kgbiogas maíz húmedo/kgmaíz húmedo con 65% de humedad]} \\
 P_{\text{estiércol/purín}} &= 0,50 \text{ [MJbiogás/kgbiogas purín/kgpurín al 90% de humedad]} \\
 P_{\text{biorresiduos}} &= 3,41 \text{ [MJbiogás/kgbiorresiduos húmedos con 76% de humedad]}
 \end{aligned}$$

(**) Se utilizan los siguientes valores de la humedad estándar para el sustrato SM_n :

$$\begin{aligned}
 SM_{\text{maíz}} &= 0,65 \text{ [kgagua/kgmaterial fresco]} \\
 SM_{\text{estiércol}} &= 0,90 \text{ [kgagua /kgmateria fresca]} \\
 SM_{\text{biorresiduos}} &= 0,76 \text{ [kgagua /kgmateria fresca]}
 \end{aligned}$$

Los cambios en estos valores o métodos de cálculo originados por la Directiva revisada de la UE (UE) 2018/2001, por ejemplo debido a actos delegados de la Comisión Europea para revisar y, en caso necesario, ajustar los métodos y valores del anexo VI de la Directiva revisada (UE) 2018/2001, entrarán en vigor inmediatamente en el sistema SURE.

Si el cálculo se basa en valores reales, el cálculo de E para los combustibles de biomasa resultantes de la codigestión debe realizarse del siguiente modo:

$$E = \sum_{n=1}^n S_n \times (e_{ec,n} + e_{td, \text{ materia prima},n} + e_{l,n} - e_{sca,n}) + e_p + e_{td, \text{ producto}} + e_u - e_{ccs} - e_{ccr}$$

E = emisiones totales de la producción de biogás o biometano antes de la conversión energética

S_n = parte de la materia prima n , en fracción de entrada al digestor

$e_{ec,n}$ = emisiones procedentes de la extracción o el cultivo de materias primas n

$e_{td, \text{ mat. prima},n}$ = emisiones procedentes del transporte de la materia prima n al digestor

$e_{l,n}$	=	<i>emisiones anualizadas procedentes de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio de uso de la tierra, para la materia prima n</i>
e_{sca}	=	<i>ahorro de emisiones gracias a una mejor gestión agrícola de las materias primas n</i>
e_p	=	<i>emisiones procedentes de la transformación</i>
$e_{td,producto}$	=	<i>emisiones procedentes del transporte y la distribución de biogás y/o biometano</i>
e_u	=	<i>emisiones del combustible utilizado, por ejemplo los gases de efecto invernadero emitidos durante la combustión</i>
e_{ccs}	=	<i>ahorro de emisiones por captura y almacenamiento geológico de CO₂</i>
e_{ccr}	=	<i>ahorro de emisiones por captura y sustitución de CO₂</i>

4 Documentos pertinentes

Por lo que respecta a la documentación (documentos del esquema) en el sistema SURE-EU, aquí se hace referencia al documento “*Scope and basic scheme requirements*” (“Ámbito de aplicación y requisitos básicos del esquema SURE”).

SURE se reserva el derecho a crear y publicar principios de régimen complementarios adicionales en caso necesario.

Los reglamentos y disposiciones legales de la UE sobre biomasa y biocarburantes sostenibles, incluidas otras referencias pertinentes que representan la base de la documentación de SURE, se publican por separado en el sitio web de SURE en www.sure-system.org. Las referencias a la normativa legal se refieren siempre a la versión vigente.

5 Referencias

¹ El calor o el calor residual también se utilizan para generar refrigeración con enfriadores de absorción. Por lo tanto, en este caso, el término «calor» también abarca la «refrigeración», independientemente de si el uso final del calor es la calefacción o la refrigeración mediante máquinas de absorción.

2

- I **COMISIÓN EUROPEA (2018):** Directiva (UE) 2018/2001 para promover el uso de energía producida a partir de fuentes renovables, Artículo 31 (1) a (3) y Anexo VI: Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32018L2001> (último acceso 01.04.2020).
- II **COMISIÓN EUROPEA (2022):** Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 sobre las normas de verificación de los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y sobre los criterios de bajo riesgo indirecto de cambio del uso de la tierra. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1697522921663&uri=CELEX%3A32022R0996> (último acceso 17.10.2023)
- III **COMISIÓN EUROPEA (2010):** Decisión 2010/335/UE de la Comisión, de 10 de junio de 2010. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010D0335&qid=1695731326161> (último acceso 26.09.2020).
Téngase en cuenta que la Decisión 2010/335/UE de la Comisión, de 10 de junio de 2010, debe revisarse (como se establece en el anexo V, parte C, punto 10, anexo VI, parte B, punto 10). Cualquier cambio se aplicará directamente con efecto inmediato.
- IV **COMISIÓN EUROPEA (2017):** Comunicación de la Comisión "Nota sobre la realización y verificación de los cálculos reales de la reducción de emisiones de GEI". Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/note_on_ghg_final_update_v2_0.pdf. (último acceso: 01.04.2020).

3

según la Directiva revisada 2018/2001/CE (para más información, véase:²¹).

4

de conformidad con la Directiva revisada 2018/2001/CE, anexo VI, parte B, n.º 1 (para más información, véase: ²¹).

5

de conformidad con el anexo VI, partes A, C y D de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 (para más información, véase:²¹).

6

- I De conformidad con la Comisión Europea: Reglamento (CE) n.º 1059/2003 del **Parlamento Europeo** y del Consejo como regiones de nivel 2 de la clasificación de unidades territoriales para fines estadísticos (NUTS) o como niveles NUTS más desagregados. Disponible en: <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/> (último acceso el 01.04.2020).

7

II Informes nacionales de la Comisión Europea: Temas energéticos. Disponible en: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/> (último acceso el 01.04.2020).

8

Página web EUROPA de la Comisión Europea: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes_en#approved-voluntary-schemes-and-national-certification-schemes (última consulta: 17.06.2022).

9

Véase también la Directiva (UE) 2018/2001, anexo VI, parte B, nº 18 (para más información, véase:²¹).

10

Directiva (UE) 2018/2001, anexo VI, parte B, nº 1 (para más información, véase:²¹).

11

Los pesticidas incluyen todos los productos fitosanitarios, herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc.

12

Véanse las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 4, sección 11 (https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf).

13

Calculadora mundial de óxido nitroso (GNOC) (<https://gnoc.jrc.ec.europa.eu/>)

14

I basándose en la metodología del anexo VI de RED II (para más información, véase²¹).

II **Comisión Europea (2010):** DECISIÓN DE LA COMISIÓN, DE 10 DE JUNIO DE 2010, RELATIVA A LAS DIRECTRICES PARA EL CÁLCULO DE LAS RESERVAS DE CARBONO TERRESTRE A EFECTOS DEL ANEXO V DE LA DIRECTIVA 2009/28/CE (2010/335/UE) Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2010.151.01.0019.01.DEU (última consulta: 01.04.2020).

15

Para más información, consulte⁸.

16

COMISIÓN EUROPEA: Decisión de la Comisión, de 10 de junio de 2010, relativa a las directrices para el cálculo de las reservas de carbono terrestre a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE [notificada con el número C(2010) 3751] (2010/335/UE) Disponible en: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/55f1c6e9-d08a-4678-9ad4-193c06df52ff> (último acceso el 01.04.2020).

Tenga en cuenta que la Decisión 2010/335/UE de la Comisión, de 10 de junio de 2010, está pendiente de revisión (como se establece en el anexo V, parte C, punto 10, anexo VI, parte B, punto 10). Cualquier cambio se aplicará directamente con efecto inmediato.

17

COMISIÓN EUROPEA (2010): (2010): Decisión de la Comisión, de 10 de junio de 2010, relativa a las directrices para el cálculo de las reservas de carbono terrestre a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE [notificada con el número C(2010) 3751] (2010/335/UE) Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010D0335&from=DE> (último acceso en agosto de 2019).

18

Puede encontrar un ejemplo de cálculo de el en ECOFYS (2010): Ejemplo comentado de cálculo de reservas de carbono terrestre utilizando valores estándar. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/2010_bsc_example_land_carbon_calculation.pdf (fecha de acceso: 01.04.2020).

19

según la Directiva (UE) 2018/2001 (para más información, véase: 2 I).

20

Modelo de carbono Rothamsted <https://www.rothamsted.ac.uk/rothamsted-carbon-model-rothc>

21

El término "EM" = emisiones se refiere a las emisiones totales y no sólo a las emisiones del producto principal.

22

COMISIÓN EUROPEA, DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA (DG ENER) (2015): Nota sobre la realización y verificación de cálculos reales de ahorro de emisiones de GEI. Disponible en: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Note%20on%20GHG%20final.pdf> (fecha de acceso: 01.04.2020).

23

Del mismo modo, si estos materiales se utilizan como materias primas, parten de cero emisiones en el punto de recogida.

Anexo I: Determinación de la cantidad anual de Nitrógeno en restos de cultivos por encima y por debajo del suelo

Para calcular el $N_2O_{\text{directo-N}}$ y el $N_2O_{\text{indirecto-N}}$ deben tenerse en cuenta múltiples factores. Uno de estos factores es el aporte de nitrógeno procedente de los restos de cultivos por encima y por debajo del suelo (F_{CR}) que permanecen en el suelo gestionado. El aporte de nitrógeno de los restos de cultivos por encima y por debajo del suelo debe determinarse de forma específica para cada cultivo siguiendo la sistemática descrita a continuación:

Debe determinarse el aporte de nitrógeno procedente de los restos de cultivos por encima y por debajo del suelo para:

plantaciones de coco y palma aceitera aplicando un aporte fijo de nitrógeno basado en la bibliografía, ya que el IPCC (2006) no proporciona ningún método de cálculo por defecto para los factores de emisión estándar de conformidad con el anexo IX;

remolacha azucarera y caña de azúcar según el IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Ecuación 11.6, sin tener en cuenta los residuos subterráneos y añadiendo el aporte de nitrógeno procedente de la vinaza y la torta de filtración en el caso de la caña de azúcar mediante las siguientes fórmulas:

$$F_{CR} = \text{Rendimiento} \times \text{Seca} \times (1 - \text{Frac}_{\text{Quemada}} \times C_f) \times [R_{AG} \times N_{AG} \times (1 - \text{Frac}_{\text{Retirado}})] + F_{VF}$$

donde:

Rendimiento = *rendimiento anual en fresco del cultivo [kg/ha].*

Seca = *fracción de materia seca del producto cosechado [$\frac{kg_{\text{materia seca}}}{kg_{\text{peso materia fresca}}}$]*

Frac_{quemada} = *Fracción de la superficie de cultivo quemada anualmente [ha/ha].*

C_f = *Factor de combustión [adimensional]*

R_{AG} = *Relación entre restos aéreos, materia seca y rendimiento de materia seca cosechada, para el cultivo [$\frac{kg_{\text{materia seca}}}{kg_{\text{materia seca}}}$].*

N_{AG} = *Contenido en N de los restos aéreos [$\frac{kg \text{ N}}{kg_{\text{materia seca}}}$].*

Frac_{Retirado} = *Fracción de restos aéreos retirados del campo [$\frac{kg_{\text{materia seca}}}{kg_{\text{materia aérea seca}}}$].*

F_{VF} = Cantidad anual de N en la vinaza de caña de azúcar y en la torta de filtración devuelta al campo [kg N/ha], calculada como Rendimiento-0,000508

para todos los demás cultivos, de acuerdo con el IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Ecuación 11.7a 11.11, 11.12; el cálculo debe realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$F_{CR} = (1 - \text{Frac}_{\text{Quemada}} \times C_f) \times AG_{DM} \times N_{AG} \times (1 - \text{Frac}_{\text{Retirado}}) + (AG_{DM} + \text{Rendimiento} \times \text{Seca}) \times R_{BG-BIO} \times N_{BG}$$

donde:

$\text{Frac}_{\text{Quemada}}$ = Fracción de la superficie de cultivo quemada anualmente [ha/ha].

C_f = Factor de combustión [adimensional]

AG_{DM} = Materia seca de restos sobre el suelo [$kg_{\text{materia seca}}/ha$].

N_{AG} = Contenido en N de los restos aéreos [$kg \text{ N}/kg_{\text{materia seca}}$].

$\text{Frac}_{\text{Retirado}}$ = Fracción de restos aéreos retirados del campo [$kg_{\text{materia seca}}/kg_{\text{materia aérea seca}}$].

Rendimiento = rendimiento anual en fresco del cultivo [kg/ha].

Seca = fracción de materia seca del producto cosechado [$kg_{\text{materia seca}}/(kg_{\text{peso materia fresca}})$]

R_{BG-BIO} = Relación entre restos subterráneos y biomasa aérea [$kg_{\text{materia seca}}/kg_{\text{materia seca}}$].

N_{BG} = Contenido en N de los restos subterráneos [$kg \text{ N}/kg_{\text{materia seca}}$].

Los parámetros específicos de cada cultivo para calcular el aporte de nitrógeno de los restos de cultivos se enumeran en la tabla 1 del capítulo 2.3.

Anexo II: Valores tabulados para el cálculo de $N_{2O_{total}-N}$

Tabla 2: Parámetros específicos de los cultivos para calcular el aporte de nitrógeno de los residuos de cultivos

Cultivo	Método de cálculo	SECO	PCI	NAG	pendiente	interceptar	RBG_BIO	NBG	Cf	RAG	N en restos cultivos	Fuentes de datos
Cebada	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.865	17	0.007	0.98	0.59	0.22	0.014	0.8			1,2
Yuca	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.302	16.15	0.019	0.1	1.06	0.2	0.014	0.8			1,2
Cocos	N fijo procedente de restos de cultivos	0.94	32.07								44	1,3
Algodón	No hay información sobre restos de cultivos	0.91	22.64									
Maíz	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.86	17.3	0.006	1.03	0.61	0.22	0.007	0.8			1,2
Fruta de palma aceitera	N fijo procedente de restos de cultivos	0.66	24								159	1,4
Colza	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.91	26.976	0.011	1.5	0	0.19	0.017	0.8			1,5
Centeno	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.86	17.1	0.005	1.09	0.88	0.22	0.011	0.8			1,6
Semillas de cártamo	No hay información sobre restos de cultivos	0.91	25.9									
Sorgo (grano)	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.89	17.3	0.007	0.88	1.33	0.22	0.006	0.8			1,7
Soja	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.87	23	0.008	0.93	1.35	0.19	0.087	0.8			1,8
Remolacha azucarera	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ec. 11.6	0.25	16.3	0.004					0.8	0.5		1,9
Caña de azúcar	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ec. 11.6	0.275	19.6	0.004					0.8	0.43		1,10
Semillas de girasol	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.9	26.4	0.007	2.1	0	0.22	0.007	0.8			1,11
Triticale	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.86	16.9	0.006	1.09	0.88	0.22	0.009	0.8			1,2
Trigo	IPCC (2006) Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.7a	0.84	17	0.006	1.51	0.52	0.24	0.009	0.9			1,2

1: Las referencias de los parámetros SECO y PCI figuran en el apéndice 1 del informe del CCI "Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation", versión 1d - 2019, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/69179>.

2: IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Tabla 11.2 (Factor a=Slope, b=Intercept, N_{AG} , R_{BG-BIO} y N_{BG}) y Capítulo 2 Tabla 2.6 (Factor Cf). Para la Yuca y el Triticale se consideran los valores generales para "Tubérculos" y "Cereales" respectivamente.

3: Magat (2002), Mantiquilla et al. (1994), Koopmans y Koppejan (1998), Bethke (2008) (recopilación de datos por W. Weindorf. Ludwig Boelkow Systemtechnik GmbH, Ottobrunn, Alemania)

- 4: Schmidt (2007) (recopilación de datos por R. Edwards, CCI, Ispra, Italia)
- 5 N_{AG} y N_{BG} de Trinsoutrot et al. (1999) Tabla 1. La relación entre residuos y semillas y el factor a se basan en Scarlat et al. (2010). Se supone que la relación entre los residuos subterráneos y la biomasa aérea (R_{BG-BIO}) es la misma que para las judías y las legumbres en IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Tabla 11.2.
- 6 IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Tabla 11.2, valor para R_{BG-BIO} asumido como similar a Granos
- 7: IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Tabla 11.2, valor para R_{BG-BIO} asumido como similar a Maíz
- 8: IPCC (2006) Vol. 4 Capítulo 11 Tabla 11.2, excepto N_{BG} que está subestimado en IPCC (2006) según Chudziak y Bauen (2013).
- 9: Debido a la falta de información sobre los residuos subterráneos de la remolacha azucarera, se utilizó un método modificado que no tiene en cuenta la biomasa subterránea. El valor de R_{AG} y el contenido de N de los residuos aéreos se adoptaron de la base de datos EDGAR (Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (CCI) / Agencia de Evaluación Medioambiental de los Países Bajos (PBL), 2010). Sin embargo, existe un gran desacuerdo entre los valores de R_{AG} y N_{AG} para la remolacha azucarera aplicados en distintos países (véase Adolfsson, 2005).
- 10: La caña de azúcar es un cultivo semi-perenne. La caña de azúcar suele replantarse cada seis o siete años. Durante este periodo, el sistema radicular permanece vivo. Como el IPCC (2006) no proporciona valores por defecto, se utilizó un método modificado que no tiene en cuenta la biomasa subterránea. El valor de R_{AG} y el contenido de N de los residuos sobre el suelo se adoptaron de la base de datos EDGAR (Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (CCI) / Agencia de Evaluación Medioambiental de los Países Bajos (PBL), 2010).
- 11: Del Pino Machado, A.S. (2005) da 0,0072 kg de N por kg por materia seca de brotes de girasol. Corbeels et al. (2000) dan un valor de 0,0067 kg N por kg por materia seca en tallos. Para el GNOC se aplicó un valor de 0,007 kg de N por kg de materia seca de residuos sobre el suelo. El valor $-a-$ para los cálculos del aporte de N de los residuos de cultivos según el IPCC (2006) se basa en la media de los valores de "producción de residuos a cultivos" dados para el girasol en la Tabla 1 de Scarlat et al. (2010). Se supone que la relación entre los residuos subterráneos y la biomasa aérea y el N_{BG} es la misma que la dada por el IPCC (2006) para el maíz.

Tabla 3: Valores constantes y de efecto para calcular las emisiones de N_2O de los campos agrícolas a partir del modelo S&B

Valor constante (c)	-1.516	
Parámetro	Clase o unidad de parámetro	Valor del efecto (ev)
Aportación de fertilizantes		$0.0038 \cdot N_{\text{application rate}} \left[\frac{\text{kg N}}{\text{ha} \cdot \text{a}} \right]$
Contenido de C orgánico del suelo (soc)	<1 %	0
	1-3 %	0.0526
	>3 %	0.6334
pH (ph)	<5.5	0
	5.5-7.3	-0.0693
	>7.3	-0.4836
Textura del suelo (tex)	Grueso	0
	Medio	-0.1528
	Fino	0.4312
Clima (subir)	Clima subtropical	0.6117
	Clima continental templado	0
	Clima oceánico templado	0.0226
	Clima tropical	-0.3022
Vegetación (veg)	Cereales	0
	Hierba	-0.3502
	Leguminosas	0.3783
	Ninguno	0.5870
	Otros	0.4420
	Arroz de humedal	-0.8850
Duración del experimento (expl)	1 año	1.9910

Anexo III: Información sobre la revisión

Información sobre la revisión Versión 3.0

Sección	Cambio	Fecha del cambio
Todo el documento	Versión 2.0 actualizada a 3.0	19.05.2025
Todo el documento	Directiva (UE) 2018/2001 resp. RED II cambiado a: Directiva revisada (UE) 2018/2001 resp. RED III	19.05.2025
Todo el documento	eliminado: Corrección de errores de 2018/2001 (incluidas las notas al pie 6 y 11)	19.05.2025
Sección 1	modificado: El artículo 29, apartado 10, de la Directiva revisada (UE) 2018/2001 establece los requisitos relativos a la reducción mínima de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que los productores de electricidad, calefacción y refrigeración deben demostrar ante sus autoridades nacionales competentes para que se tengan en cuenta a efectos de los objetivos en materia de energía renovable y de reducción de GEI. En función de la fecha de entrada en vigor de las obligaciones nacionales de mitigación de GEI, la fecha de puesta en funcionamiento de la planta y el tiempo total de funcionamiento, se deberán alcanzar los siguientes ahorros de emisiones de GEI, siempre que no existan otros requisitos definidos en la normativa nacional del país en el que se explota la instalación:	19.05.2025
Sección 1	La última interfaz que convierte los biocombustibles [...] cambió a: La última interfaz que convierte los combustibles de biomasa [...]	19.05.2025
Sección 2.1	Si estas emisiones se desvían significativamente de los valores típicos (por ejemplo, más del 10 %), las razones [...] cambiadas por: Cuando las emisiones se desvían significativamente ($\geq 10\%$) de los valores típicos o los valores reales calculados de ahorro de emisiones son anormalmente altos (desviación superior al 30 % de los valores por defecto ²⁴ , las razones [...] Añadido:	19.05.2025

	<p>Si las incoherencias dan lugar a que no se supere la auditoría, se deberá informar a SURE de conformidad con los principios válidos del sistema para el proceso de certificación.</p> <p>Suprimido: [...] y se informará inmediatamente a SURE de la desviación detectada.</p>	
Sección 2.1	<p>La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero [...]</p> <p>se sustituye por: La reducción de las emisiones de GEI [...]</p>	19.05.2025
Sección 2.1	<p>cadena de producción</p> <p>sustituido por: cadena de valor</p>	19.05.2025
Sección 2.2	<p>Ahorro gases invernadero</p> <p>sustituido por: ahorro de GEI</p>	19.05.2025
Sección 2.3	<p>cadena de custodia del valor</p> <p>sustituido por: cadena custodia del valor</p>	19.05.2025
Sección 2.3	<p>Los agentes económicos podrán utilizar, como alternativa, un valor correspondiente a las emisiones derivadas de la extracción, la recolección o el cultivo de materias primas [...].</p> <p>Modificado/sustituido y añadido: Para las emisiones derivadas de la extracción o el cultivo de materias primas (e_{ec}), los agentes económicos podrán utilizar un valor calculado para una región NUTS de nivel 2 o una región de un nivel NUTS más desagregado, siempre que</p> <ul style="list-style-type: none"> - la producción de la materia prima haya tenido lugar en dicha región, y - un Estado miembro o un tercer país haya presentado un informe de conformidad con el artículo 31, apartados 2 y 3, y - la Comisión Europea, mediante actos ejecutivos, haya decidido que el informe contiene datos precisos a efectos de la medición de las emisiones de GEI en dicha región. <p>Los valores NUTS-2 se indicarán en la unidad gCO_2eq/kg de materia seca a lo largo de toda la cadena de producción. Estos valores son alternativos a los valores calculados individualmente. Se publican en el sitio web de la Comisión Europea y no son valores por defecto. Por consiguiente, solo pueden considerarse valores de entrada para calcular y ajustar las emisiones individuales de cultivo de las interfaces posteriores. No son adecuados para especificar las emisiones de la fase de cultivo en gCO_2eq/MJ de combustible de biomasa.</p>	19.05.2025

	Si no existe ningún valor NUTS-2 de este tipo en la región de cultivo, los operadores económicos deben utilizar un valor real o un valor por defecto desglosado existente.	
Sección 2.3	tabla 1 actualizada a: CO ₂ → 1 N ₂ O → 265 CH ₄ → 28	19.05.2025
Sección 2.4	parrafo sustituido en 2.3	19.05.2025
Sección 3.1	[...] la paja y los residuos [...] se consideran «cero» hasta que [...] se sustituye por: [...] la paja, los residuos [...] y todos los residuos y subproductos incluidos en el anexo IX de la Directiva (UE) 2018/2001 revisada, se consideran «cero» [...]	19.05.2025
Sección 3.1.5	Referencias actualizadas	19.05.2025
Sección 3.4	- uso de enmiendas del suelo cambiado por: - uso de enmiendas orgánicas del suelo	19.05.2025
Sección 3.4	45,05 g CO ₂ eq/MJ de biogás cambiado por: 45,05 g CO ₂ eq/MJ de estiércol	19.05.2025
Sección 3.4	Las reducciones de emisiones derivadas de la mejora de las prácticas de gestión agrícola pueden tenerse en cuenta si se aportan pruebas fiables y verificables. Se sustituye por: Las reducciones de emisiones derivadas de la mejora de las prácticas de gestión agrícola solo pueden tenerse en cuenta si no entrañan un riesgo de afectar negativamente a la biodiversidad. Además, deben aportarse pruebas sólidas y verificables.	19.05.2025
Sección 3.5	Formulas (e_{td}) actualizadas	19.05.2025
Sección 3.5	Añadido: Dado que los índices de eficiencia del transporte que figuran en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 se basan en datos publicados por el CCI que ya tienen en cuenta el viaje de vuelta (vacío), no es necesario realizar un cálculo separado del viaje de vuelta cuando se utiliza la fórmula alternativa. Añadido: Si el biometano se transporta a través de la red europea de gas, el operador económico que inyecta y transporta biometano a la red europea de gas debe tener en cuenta las pérdidas de gas de 0,01 gCH ₄ /MJ.	19.05.2025
Sección 3.6	Formula (e_p) actualizada Formula (EM_{calor}) actualizada	19.05.2025

Sección	Cambio	Fecha del cambio
Sección 3.6	<p>eliminado: Para las pérdidas de gas, debe aplicarse un factor de emisión de 0,17 CH₄/MJ de biometano.</p> <p>eliminado: Al contabilizar el consumo de electricidad no producida en la propia planta de biogás, se supone que la intensidad de las emisiones de GEI de la producción y el transporte de esta electricidad es igual a la intensidad media de las emisiones de la producción y la distribución de electricidad en una región específica y claramente definida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el caso de la UE como región definida, la intensidad media de las emisiones de la UE en el valor de referencia - En el caso de terceros países, donde las redes suelen estar menos interconectadas a través de las fronteras, podría ser adecuada la media nacional, por ejemplo. <p>modificado por: A efectos de contabilizar el consumo de electricidad no producida en la planta de combustible de biomasa, se considerará que la intensidad de las emisiones de GEI de la producción y distribución de dicha electricidad es igual a la intensidad media de las emisiones de la producción y distribución de electricidad en el país en el que se lleva a cabo el procesamiento. Se utilizarán las intensidades de emisión nacionales para la electricidad de la red que figuran en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996. Si la intensidad de emisión de la electricidad de la red no figura en el anexo IX del Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996, la intensidad de emisión media nacional de la generación de electricidad del país podría ser la opción adecuada</p>	19.05.2025
Sección 3.7	<p>La definición de este ahorro de emisiones, de conformidad con el anexo VI, parte B, n.º 15, de la Directiva (UE) 2018/2001, es «Ahorro de emisiones procedentes de la captura y sustitución de CO₂ [...]»</p> <p>cambiada por: La reducción de emisiones derivada de la captura y sustitución de CO₂ (e_{ccr}) estará directamente relacionada con la producción del combustible de biomasa al que se atribuye y se limitará a las emisiones evitadas mediante la captura de CO₂ cuyo carbono proceda de la biomasa y que se utilice para sustituir el CO₂ de origen fósil en la producción de productos y servicios comerciales.</p> <p>Tenga en cuenta que la opción de acreditar el ahorro de emisiones mediante e_{ccr} solo es posible si el CO₂ biogénico se utiliza para sustituir el CO₂ de origen fósil</p>	19.05.2025

	en la producción de productos y servicios comerciales antes del 1 de enero de 2036. Esto significa que, a partir del 1 de enero de 2036, ya no será posible acreditar e_{ccf} .	
Sección 3.7	combustible líquido y gaseoso para el transporte cambiado por: combustibles líquidos y gaseosos	19.05.2025
Sección 3.9.1	Añadido: Todos los coproductos que no tengan valor calorífico y, por lo tanto, no estén incluidos en el anexo VI, punto 17, de la Directiva (UE) 2018/2001 revisada, deben tenerse en cuenta al determinar el factor de asignación.	19.05.2025
Sección 3.10	Se ha añadido la fórmula que faltaba (C_h)	19.05.2025
Sección 5	Referencias actualizadas	19.05.2025

Información sobre la publicación

SUSTAINABLE RESOURCES Verification Scheme GmbH

Schwertberger Straße 16

53177 Bonn

Alemania

+49 (0) 228 3506 150

www.sure-system.org

Foto de portada

© SchwörerHaus / J. Lippert