

EMISIONES INDIRECTAS DE N₂O DURANTE LA GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	10.09.xx
CRF	3B251 / 3B252
NFR	-

Descripción de los procesos generadores de emisiones

Durante la gestión de los estiércoles, además de las emisiones directas de N₂O descritas en otra ficha, el nitrógeno presente en dichos estiércoles da origen también a emisiones de formas químicas de N diferentes a N₂O, que tras su deposición, lixiviación o escurrimiento pueden dar lugar a nuevas emisiones de N₂O; la metodología IPCC contempla dichas emisiones dentro del conjunto denominado emisiones indirectas.

Se entiende emisiones durante la gestión de estiércoles a las generadas con las operaciones de gestión de las excretas sólidas y orinas producidas por los animales confinados en las que el estiércol se maneja, se almacena y/o se trata según diferentes sistemas de gestión, variando las fracciones de estas otras formas químicas de N mencionadas entre los diferentes tipos de sistemas de manejo del estiércol utilizados.



Fuente: Freepik

Las emisiones indirectas de N₂O se producen debido a:

- La volatilización a la atmósfera de las mencionadas formas químicas de N diferentes a N₂O (NO_x, y NH₃) que posteriormente se depositan junto con sus productos NH₄⁺ y NO₃⁻, para subsiguientemente volver a volatilizarse como N₂O.
- La lixiviación y el escurrimiento por el suelo de una parte del N del estiércol durante su gestión en forma de NO₃⁻, que logra evitar los mecanismos de retención biológica del sistema suelo/vegetación y se transporta en el flujo de agua por tierra (escurrimiento) y/o en el flujo a través de los macroporos del suelo o del drenaje de tuberías de purines o de lavados de estiércol durante el almacenamiento y la gestión del mismo (lixiviación). Esta fracción de escurrimiento y lixiviación posteriormente se volatiliza a la atmósfera como N₂O.

Los fenómenos equivalentes de emisión indirecta durante la aplicación de estiércol a los suelos o bien durante el pastoreo se reportan bajo las categorías CRF 3D21 y 3D22 junto con el resto de las emisiones indirectas de otras aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y se calculan mediante su propia metodología que puede ser consultada en su ficha correspondiente.

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
NA	NA	✓	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios				Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes				
NOx	NMVOc	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
10.04.xx	3A	-	Emisión de metano por la fermentación entérica de las diferentes especies ganaderas (11 fichas)
10.09.xx	3B2	-	Emisiones directas de N ₂ O durante la gestión de estiércol
10.09.xx	-	3Bx	Emisiones de NH ₃ y NOx durante la gestión del estiércol (balance de masas EMEP)
10.01.xx	3D12a, 3D13	-	Emisiones directas de N ₂ O debidas a la fertilización con estiércol y durante el pastoreo
10.01.xx / 11.06.05	3D21 / 3D22	-	Emisiones indirectas de N ₂ O debidas a la fertilización nitrogenada de suelos y pastoreo

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
N ₂ O	T1	Enfoque nacional y Guía IPCC 2006 Volumen 4 Epígrafe 10.5	<p>Los gases emitidos por las diferentes especies ganaderas españolas se estiman gracias al conocimiento del animal obtenido mediante el balance de masa y energía de su metabolismo. La metodología y el resultado del balance se describen en el documento "Bases Zootécnicas para el cálculo del Balance alimentario de Nitrógeno y de Fósforo", que la SG de Medios de Producción Ganaderos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) ha ido elaborando para las diferentes especies ganaderas, algunos ya finalizados y publicados y otros pendientes de publicación. La colección de los documentos disponibles se puede consultar en su página oficial:</p> <p>http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx</p> <p>Para la estimación de las emisiones se ha seguido el árbol de decisión de la figura 10.4 de la Guía IPCC 2006. Se considera que la metodología seguida por el Inventario Nacional es de Nivel 1 según las directrices del Capítulo 10 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 (epígrafe 10.5.1), ya que, aunque tiene en cuenta las variaciones por raza, sistema y orientación de producción, necesidades nutricionales, caracterización de las raciones y su evolución en la serie temporal en todas las categorías productivas de la cabaña ganadera para la obtención del nitrógeno excretado (parámetro zootécnico base del cálculo), sin embargo no está basado en flujos de N de NH₃ y NOx en el caso de volatilización y ni en conocimientos de fracciones de escurrimiento y lixiviación por sistemas de gestión de estiércol, si bien se espera que abordar la mejora de paso a Nivel 2 en no mucho tiempo.</p> <p>Para el cálculo de las emisiones indirectas se utilizan los valores de las fracciones de volatilización del cuadro 10.22 por tipo de animal y sistema de gestión de estiércol, y la fracción de escurrimiento y</p>

lixiviación del 1% dentro del rango indicado en la ecuación 10.28 del Capítulo 10 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006. En cuanto a la distribución por los distintos sistemas de gestión de estiércoles se ha asumido la distribución análoga considerada para las emisiones directas de N₂O. Así pues, esta parte de la metodología no necesita de presentación adicional, remitiéndose para su tratamiento a su ficha correspondiente.

Posteriormente, a las fracciones calculadas según lo indicado en el párrafo anterior se aplican los factores de emisión EF₄ y EF₅ del cuadro 11.3 del Capítulo 10 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006.

El documento zootécnico de cada especie ganadera proporciona unos parámetros de **Nitrógeno excretado (Nex)** por cada una de las categorías productivas y equivalencia en categorías de Anuario/Inventario de las diferentes especies ganaderas, a nivel provincial y para cada año de la serie histórica desde 1990, el cual se replicará cada 5 años en tanto en cuanto dichos documentos vayan siendo revisados.

Para más información de cómo se elaboran los balances de masa y energía del metabolismo de las distintas especies ganaderas, se pueden consultar dichos documentos zootécnicos o bien las fichas metodológicas correspondientes a fermentación entérica en las que se resume brevemente la metodología por especie ganadera.

Cálculo de la emisión indirecta de óxido nitroso (N₂O)

Para la estimación de la emisión indirecta de N₂O se utilizan las ecuaciones 10.26, 10.27, 10.28 y 10.29 de la Guía IPCC 2006

EQUATION 10.26

N LOSSES DUE TO VOLATILISATION FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_{\text{volatilization-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

EQUATION 10.27

INDIRECT N₂O EMISSIONS DUE TO VOLATILISATION OF N FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{\text{volatilization-MMS}} \cdot EF_4) \cdot \frac{44}{28}$$

EQUATION 10.28

N LOSSES DUE TO LEACHING FROM MANURE MANAGEMENT SYSTEMS

$$N_{\text{leaching-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{leachMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

EQUATION 10.29

INDIRECT N₂O EMISSIONS DUE TO LEACHING FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{\text{leaching-MMS}} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28}$$

Las ecuaciones 10.26 y 10.28 se aplican pormenorizadamente para los efectivos ganaderos asignados a cada categoría animal T y a cada sistema de gestión de estiércol S al objeto de poder asignarle un valor de Frac_{GasMS} de la Tabla 10.22 en el caso de volatilización o bien un valor de Frac_{LeachMS} en el caso de lixiviación y escurrimiento, escogiéndose en este último caso el valor de 1% a dicha fracción dentro del rango indicado en la ecuación 10.28 de la Guía IPCC 2006 para el estiércol gestionado (no pastoreo).

Comentar que en este caso, y aunque la operativa a nivel provincial no sería necesaria por ser el Factor de Emisión independiente de la temperatura, se realiza a este nivel para poder disponer de los datos de emisión provinciales si fuera necesario para otros requerimientos posibles.

Se utilizan para cada categoría animal T de cada una de las especies ganaderas los valores de **Nex** del documento zootécnico y los valores de **EF₄** y **EF₅** de la Tabla 11.3 del capítulo 11 de la Guía IPCC 2006 en kg de N₂O-N / kg N, por lo que es necesaria la aplicación del factor de corrección de 44/28 de la ecuación 10.25 para su conversión a kg de N₂O.

Las emisiones se estiman finalmente operando las ecuaciones anteriores mediante la variable de actividad **N_(T)** (Población Promedio Anual) de cada categoría animal, en cada provincia y para cada año y que se asignan a cada sistema de gestión de estiércol mediante las pautas MS de reparto. Estas pautas de reparto por especie ganadera son:

- Para el porcino blanco se incorporan al año 2015 los resultados de encuestas a explotaciones

		<p>intensivas llevadas a cabo en 2016. Se asigna la distribución proporcionada por las tablas 10A de la Guía IPCC 2006 al año 1990, y se interpola linealmente para los años intermedios de la serie. El sistema de gestión de estiércoles de 2015 se ha replicado en 2016, 2017 y 2018. Para porcino ibérico se adoptan los mismos valores de gestión de estiércoles que en el caso de porcino blanco, pero aplicada solamente a los efectivos correspondientes a categorías que no son de pastoreo, cuya distribución se obtiene del documento zootécnico.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Para aves de carne y puesta, équidos (caballos, mulas y asnos), ovino y caprino, se obtienen a partir de la colección de documentos zootécnicos. – Para bovino de leche y de carne se adopta la distribución proporcionada por las tablas 10A de la Guía IPCC 2006, pero aplicada solamente a los efectivos correspondientes a categorías que no son de pastoreo, cuya distribución se obtiene a partir de la colección de documentos zootécnicos antes mencionada. – Para “otro avícola”, grupo que engloba principalmente pavos, aunque también patos, ocas, perdices, codornices, etc., se asume la yacija (estiércol de aves de corral con hojarasca) como sistema de gestión de estiércoles para toda la serie. <p>La información de datos metodológicos y de parámetros utilizados, así como de la situación en la que se encuentran los diferentes documentos zootécnicos se puede consultar en las diferentes actualizaciones del NIR en sus apartados correspondientes a metodología de cálculo de emisiones de las categorías 3B2 y 3A respectivamente.</p> <p><u>Operativa</u></p> <p>La operativa llevada a cabo consiste en el cálculo de las ecuaciones arriba mencionadas en el nivel de desglose mínimo fijado de cálculo, es decir, por categoría animal, para cada provincia y para la cantidad de nitrógeno excretado (Nex/cabeza y año) asignado a cada sistema de gestión de estiércol; todo ello para cada especie ganadera y para cada año de la serie inventariada. De este modo se obtiene para cada categoría ganadera a partir de su PPA (Población Promedio Anual) la cantidad de nitrógeno volatilizado o lixiviado/escurrido susceptible de aplicársele un Factor de Emisión indirecto de N₂O (EF₄ o EF₄ de la Tabla 11.3 respectivamente) para cada año y provincia.</p> <p><u>Datos de reporte</u></p> <p>Finalmente y tras el cálculo descrito, se realiza una integración de datos de la serie calculada de emisiones en las diferentes categorías de manera independiente para cada proceso (3B251 para la volatilización tras la deposición atmosférica y 3B252 para la emisión tras la lixiviación y escurrimiento) para el reporte CRF en sus categorías correspondientes.</p>
--	--	--

Variable de actividad

Variable	Descripción
Número medio de efectivos (Población Promedio Anual) por categorías productivas	<p><u>Población Promedio Anual</u></p> <p>La variable de actividad básica está constituida por el número medio anual de animales PPA (Población Promedio Anual (AAP según sus siglas en inglés)), que es el número censal registrado en un momento dado que se puede considerar constante a lo largo del año. Se define para cada categoría animal homogénea un individuo representativo a los efectos de asociarlo posteriormente a un bloque de cálculo.</p> <p>El número de efectivos se calcula a nivel provincial (NUTS 3).</p>

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2018	<p>Para cada especie ganadera se realiza una estimación de la población promedio anual que está descrita minuciosamente en las fichas metodológicas correspondientes a “fermentación entérica”.</p> <p>https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx</p> <p>Según la especie ganadera las fuentes son diversas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Censo del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/ -Bases Zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de Nitrógeno y de Fósforo (MAPA)

<http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx>
- Encuestas ganaderas de la SG de Estadística del MAPA:
<http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/>
- Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA):
<http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/registro/>

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Período	Tipo	Fuente	Descripción
N ₂ O	1990-2018	D	Guía IPCC 2006. Tabla 10.22 del Capítulo 10 del Volumen 4.	Frac _{GasMS} Valores por defecto para pérdida de nitrógeno debida a volatilización de NH ₃ y NO _x durante la gestión del estiércol por tipo de animal y sistema de gestión de estiércol. Determina el N al que se le aplicará el EF ₄
N ₂ O	1990-2018	D	Guía IPCC 2006. Página 10.56 del Capítulo 10 del Volumen 4.	Frac _{LeachMS} Rango de valores para pérdida de nitrógeno debida a lixiviación y escurrimiento de N durante la gestión del estiércol. Determina el N al que se le aplicará el EF ₅
N ₂ O	1990-2018	D	Guía IPCC 2006. Tabla 11.3 del Capítulo 11 del Volumen 4.	Factores de emisión EF ₄ y EF ₅ EF ₄ : kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹ EF ₅ : kg N ₂ O-N (kg N lixiviación/escurrimiento) ⁻¹

Observaciones: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model")

Incertidumbres

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
N ₂ O	5%-350%	80-400%	Incertidumbres para las emisiones indirectas por volatilización y deposición atmosférica. VA (incertidumbre combinada de efectivos ganaderos, nitrógeno excretado por animal, fracciones por sistema de gestión de estiércol (epígrafe 10.5.5 de la Guía IPCC 2006) y fracciones de pérdida (tabla 10.22 de la Guía IPCC 2006)). FE (EF ₄ : FE de deposición. Tabla 11.1 IPCC GL 2006).
N ₂ O	5%-350%	93-233%	Incertidumbres para las emisiones indirectas por lixiviación y escurrimiento. VA (incertidumbre combinada de efectivos ganaderos, nitrógeno excretado por animal, fracciones por sistema de gestión de estiércol (epígrafe 10.5.5 de la Guía IPCC 2006) y fracciones de pérdida). FE (EF ₅ : FE de lixiviación y escurrimiento. Tabla 11.1 IPCC GL 2006).

Coherencia temporal de la serie

Con respecto a la variable básica de actividad, el censo, cuyo informe metodológico estandarizado de la operación estadística afirma que los datos son comparables en el tiempo, se considera globalmente que la serie es coherente al cubrir el conjunto de animales del territorio nacional y provenir la información de una fuente oficial.

En cuanto a la categorización animal, junto con los parámetros zootécnicos de cálculo involucrados, la metodología recogida en los documentos "Bases Zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de Nitrógeno y de Fósforo" de las diferentes especies ganaderas, incorpora los cambios temporales necesarios para reflejar la evolución de este sector a lo largo de la serie inventariada, pero utiliza los mismos fundamentos metodológicos.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El nivel de desagregación geográfica para el cálculo de las emisiones es provincial, ya que se cuenta con la variable de actividad (cabezas de ganado) a ese nivel.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Agosto 2020.

Ficha Técnica

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Número de efectivos de Población Promedio Anual por Sistema de Gestión de Estiércol (MS) y parámetro zootécnico Nitrógeno excretado (Nex) por categoría animal y provincia para cada año.

Ejemplo escogido: Vacuno no lechero, con 20 categorías, para la provincia de Álava y para el año 2018.

Tabla 1

CATEGORIA GANADERA	SISTEMA DE GESTION DE ESTIERCOL	PPA x MS	Nex
TERNEROS SACRIFICIO ESTABULADOS	Distribución diaria	46,50882312	54,08552907
	Almacenaje de sólidos	1007,691177	54,08552907
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907
	Otros vacuno cebo	51,67647111	54,08552907
TERNEROS SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1359	36,21159886
OTROS TERNEROS MACHO ESTABULADOS	Distribución diaria	7,094117584	44,20711756
	Almacenaje de sólidos	153,7058824	44,20711756
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756
	Otros vacuno cebo	7,88235302	44,20711756
OTROS TERNEROS MACHO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1667	44,20711756
OTROS TERNEROS HEMBRA ESTABULADOS	Distribución diaria	97,57058737	40,84071927
	Almacenaje de sólidos	2114,029413	40,84071927
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927
	Otros vacuno cebo	108,4117658	40,84071927
OTROS TERNEROS HEMBRA PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	5147	38,07695452
AÑOJO MACHO ESTABULADO	Distribución diaria	16,96764691	66,58160474
	Almacenaje de sólidos	367,6323531	66,58160474
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474
	Otros vacuno cebo	18,85294137	66,58160474
AÑOJO MACHO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	129	81,61466765
AÑOJOS HEMBRA SACRIFICIO ESTABULADOS	Distribución diaria	13,235294	87,77303034
	Almacenaje de sólidos	286,764706	87,77303034
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034
	Otros vacuno cebo	14,7058825	87,77303034
AÑOJOS HEMBRA SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	74	63,45705762
AÑOJOS HEMBRA REPOSICIÓN ESTBULADOS	Distribución diaria	57,20294067	84,10045277
	Almacenaje de sólidos	1239,397059	84,10045277
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277
	Otros vacuno cebo	63,55882417	84,10045277
AÑOJOS HEMBRA REPOSICIÓN PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	3018	63,45705762
REPRODUCTOR MACHO ESTABULADO	Distribución diaria	2,355882332	102,8133951
	Almacenaje de sólidos	51,04411767	102,8133951
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951
	Otros vacuno cebo	2,617647085	102,8133951
REPRODUCTOR MACHO PASTOERO	Pastura/Prado/Pradera	553	102,8133951
NOVILLA SACRIFICIO ESTABULADA	Distribución diaria	0,26470588	76,06463594
	Almacenaje de sólidos	5,73529412	76,06463594
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594

CATEGORÍA GANADERA	SISTEMA DE GESTIÓN DE ESTIÉRCOL	PPA x MS	Nex
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594
	Otros vacuno cebo	0,29411765	76,06463594
NOVILLA SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	61	76,06463594
NOVILLA REPOSICIÓN ESTABULADA	Distribución diaria	8,07352934	80,59893033
	Almacenaje de sólidos	174,9264707	80,59893033
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033
	Otros vacuno cebo	8,970588325	80,59893033
NOVILLA REPOSICIÓN PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1898	80,59893033
VACAS NODRIZAS ESTABULADAS	Distribución diaria	55,27058774	75,91624179
	Almacenaje de sólidos	1197,529412	75,91624179
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179
	Otros vacuno cebo	61,41176532	75,91624179
VACAS NODRIZAS PASTOERO	Pastura/Prado/Pradera	12986	75,91624179

PPA: (Población Promedio Anual) en cabezas de ganado.

MS: Fracción del Sistema de Gestión de Estiércol para una categoría animal y provincia determinada.

PPA x MS: Población asignada a cada sistema de gestión de estiércol en una categoría animal y provincia determinada.

Nex: Nitrógeno excretado en kg de Nitrógeno por cabeza y año para una categoría animal y provincia determinada.

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Factores de emisión para la estimación de las emisiones indirectas de N₂O debidas a la gestión de estiércoles por Sistema de Gestión de Estiércol (SGE).

Para la estimación de la emisión indirecta de N₂O se utilizan las ecuaciones 10.26, 10.27, 10.28 y 10.29 de la Guía IPCC 2006

EQUATION 10.26
N LOSSES DUE TO VOLATILISATION FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_{\text{volatilization-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

EQUATION 10.27
INDIRECT N₂O EMISSIONS DUE TO VOLATILISATION OF N FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{\text{volatilization-MMS}} \cdot EF_4) \cdot \frac{44}{28}$$

EQUATION 10.28
N LOSSES DUE TO LEACHING FROM MANURE MANAGEMENT SYSTEMS

$$N_{\text{leaching-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{LeachMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

EQUATION 10.29
INDIRECT N₂O EMISSIONS DUE TO LEACHING FROM MANURE MANAGEMENT

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{\text{leaching-MMS}} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28}$$

Las ecuaciones 10.26 y 10.28 se aplican pormenorizadamente para los efectivos ganaderos asignados a cada categoría animal T y a cada sistema de gestión de estiércol S al objeto de poder asignarle un valor de Frac_{GasMS} de la Tabla 10.22 en el caso de volatilización o bien un valor de Frac_{LeachMS} en el caso de lixiviación y escurrimiento, escogiéndose en este último caso el valor de 1% a dicha fracción dentro del rango indicado en la ecuación 10.28 de la Guía IPCC 2006 para el estiércol gestionado (no pastoreo). Los valores de EF₄ y EF₅ de la Tabla 11.3 del capítulo 11 de la Guía IPCC 2006 están establecidos en kg de N₂O-N / kg N, por lo que es necesaria la aplicación del factor de corrección de 44/28 de la ecuación 10.25 para su conversión a kg de N₂O. Estos valores de EF son solamente dependientes del Sistema de Gestión de Estiércol, por lo tanto son independientes de la especie y categoría ganadera, así como de la provincia y del año.

SISTEMA DE GESTION DE ESTIERCOL	Proceso	Frac _{GasMS}	Frac _{LeachMS}	EF	Factor de corrección 44/28
Distribución diaria	Volatilización - 3B251	0,07	0	EF ₄ : 0,01	1,571428571
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0,01	EF ₅ : 0,0075	1,571428571
Almacenaje de sólidos	Volatilización - 3B251	0,45	0	EF ₄ : 0,01	1,571428571
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0,01	EF ₅ : 0,0075	1,571428571
Líquido/Fango con cobertura de costra natural	Volatilización - 3B251	0,4	0	EF ₄ : 0,01	1,571428571
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0,01	EF ₅ : 0,0075	1,571428571
Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	Volatilización - 3B251	0,4	0	EF ₄ : 0,01	1,571428571
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0,01	EF ₅ : 0,0075	1,571428571
Otros sistema de gestión de estiércol en vacuno cebo	Volatilización - 3B251	0,3	0	EF ₄ : 0,01	1,571428571
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0,01	EF ₅ : 0,0075	1,571428571
Pastura/Prado/Pradera (*)	Volatilización - 3B251	0	0	-	-
	Lixiviación y escurrimiento - 3B252	0	0	-	-

(*) Nótese que para pastoreo no se realiza cálculo con metodología 3B. Las emisiones indirectas que se generan por pastoreo se calculan mediante metodología 3D y se reportan en las categorías 3D21 y 3D22.

ANEXO III

Cálculo de emisiones

El cálculo de emisiones se realiza multiplicando para cada categoría de la Tabla 1 la Población Promedio Anual de cada provincia y año asignada a cada sistema de gestión de estiércol S. Por lo que para una provincia determinada, las emisiones de una categoría animal asociadas a un sistema de gestión de estiércol S se calcularían en cada año mediante las siguientes expresiones:

- Para el proceso de volatilización - 3B251

$$EE = PPA \times MS \times Nex \times Frac_{GasMS} \times \frac{44}{28} \times EF_4$$

- Para el proceso de lixiviación y escurrimiento - 3B252

$$EE = PPA \times MS \times Nex \times Frac_{LeachMS} \times \frac{44}{28} \times EF_5$$

Dichas ecuaciones se aplican pormenorizadamente para los efectivos ganaderos asignados a cada categoría animal T y a cada sistema de gestión de estiércol S. En este caso, aunque la operativa a nivel provincial no sería necesaria por ser el Factor de Emisión independiente de la temperatura, se realiza a este nivel para poder disponer de los datos de emisión provinciales si fuera necesario para otros requerimientos posibles.

Este cálculo sería equivalente a multiplicar cada línea de la Tabla 3 mostrada a continuación según la expresión anterior (ejemplo escogido: vacuno no lechero, con 20 categorías, para la provincia de Álava y para el año 2018). De manera global para toda la serie, este cálculo se repetiría para cada provincia y año y para cada una de las especies ganaderas.

Los parámetros zootécnicos, como el Nitrógeno excretado (Nex), de las diferentes especies ganaderas se pueden obtener de los documentos zootécnicos citados en la tabla de “Fuentes de información” de la presente ficha. Así mismo, una relación de las diferentes categorías de especies ganaderas las podemos obtener de las fichas correspondientes a “fermentación entérica” de esta misma colección.

Tabla 3

CATEGORIA GANADERA	SISTEMA DE GESTION DE ESTIERCOL	PPA x MS	Nex	CATEG CRF	FRAC GAS MS	FRAC LEACH MS	EF	Factor Corrección	EMISION
TERNEROS SACRIFICIO ESTABULADOS	Distribución diaria	46,50882312	54,08552907	3B251	0,07	0	0,01	44/28	2,766999735
	Distribución diaria	46,50882312	54,08552907	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,296464257
	Almacenaje de sólidos	1007,691177	54,08552907	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	6,423392302
	Almacenaje de sólidos	1007,691177	54,08552907	3B251	0,45	0	0,01	44/28	385,4035381
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907	3B251	0,4	0	0,01	44/28	110,6799906
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	2,075249824
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907	3B251	0,4	0	0,01	44/28	110,6799906
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	325,5617653	54,08552907	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	2,075249824
	Otros vacuno cebo	51,67647111	54,08552907	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,329404737
	Otros vacuno cebo	51,67647111	54,08552907	3B251	0,3	0	0,01	44/28	13,17618946
TERNEROS SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1359	36,21159886	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	1359	36,21159886	3B251	0	0	0,01	44/28	0
OTROS TERNEROS MACHO ESTABULADOS	Distribución diaria	7,094117584	44,20711756	3B251	0,07	0	0,01	44/28	0,344971539
	Distribución diaria	7,094117584	44,20711756	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,036961236
	Almacenaje de sólidos	153,7058824	44,20711756	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,800826794
	Almacenaje de sólidos	153,7058824	44,20711756	3B251	0,45	0	0,01	44/28	48,04960767
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756	3B251	0,4	0	0,01	44/28	13,79886171
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,258728657
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756	3B251	0,4	0	0,01	44/28	13,79886171
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	49,65882362	44,20711756	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,258728657
	Otros vacuno cebo	7,88235302	44,20711756	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,041068041
	Otros vacuno cebo	7,88235302	44,20711756	3B251	0,3	0	0,01	44/28	1,642721645
OTROS TERNEROS MACHO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1667	44,20711756	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	1667	44,20711756	3B251	0	0	0,01	44/28	0
	Distribución diaria	97,57058737	40,84071927	3B251	0,07	0	0,01	44/28	4,383338264

CATEGORIA GANADERA	SISTEMA DE GESTION DE ESTIERCOL	PPA x MS	Nex	CATEG CRF	FRAC GAS MS	FRAC LEACH MS	EF	Factor Corrección	EMISION
OTROS TERNEROS HEMBRA ESTABULADOS	Distribución diaria	97,57058737	40,84071927	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,469643385
	Almacenaje de sólidos	2114,029413	40,84071927	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	10,17560678
	Almacenaje de sólidos	2114,029413	40,84071927	3B251	0,45	0	0,01	44/28	610,5364068
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927	3B251	0,4	0	0,01	44/28	175,3335325
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,287503734
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927	3B251	0,4	0	0,01	44/28	175,3335325
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	682,9941189	40,84071927	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,287503734
	Otros vacuno cebo	108,4117658	40,84071927	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,521825994
Otros vacuno cebo	108,4117658	40,84071927	3B251	0,3	0	0,01	44/28	20,87303975	
OTROS TERNEROS HEMBRA PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	5147	38,07695452	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	5147	38,07695452	3B251	0	0	0,01	44/28	0
AÑOJO MACHO ESTABULADO	Distribución diaria	16,96764691	66,58160474	3B251	0,07	0	0,01	44/28	1,242706476
	Distribución diaria	16,96764691	66,58160474	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,133147122
	Almacenaje de sólidos	367,6323531	66,58160474	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	2,884854346
	Almacenaje de sólidos	367,6323531	66,58160474	3B251	0,45	0	0,01	44/28	173,0912607
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474	3B251	0,4	0	0,01	44/28	49,70825957
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,932029867
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474	3B251	0,4	0	0,01	44/28	49,70825957
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	118,7735296	66,58160474	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,932029867
	Otros vacuno cebo	18,85294137	66,58160474	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,14794125
	Otros vacuno cebo	18,85294137	66,58160474	3B251	0,3	0	0,01	44/28	5,917649996
AÑOJO MACHO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	129	81,61466765	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	129	81,61466765	3B251	0	0	0,01	44/28	0
AÑOJOS HEMBRA SACRIFICIO ESTABULADOS	Distribución diaria	13,235294	87,77303034	3B251	0,07	0	0,01	44/28	1,277872048
	Distribución diaria	13,235294	87,77303034	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,136914862
	Almacenaje de sólidos	286,764706	87,77303034	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	2,96648871
	Almacenaje de sólidos	286,764706	87,77303034	3B251	0,45	0	0,01	44/28	177,9893226
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034	3B251	0,4	0	0,01	44/28	51,11488247
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,958404046
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034	3B251	0,4	0	0,01	44/28	51,11488247
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	92,647059	87,77303034	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,958404046
	Otros vacuno cebo	14,7058825	87,77303034	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,152127628
Otros vacuno cebo	14,7058825	87,77303034	3B251	0,3	0	0,01	44/28	6,085105105	
AÑOJOS HEMBRA SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	74	63,45705762	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	74	63,45705762	3B251	0	0	0,01	44/28	0
AÑOJOS HEMBRA REPOSICIÓN ESTABULADOS	Distribución diaria	57,20294067	84,10045277	3B251	0,07	0	0,01	44/28	5,291872531
	Distribución diaria	57,20294067	84,10045277	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,566986343
	Almacenaje de sólidos	1239,397059	84,10045277	3B251	0,45	0	0,01	44/28	737,0822522
	Almacenaje de sólidos	1239,397059	84,10045277	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	12,2847042
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277	3B251	0,4	0	0,01	44/28	211,6749035
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,968904441
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277	3B251	0,4	0	0,01	44/28	211,6749035
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	400,420589	84,10045277	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,968904441
	Otros vacuno cebo	63,55882417	84,10045277	3B251	0,3	0	0,01	44/28	25,19939348
	Otros vacuno cebo	63,55882417	84,10045277	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,629984837
AÑOJOS HEMBRA REPOSICIÓN PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	3018	63,45705762	3B251	0	0	0,01	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	3018	63,45705762	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
REPRODUCTOR MACHO ESTABULADO	Distribución diaria	2,355882332	102,8133951	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,028546916
	Distribución diaria	2,355882332	102,8133951	3B251	0,07	0	0,01	44/28	0,266437887
	Almacenaje de sólidos	51,04411767	102,8133951	3B251	0,45	0	0,01	44/28	37,11099176
	Almacenaje de sólidos	51,04411767	102,8133951	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,618516529
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951	3B251	0,4	0	0,01	44/28	10,6575156

CATEGORIA GANADERA	SISTEMA DE GESTION DE ESTIERCOL	PPA x MS	Nex	CATEG CRF	FRAC GAS MS	FRAC LEACH MS	EF	Factor Corrección	EMISION
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,199828417
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951	3B251	0,4	0	0,01	44/28	10,6575156
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	16,4911765	102,8133951	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,199828417
	Otros vacuno cebo	2,617647085	102,8133951	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,031718797
	Otros vacuno cebo	2,617647085	102,8133951	3B251	0,3	0	0,01	44/28	1,268751867
REPRODUCTOR MACHO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	553	102,8133951	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	553	102,8133951	3B251	0	0	0,01	44/28	0
NOVILLA SACRIFICIO ESTABULADA	Distribución diaria	0,26470588	76,06463594	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,002373025
	Distribución diaria	0,26470588	76,06463594	3B251	0,07	0	0,01	44/28	0,022148232
	Almacenaje de sólidos	5,73529412	76,06463594	3B251	0,45	0	0,01	44/28	3,084932348
	Almacenaje de sólidos	5,73529412	76,06463594	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,051415539
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594	3B251	0,4	0	0,01	44/28	0,885929291
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,016611174
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594	3B251	0,4	0	0,01	44/28	0,885929291
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	1,85294118	76,06463594	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,016611174
	Otros vacuno cebo	0,29411765	76,06463594	3B251	0,3	0	0,01	44/28	0,105467774
	Otros vacuno cebo	0,29411765	76,06463594	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,002636694
NOVILLA SACRIFICIO PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	61	76,06463594	3B251	0	0	0,01	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	61	76,06463594	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
NOVILLA REPOSICIÓN ESTABULADA	Distribución diaria	8,07352934	80,59893033	3B251	0,07	0	0,01	44/28	0,715789612
	Distribución diaria	8,07352934	80,59893033	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,076691744
	Almacenaje de sólidos	174,9264707	80,59893033	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	1,661654471
	Almacenaje de sólidos	174,9264707	80,59893033	3B251	0,45	0	0,01	44/28	99,69926827
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033	3B251	0,4	0	0,01	44/28	28,63158478
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,536842215
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033	3B251	0,4	0	0,01	44/28	28,63158478
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	56,51470599	80,59893033	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,536842215
	Otros vacuno cebo	8,970588325	80,59893033	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,085213051
	Otros vacuno cebo	8,970588325	80,59893033	3B251	0,3	0	0,01	44/28	3,408522025
NOVILLA REPOSICIÓN PASTOREO	Pastura/Prado/Pradera	1898	80,59893033	3B251	0	0	0,01	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	1898	80,59893033	3B252	0	0	0,0075	44/28	0
VACAS NODRIZAS ESTABULADAS	Distribución diaria	55,27058774	75,91624179	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,494520946
	Distribución diaria	55,27058774	75,91624179	3B251	0,07	0	0,01	44/28	4,615528833
	Almacenaje de sólidos	1197,529412	75,91624179	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	10,71462061
	Almacenaje de sólidos	1197,529412	75,91624179	3B251	0,45	0	0,01	44/28	642,8772363
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179	3B251	0,4	0	0,01	44/28	184,6211553
	Líquido/Fango con cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,461646662
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	3,461646662
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural	386,8941184	75,91624179	3B251	0,4	0	0,01	44/28	184,6211553
	Otros vacuno cebo	61,41176532	75,91624179	3B252	0	0,01	0,0075	44/28	0,549467729
	Otros vacuno cebo	61,41176532	75,91624179	3B251	0,3	0	0,01	44/28	21,97870915
VACAS NODRIZAS PASTOERO	Pastura/Prado/Pradera	12986	75,91624179	3B251	0	0	0,01	44/28	0
	Pastura/Prado/Pradera	12986	75,91624179	3B252	0	0	0,0075	44/28	0

PPA x MS: Población asignada a cada sistema de gestión de estiércol en una categoría animal y provincia determinada.

Nex: Nitrógeno excretado en kg de Nitrógeno por cabeza y año para una categoría animal y provincia determinada.

SUMA TOTAL de la última columna de emisiones calculadas: 4.794,43 kg de N₂O, asignado a la categoría CRF 3B25, que se desglosa en 4.709,72 kg de N₂O para la 3B251 y 84,71 kg de N₂O para la 3B252, correspondiente a la especie ganadera de vacuno no lechero, provincia de Álava y año 2018.

ANEXO IV

Emisiones

Realizando el cálculo anterior para todas las provincias, años y especies ganaderas obtendríamos las emisiones totales a lo largo de la serie temporal expresadas en toneladas de N₂O para todo el país y agrupadas por categoría CRF de reporte 3B251 y 3B252 (notar que estas categorías CRF de reporte no se desglosan por especie ganadera).

Tabla 4

Año	3B251 Indirectas 3B por volatilización	3B252 Indirectas 3B por lixiviación y escorrentía	3B25 Total
1990	2.991,91	67,32	3.059,22
1991	2.960,00	66,07	3.026,07
1992	2.946,06	66,28	3.012,35
1993	2.897,89	65,48	2.963,36
1994	2.963,97	66,06	3.030,03
1995	3.052,79	67,41	3.120,20
1996	3.094,75	69,14	3.163,89
1997	3.172,81	70,36	3.243,17
1998	3.305,74	73,40	3.379,13
1999	3.319,48	73,34	3.392,82
2000	3.510,38	78,77	3.589,15
2001	3.606,54	80,65	3.687,18
2002	3.546,84	79,28	3.626,13
2003	3.541,65	79,04	3.620,69
2004	3.665,14	81,01	3.746,15
2005	3.593,85	80,07	3.673,92
2006	3.431,28	76,70	3.507,99
2007	3.491,29	77,94	3.569,23
2008	3.278,45	73,55	3.351,99
2009	3.209,98	72,60	3.282,57
2010	3.148,19	71,75	3.219,94
2011	3.140,39	70,92	3.211,31
2012	3.107,01	70,56	3.177,57
2013	3.087,25	70,08	3.157,33
2014	3.155,89	71,22	3.227,12
2015	3.269,65	73,57	3.343,22
2016	3.431,14	76,98	3.508,12
2017	3.493,57	78,43	3.572,00
2018	3.499,59	78,71	3.578,30