Área de Calidad Atmosférica
Dirección General de Transición Energética y Economía Circular
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA E INTERIOR

INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Periodo 1990-2023

Edición 2025

Documento de síntesis

Gases de Efecto Invernadero

Categoría CRT

Índice

1. Introducción 1
2. Metodología 2
3. Emisiones GEI directas en la Comunidad de Madrid 2
   3.1. Datos de emisiones brutas (excluido LULUCF) 3
   3.2. Descripción e interpretación de las emisiones de GEI brutas por gases (excluido LULUCF) 6
   3.3. Variación con la edición anterior 9
   3.4. Absorciones y emisiones en LULUCF 10
   3.5. Datos de emisiones netas (Incluido LULUCF) 11
4. Emisiones GEI indirectas en la Comunidad de Madrid 13
   4.1. Emisiones indirectas de N_2O 13
   4.2. Emisiones indirectas de CO_2 14

1. Introducción

El presente documento ha sido elaborado en el marco del encargo a la empresa Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P.(TRAGSATEC), como medio propio personificado y servicio técnico de la Comunidad de Madrid, para la "ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, EDICIÓN 2024 (PERIODO 1990-2023).

En este documento se presenta el resumen del Informe del Inventario de la edición 2025, correspondiente a la serie 1990-2023 de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) de la Comunidad de Madrid.

Este informe recoge la estimación de las emisiones de CO_2 y otros GEI reportadas por el Inventario Nacional para la Comunidad de Madrid para el periodo 1990-2023. Los gases cuyas emisiones se contemplan en el presente documento de Inventario se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1.1. *Emisiones reportadas en el presente informe*

Emisiones directas	▪ Dióxido de carbono (CO_2) ▪ Metano (CH_4) ▪ Óxido nitroso (N_2O) ▪ Hidrofluorocarburos (HFC) ▪ Perfluorocarburos (PFC) ▪ Hexafluoruro de azufre (SF_6)
Emisiones indirectas	▪ Dióxido de carbono (CO_2) ▪ Óxido nitroso (N_2O)

El análisis de los gases de efecto invernadero (GEI) en la Comunidad de Madrid se lleva a cabo considerando los distintos **sectores, categorías y actividades** emisoras, conforme a la nueva clasificación CRT (*Common Reporting Tables*) adoptada por el Inventario Nacional en su edición más reciente. Esta clasificación reemplaza al formato anterior CRF (*Common Reporting Format*), manteniendo una estructura similar pero actualizada para cumplir con los requisitos establecidos por el Acuerdo de París[1]. Estos **sectores CRT** se dividen en:

- **Energía (CRT 1)**: incluye el conjunto de actividades relacionadas con el transporte, la transformación y el consumo de energía.
- **Procesos industriales y uso de productos (CRT 2)**: incluye todas las actividades industriales que, debido a sus características en el proceso de producción, son fuentes de emisiones de este tipo de gases, exceptuando los procesos de combustión en la industria que están recogidos en CRT 1. También se incluye el uso de productos en el sector industrial, como por ejemplo disolventes o gases fluorados (F-gases[2]).
- **Sector agrario (CRT 3)**: incluye las emisiones de GEI por el uso de la tierra en agricultura y ganadería, salvo los procesos de combustión y tratamiento de aguas.
- **Uso de la tierra, cambios de usos de la tierra y selvicultura (CRT 4)**: conocido por las siglas LULUCF (en inglés *Land use, land-use change, and* forestry) incluye las emisiones y absorciones de GEI debidas al uso de la tierra, así como sus posibles cambios, y a la selvicultura.
- **Residuos (CRT 5)**: incluye las emisiones debidas al tratamiento de residuos y aguas residuales.

[1] https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement
[2] Dentro de F-gases se recogen las emisiones de HFC, PFC y SF_6.

- **Otros (CRT 6)**: incluye aquellas actividades emisoras no recogidas en las categorías anteriores. El Inventario Nacional no registra emisiones en el Sector CRT 6 ya que todas sus actividades emisoras se encuentran descritas en los sectores anteriores.

Las emisiones atmosféricas de la Comunidad de Madrid se han obtenido a partir del cálculo de emisiones llevado a cabo por el Sistema Español de Inventario (en adelante SEI) para el Inventario Nacional. Por ello, tanto las fuentes de información como el tratamiento de datos y la metodología se corresponden con el Documento Nacional de Inventario 1990-2023 de Gases de Efecto Invernadero (en adelante NID).

2. Metodología

Los cálculos de emisiones contaminantes realizados por el SEI para la Comunidad de Madrid se han llevado a cabo siguiendo las directrices contenidas en la Guía IPCC[3] 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Para realizar la estimación de emisiones del territorio nacional se aplican varias metodologías según la información recopilada en cada caso.

- Métodos basados en datos de emisiones observados.
- Métodos basados en cálculos.

Dentro de los métodos basados en cálculos, podemos diferenciar a su vez varias metodologías el cálculo de balance de masas o la aplicación de factores de emisión. Este último es el más sencillo y utilizado en el Inventario. La ecuación general de cálculo de emisiones por factor de emisión es la siguiente:

$$Emisiones = VA \cdot FE$$

- Variable de actividad (VA): datos del alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (por ejemplo, consumo de combustible).
- Factor de emisión (FE): coeficiente que cuantifica las emisiones por actividad unitaria de actividad. Generalmente es un valor proporcionado por guías de organismo oficiales (por ejemplo, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero).

Esta es la metodología utilizada por el SEI para reportar las emisiones para todo el territorio nacional. En función del origen y método de cálculo elegido, se obtienen las emisiones estimadas a nivel provincial. En aquellos casos en los que la fuente de información no permita realizar la estimación a nivel provincial, se lleva a cabo una desagregación de las emisiones por provincia. Permitiendo así obtener los datos de emisiones de la Comunidad de Madrid a partir de las emisiones reportadas por el Inventario Nacional.

3. Emisiones GEI directas en la Comunidad de Madrid

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes de las tendencias de emisiones de GEI en la Comunidad de Madrid durante la serie temporal analizada (1990-2023).

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de la Comunidad de Madrid, diferenciando entre emisiones brutas (emisiones GEI sin tener en cuenta LULUCF), absorciones de LULUCF, así como las emisiones netas, que son el resultado de la suma de las emisiones brutas y LULUCF.

[3] https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/

Tabla 3.1. *Emisiones GEI totales en la Comunidad de Madrid (cifras en kt de CO_2-eq)*

	1990	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Emisiones brutas	16.182	29.740	26.667	22.779	20.306	22.990	21.932	21.166
LULUCF	-513,73	-1.014,9	-650,03	-841,27	-832,2	-919	-926,85	-923,34
Emisiones netas	15.668	28.725	26.017	21.938	19.474	22.071	21.005	20.243

3.1. Datos de emisiones brutas (excluido LULUCF)

Las emisiones brutas de GEI en la Comunidad de Madrid pueden observarse en la siguiente tabla, donde destaca el aumento progresivo de estas emisiones desde 1990 hasta el año 2007 (87,54 % con respecto a 1990). Posteriormente, desde el año 2007 hasta el año 2013, estas emisiones disminuyen, comportamiento que se explica por la reducción de la actividad debido a la crisis económica que afectó al país entre los años 2008 y 2013. La tendencia de bajada de las emisiones cambia a partir del año 2013, donde se observa un ligero aumento hasta la fuerte disminución de las emisiones en 2020 (disminución de un 33,08 % respecto al año 2007 y aumento de un 25,50 % respecto al año 1990) provocada por la crisis debida a la pandemia de COVID-19. A partir de 2021 se observa un ligero descenso de las emisiones que se mantiene en el año 2023, posiblemente provocado por las consecuencias en las actividades del aumento de la inflación.

Tabla 3.1.1. *Emisiones brutas de GEI en la Comunidad de Madrid. Valores absolutos y variación porcentual con respecto al año 1990 y 2007*

	1990	2005	2007	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CO_2-eq (kt)	16.182	29.740	30.345	26.667	22.779	20.306	22.990	21.932	21.166
Variación % vs. 1990	100,00%	183,78%	187,52%	164,80%	140,77%	125,49%	142,07%	135,53%	130,80%
Variación % vs. 2007	-	-	100,00%	87,88%	75,07%	66,92%	75,76%	72,28%	69,75%

La figura 3.1.1 refleja la evolución de las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid durante toda la serie histórica (1990-2023) por Sector CRT.

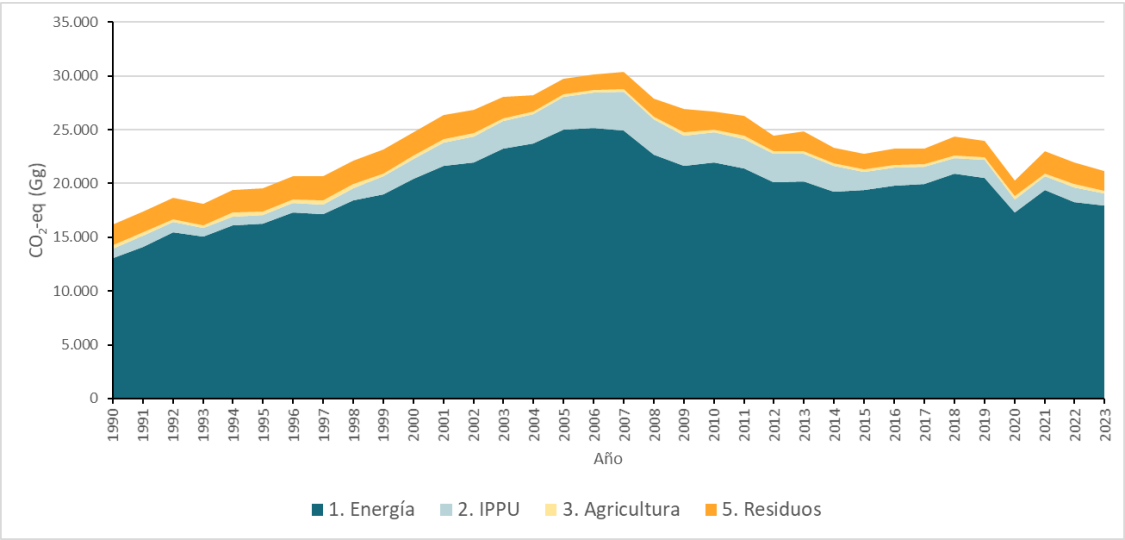


Figura 3.1.1. *Evolución de las emisiones en CO_2 equivalente en los distintos Sectores CRT en la Comunidad de Madrid*

En general, para todos los años de estudio el sector que más contribuye a las emisiones es Energía (CRT 1), con un 85 % de las emisiones totales en el año 2023, seguido del sector Residuos (CRT 5), IPPU (CRT

2) y sector Agrario (CRT 3) con un 8,9 %, 5,3 % y 1,2 % del total de las emisiones en 2023 respectivamente.

Las emisiones presentan un perfil diferenciado en cinco periodos a lo largo de la serie. El primer periodo se define por un aumento de las emisiones hasta 2007, que coincide con el periodo de crecimiento socioeconómico ocurrido en el país hasta la llegada de la crisis económica en 2008. Muestra de este crecimiento es el aumento de las emisiones de los Sectores CRT1 (Energía) y CRT 2 (IPPU) hasta el año 2007, probablemente debido al crecimiento del tejido industrial español hasta la llegada de la crisis económica. A partir de ese año, se observa una disminución de las emisiones en este sector, hasta reducirse a valores similares a los de finales del siglo pasado.

El segundo periodo en las emisiones brutas de la Comunidad de Madrid está marcado por un fuerte descenso de estas tras la llegada de la crisis en 2008, que se extiende hasta el año 2014. Esta importante disminución de las emisiones se corresponde con una bajada de la actividad, principalmente de las actividades industriales y energéticas.

A partir del año 2015 se revierte la tendencia y comienza un ligero repunte de las emisiones, que marca el tercer periodo. Este aumento de las emisiones coincide con el crecimiento económico del país tras la crisis y finaliza con la abrupta caída de las emisiones recogida en el año 2020. Esta bajada de las emisiones provocada por la disminución de actividad en todo el país como consecuencia del confinamiento durante la pandemia por COVID-19 se identifica como el cuarto periodo, que finaliza al año siguiente, cuando las emisiones recuperan su nivel normal tras la vuelta de la actividad en el país.

Finalmente, el quinto periodo se caracteriza por una disminución sostenida de las emisiones en los últimos años. Este fenómeno podría atribuirse a la reducción de ciertas actividades debido al incremento de la inflación y el aumento del precio de los combustibles, derivado de los diversos conflictos internacionales acaecidos.

En la figura 3.1.2, se pueden apreciar las emisiones brutas de GEI de la Comunidad de Madrid en términos de CO_2 equivalente para el año 2023, así como el peso de estas emisiones en los distintos gases de efecto invernadero, sectores y actividades dispuestas en la guía IPCC. Como puede observarse, la mayoría de las emisiones corresponden a CO_2 proveniente del sector energía, principalmente emitido en el transporte. En el caso del CH_4, se observa que la gran mayoría proviene de las emisiones de residuos sólidos en vertederos. Por otro lado, el N_2O y los gases fluorados (F-gases), estos últimos emitidos únicamente en actividades del sector industrial, suponen un porcentaje muy bajo de las emisiones brutas estimadas para la Comunidad de Madrid en el año 2023.

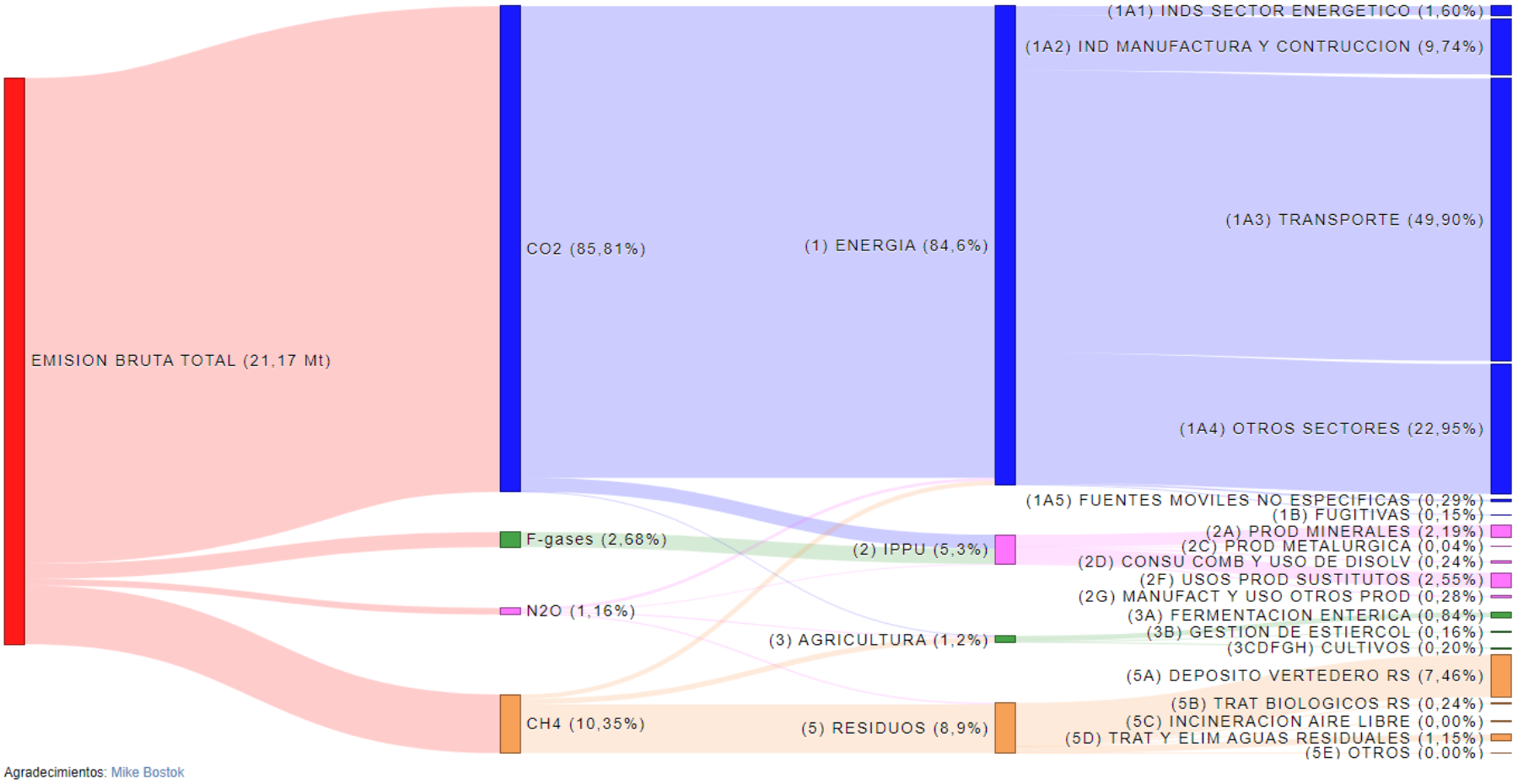


Figura 3.1.2. *Emisión bruta total (Mt CO_2-eq) en 2023, desagregada por GEI, sectores y categorías de la Comunidad de Madrid*

3.2. Descripción e interpretación de las emisiones de GEI brutas por gases (excluido LULUCF)

En la tabla siguiente se presenta un análisis de las emisiones de la Comunidad de Madrid según los diferentes gases de efecto invernadero emitidos. En este análisis se puede observar el peso de las emisiones brutas de cada uno de los gases en el total de las emisiones de GEI en los años escogidos de la serie inventariada.

Tabla 3.2.1. *Emisiones brutas por gas de los GEI en la Comunidad de Madrid: valores absolutos, índices y ratios*

		1990	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CO_2-eq (kt)	CO_2	13.683	26.162	22.317	19.549	17.472	19.590	18.551	18.163
	CH_4	2.252	1.775	1.968	1.771	1.814	2.398	2.323	2.190
	N_2O	240,4	382,0	369,7	260,4	311,0	281,6	278,3	245,5
	F-gases	7,27	1.420,5	2.013,0	1.198,6	709,5	720,2	779,0	567,4
Variación % vs. 1990	CO_2	100,00%	191,20%	163,10%	142,87%	127,69%	143,17%	135,58%	132,75%
	CH_4	100,00%	78,84%	87,39%	78,65%	80,54%	106,49%	103,19%	97,24%
	N_2O	100,00%	158,92%	153,81%	108,34%	129,39%	117,14%	115,77%	102,14%
	F-gases[1]	-	100%	142%	84%	50%	51%	55%	40%
Contribución % vs. Inventario	CO_2	84,55%	87,97%	83,69%	85,82%	86,04%	85,21%	84,59%	85,81%
	CH_4	13,91%	5,97%	7,38%	7,77%	8,93%	10,43%	10,59%	10,35%
	N_2O	1,49%	1,28%	1,39%	1,14%	1,53%	1,22%	1,27%	1,16%
	F-gases	0,04%	4,78%	7,55%	5,26%	3,49%	3,13%	3,55%	2,68%

[1] En 1990 solo se registran pequeñas emisiones de SF_6, mientras que desde 1995 comienzan a reportarse pequeñas emisiones de HFC y PFC que aumentan considerablemente en los siguientes años. Por ello, se decide como año base para calcular el porcentaje de variación de F-gases el año 2005.

Como puede observarse en la tabla anterior, el CO_2 contribuye con la gran mayoría de las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid, superando el 80 % durante todos los años de estudio. El metano (CH_4) ocupa el segundo lugar en importancia en las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid, habiendo aumentado su porcentaje a lo largo de los últimos años estudiados (alcanzando el 10,34 % en 2023). En cuanto a los F-gases, estos sufren un gran aumento hasta 2014, cuando comienzan su disminución hasta estabilizarse entorno al 3% en los últimos años. Y, por último, el óxido nitroso (N_2O) es el GEI que menor aporte tiene al total de GEI de la Comunidad de Madrid en la gran mayoría de años, entre el 1,5 y 2 % del total de emisiones de GEI en todos los años inventariados.

A continuación, se analizan las emisiones del año 2023 por contaminante GEI, en el territorio de la Comunidad de Madrid. Para ello, en las siguientes figuras se representan las emisiones brutas, por gases y por sectores emisores, del último año estudiado en la presente edición del inventario (2023). Esto permite analizar con mayor detalle los sectores más contaminantes de cada gas.

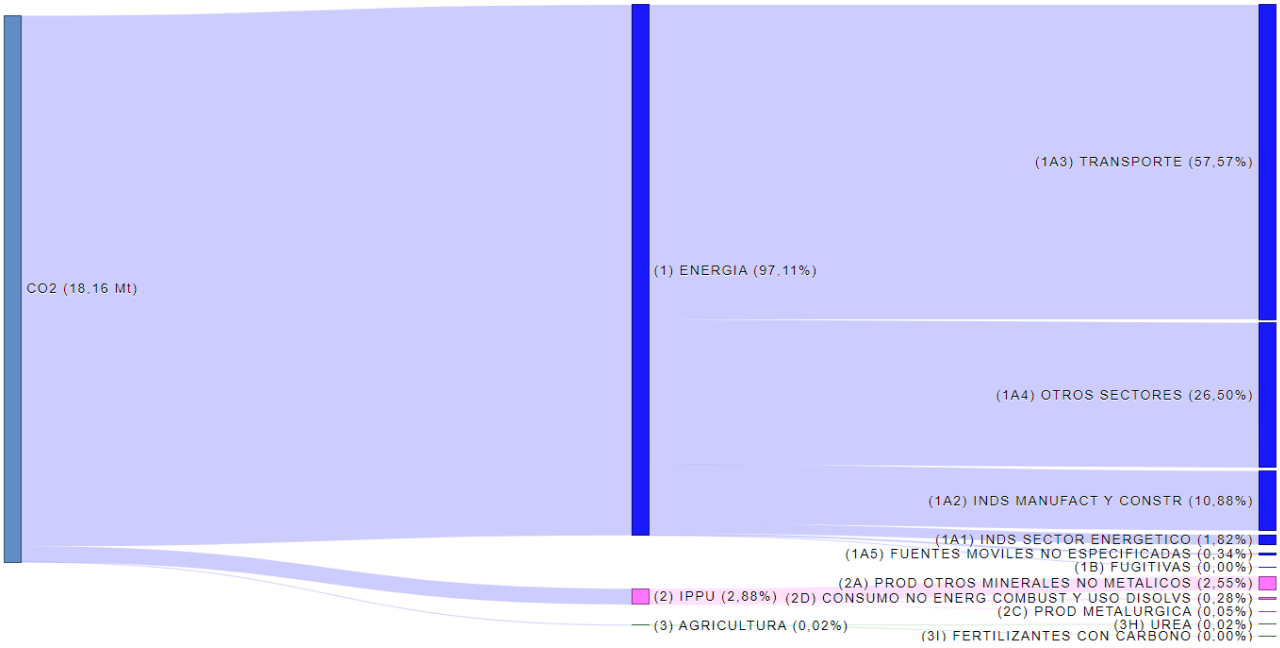


***Figura 3.2.1**. Emisión bruta de CO_2 (Mt CO_2-eq) en 2023, desagregada por categorías CRT en la Comunidad de Madrid*

En la figura 3.2.1 se observa que más del 97% de las emisiones de CO_2 provienen del sector energía (CRT 1) y, en menor medida, del sector industrial (CRT 2; no se tiene en cuenta la combustión en este sector, ya que esta se contabiliza en el sector energía). Dentro del sector energía, los que emiten la mayor parte del CO_2 en la Comunidad de Madrid en el año 2023 son el transporte (1A3), la industria manufacturera y de construcción (1A2) y otros sectores (1A4).

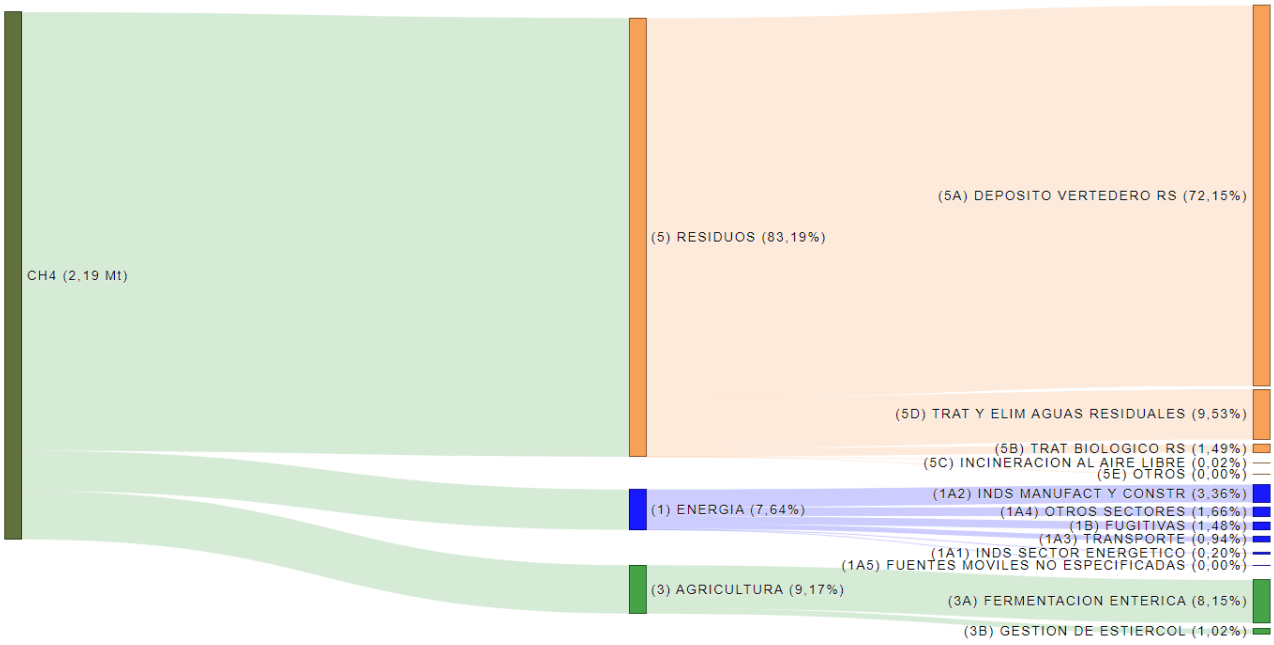


***Figura 3.2.2.** Emisión bruta de CH_4 (Mt CO_2-eq) en 2023, desagregada por categorías CRT en la Comunidad de Madrid*

Con respecto a la figura 3.2.2, destaca que la mayor parte de las emisiones de CH_4 en 2023 provienen del sector residuos (CRT 5), principalmente de la gestión de residuos sólidos y aguas residuales. En menor medida este gas es emitido también en agricultura (CRT 3) y energía (CRT 1).

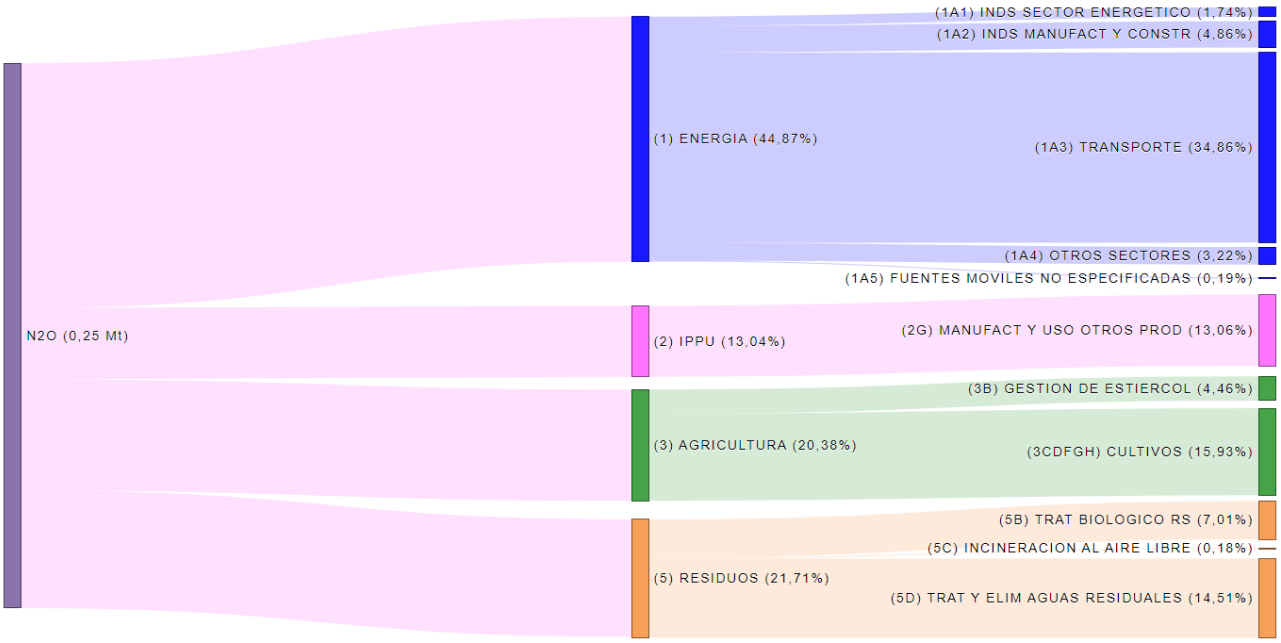


Figura 3.2.3. *Emisión bruta de N_2O (Mt CO_2-eq) en 2023, desagregada por categorías CRT en la Comunidad de Madrid*

En la figura 3.2.3 se puede observar que las emisiones de N_2O en 2023 en la Comunidad de Madrid se reparten de manera bastante equitativa entre todos los sectores. La emisión de este gas se debe principalmente al transporte, la depuración de aguas residuales, a la industria manufacturera y el uso de otros productos, a las actividades en suelos agrícolas (principalmente fertilizaciones) y a la gestión de estiércoles.

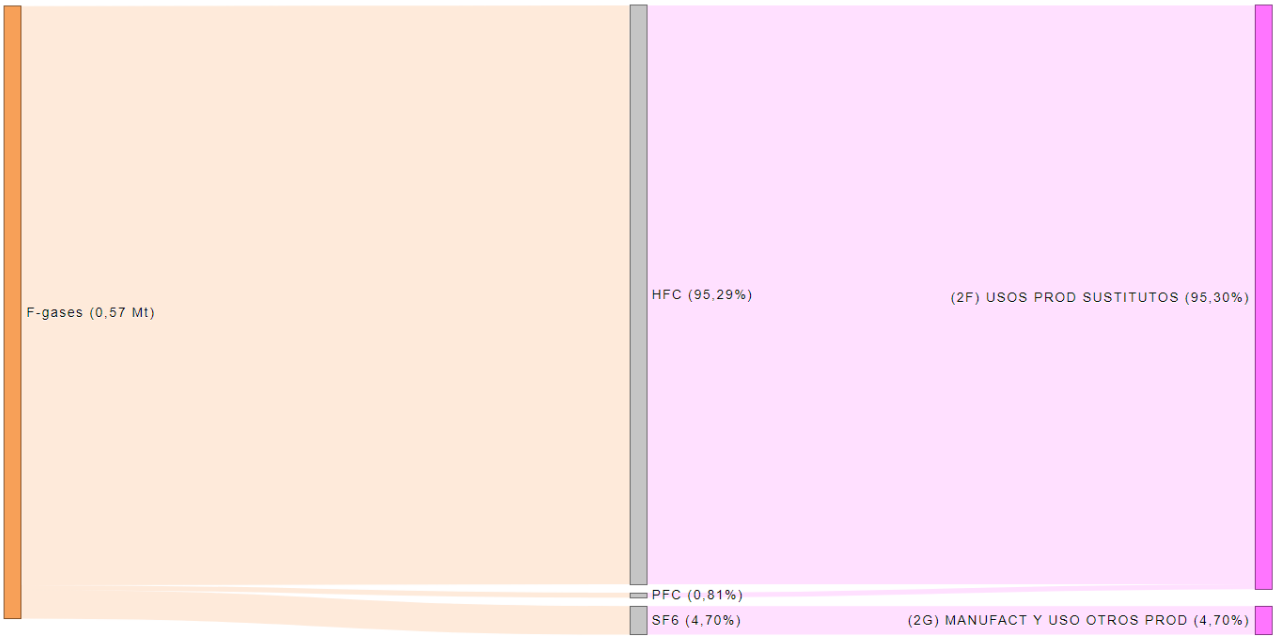


Figura 3.2.4. *Emisión bruta de F-gases (Mt CO_2-eq) en 2023, desagregada por categorías CRT en la Comunidad de Madrid*

Por último, la figura 3.2.4 refleja las emisiones de gases fluorados (F-gases), donde se observa que la mayoría de ellos corresponden a HFC en el año 2023, y que estos proceden únicamente del uso de productos sustitutos de gases CFC[4] (CRT 2F), que fueron regulados debido a su impacto en la destrucción de la capa de ozono. También se observa que el 100 % del SF_6 se emite en actividades de la industria manufacturera y el uso de otros productos (CRT 2G), donde se utiliza como aislante eléctrico.

3.3. Variación con la edición anterior

Con el objetivo de identificar posibles discrepancias en las estimaciones de emisiones, se presenta a continuación una comparativa entre los resultados publicados en dos ediciones consecutivas del Inventario de la Comunidad de Madrid. Esta comparación se centra en las emisiones atribuidas a un mismo año, lo que permite evaluar el impacto de eventuales actualizaciones metodológicas, ajustes en los datos de actividad o revisiones en los factores de emisión empleados.

Debido a diferencias metodológicas entre la edición 2024 y la edición 2025 se producen pequeñas diferencias en los valores de emisiones estimados para los mismos años.

En la siguiente tabla se recogen dichas diferencias de ambas ediciones en la Comunidad de Madrid, que también pueden verse representadas gráficamente en la figura 3.3.1.

Tabla 3.3.1. *Emisiones brutas de CO_2-eq en la Edición 2024 y Edición 2025*

	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Edición 2024	16.242,39	24.846,44	29.799,33	26.722,02	22.847,99	20.419,14	23.051,05	22.492,12
Edición 2025	16.182,16	24.793,25	29.739,69	26.667,40	22.779,14	20.306,22	22.990,10	21.932,14

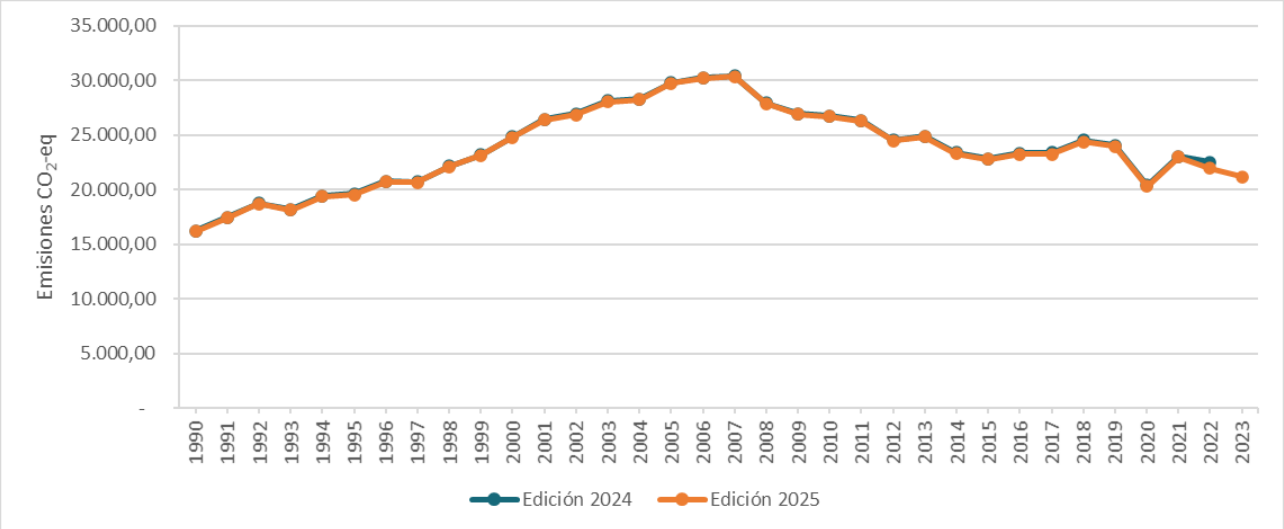


Figura 3.3.1. *Comparación de las emisiones estimadas en la Edición 2024 y la Edición 2025 (cifras en kt CO_2-eq)*

Como se puede ver en la tabla y figura anteriores, los datos de las últimas ediciones del Inventario han mostrado una estabilidad notable, ya que el SEI no ha introducido cambios metodológicos importantes en la estimación ni en el reparto de las emisiones nacionales. No obstante, en el año 2022 se aprecia una

[4] Clorofluorocarbonos

desviación más pronunciada, posiblemente relacionada con la actualización de variables de actividad en varias categorías.

3.4. Absorciones y emisiones en LULUCF

Las emisiones del Sector CRT 4, Uso de la tierra, cambios de usos de la tierra y selvicultura, conocido por las siglas LULUCF (en inglés *Land use, land-use change, and forestry*) incluyen las emisiones y absorciones de GEI debido al uso de la tierra, así como sus posibles cambios, y a la selvicultura. Generalmente este sector se considera un sumidero de GEI, debido a que se produce una mayor absorción que emisión de estos gases contaminantes.

Las tierras de cultivo pueden actuar como sumidero de CO_2-eq según el balance que se da entre el CO_2-eq que capturan las plantas durante la fotosíntesis y el que se emite en la respiración, descomposición y manejo. Si las entradas de carbono al suelo y biomasa superan a las emisiones, el sistema actúa como sumidero de CO_2, mientras que, si las emisiones superan a las entradas, el sistema actúa como fuente emisora de CO_2.

En la tabla 3.4.1 se muestran los valores correspondientes a los flujos netos de CO_2-eq en las distintas categorías del Sector LULUCF, expresando con signo positivo (+) las emisiones y con signo negativo (-) las absorciones.

Tabla 3.4.1. *Evolución de las emisiones (+) y absorciones (-) en LULUCF en la Comunidad de Madrid (kt de CO_2-eq)*

Categoría	1990	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
4A Tierras forestales	-305,14	-582,79	-615,02	-567,13	-522,34	-519,41	-516,25	-512,17
4B Tierras de cultivo	+32,26	+27,99	+2,67	-0,85	-0,40	-12,43	+17,48	-16,61
4C Pastizales	-12,84	-36,97	-41,05	-30,70	-15,92	-17,55	-16,36	-14,89
4D Humedales	-1,10	-0,91	-0,87	-0,71	-0,67	-0,65	-0,62	-0,60
4E Asentamientos	+71,43	+79,21	+106,12	+59,73	+45,22	+43,65	+42,08	+40,51
4F Otras tierras	+0,004	+0,11	+0,66	+1,14	+1,18	+1,19	+1,20	+1,21
4G Productos madereros	-298,35	-501,51	-102,55	-302,75	-339,28	-413,80	-454,37	-420,78
TOTAL	**-513,74**	**-1014,9**	**-650,04**	**-841,27**	**-832,21**	**-919,00**	**-926,84**	**-923,33**
4(III)[1]	4,20	4,96	5,37	4,83	3,77	3,56	3,36	3,16
4(IV)[2]	11,76	5,28	0,35	2,20	4,77	1,83	2,08	2,89

[1]Emisiones directas e indirectas de N_2O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión.
[2]Emisiones debidas a incendios y quemas controladas.
Nota: Las emisiones de las categorías 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G ya tienen incorporadas las emisiones de las categorías 4(III) y 4(IV), que aparecen desagregadas debajo del total del sector CRT4.

La contribución del sector LULUCF en la Comunidad de Madrid está claramente dominada por las absorciones de las categorías 4A (tierras forestales) y 4G (productos madereros), que incluyen el sumidero de tierras forestales que permanecen como tales y el correspondiente a las tierras convertidas en tierras forestales, así como aquellas destinadas para la explotación maderera.

La categoría 4B (tierras de cultivo) pasa de fuente emisora a sumidero en los últimos años de la serie, exceptuando el año 2022, donde vuelve a ser emisora debido posiblemente a los cambios de tipo de cultivo de herbáceo (menos absorción de CO_2) a leñoso (más absorción de CO_2).

Por su parte, la categoría 4C (pastizales) constituye en general un sumidero debido a las transiciones desde otros usos a pastos. Igual ocurre con la categoría 4D (humedales), aunque ésta con unas cifras más bajas.

Como principal fuente emisora, figura la categoría 4E (asentamientos), por el efecto de la pérdida de carbono en los distintos depósitos en el uso de la tierra previo a su conversión a asentamiento. La categoría 4F (otras tierras) es una fuente emisora, pero con valores de kt de CO_2-eq muy reducidos en comparación con el resto.

En la figura siguiente se representan gráficamente las emisiones/absorciones del sector LULUCF.

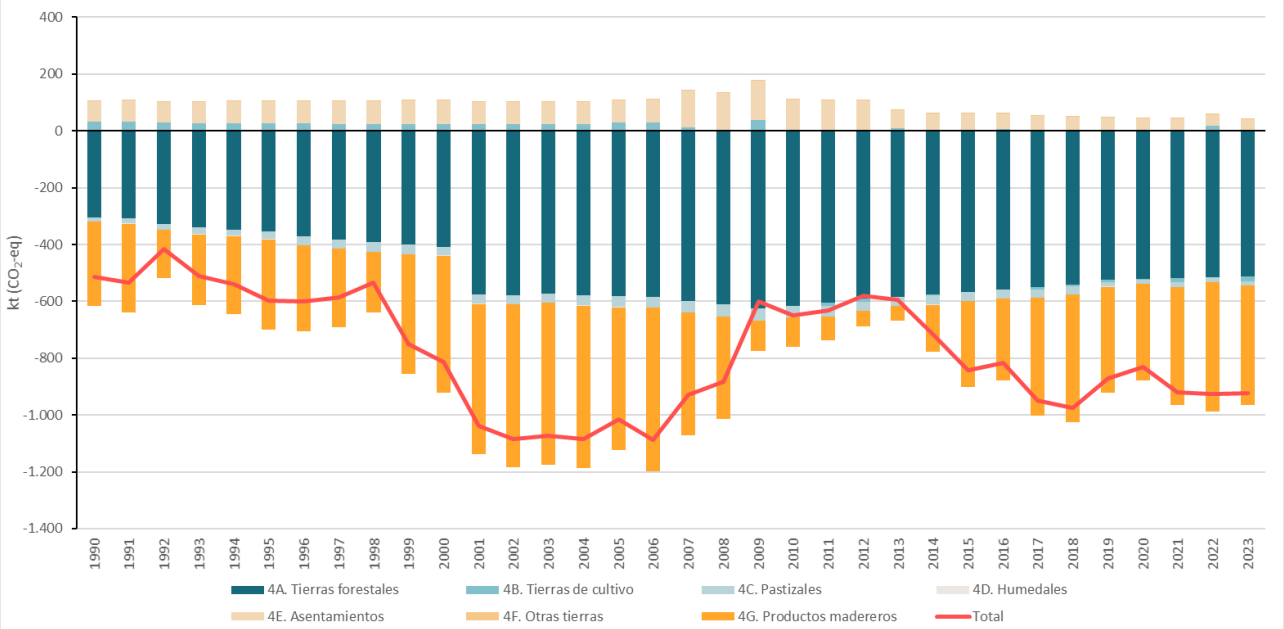


Figura 3.4.1. *Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO_2-eq)*

3.5. Datos de emisiones netas (Incluido LULUCF)

En este apartado se muestra la evolución de las emisiones netas de CO_2-eq del inventario, una vez descontadas las absorciones debidas al sector LULUCF de las emisiones brutas descritas en el apartado 3.1.

En la tabla 3.5.1 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas y en la figura 3.5.1 la evolución temporal de las mismas.

Tabla 3.5.1. *Evolución de las emisiones netas (kt CO_2-eq) y variación relativa respecto a 1990 y 2007*

	1990	2005	2007	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CO_2-eq (kt)	15.668	28.725	29.415	26.017	21.938	19.474	22.071	21.005	20.243
Variación % vs. 1990	100%	183%	188%	166%	140%	124%	141%	134%	129%
Variación % vs. 2007	-	-	100%	88,4%	74,6%	66,2%	75,0%	71,4%	68,8%

En términos generales, se observa que el perfil del índice se mantiene con relación a las emisiones brutas del inventario (sin LULUCF), alcanzándose en 2023 un aumento de emisiones netas de 29,2 % respecto al año 1990 y un descenso de las emisiones del 31,2 % con respecto al año 2007.

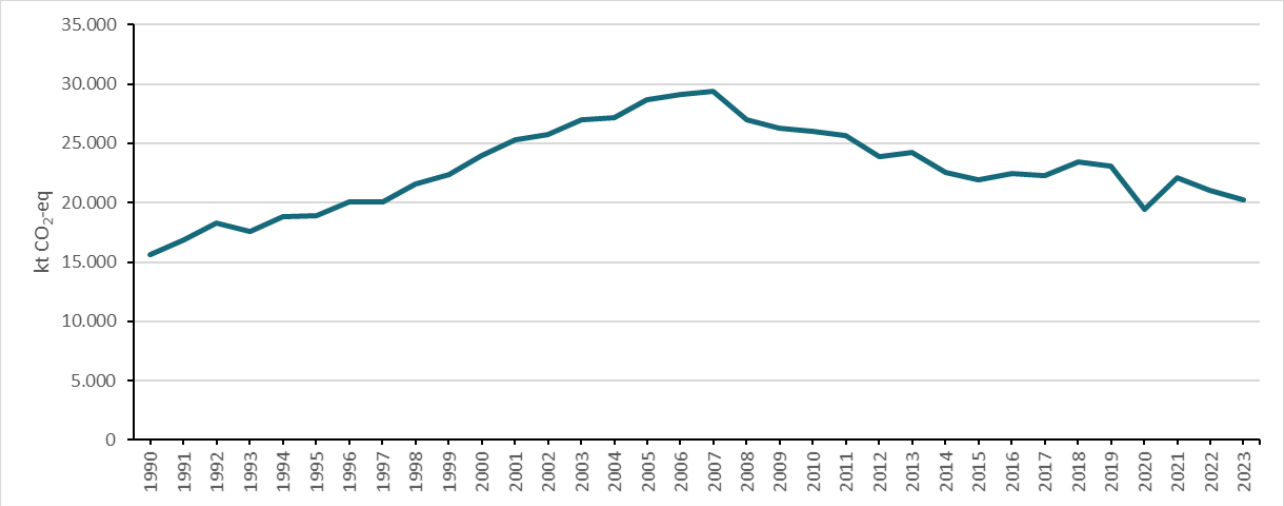


Figura 3.5.1. *Evolución de las emisiones netas (con LULUCF) en la Comunidad de Madrid*

A continuación, la siguiente figura presenta la evolución histórica de las emisiones netas, desglosadas por cada GEI. Asimismo, se indica mediante una línea discontinua roja el objetivo de reducción establecido para España en el año 2030, conforme al Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2023–2030)[5].

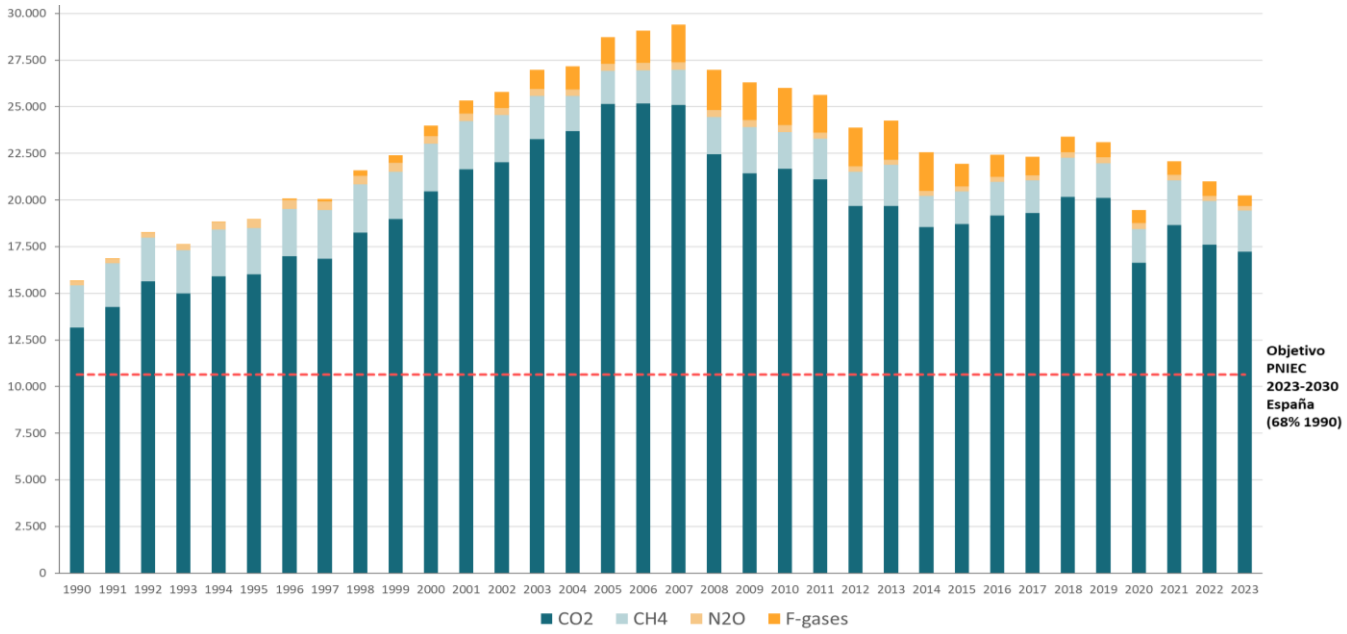


Figura 3.5.2. *Contribución de cada GEI a las emisiones netas (con LULUCF) en la Comunidad de Madrid*

[5] https://www.miteco.gob.es/es/energia/estrategia-normativa/pniec-23-30.html

4. Emisiones GEI indirectas en la Comunidad de Madrid

Las emisiones indirectas contempladas en el presente informe son las correspondientes a los gases N_2O y CO_2. En el caso del N_2O, se consideran emisiones indirectas aquellas emisiones derivadas de los procesos de lixiviación y escorrentía del N mineralizado en suelos. Por otro lado, las emisiones indirectas de CO_2 han sido estimadas a partir de las emisiones de este gas debido a la importación de energía eléctrica a la Comunidad de Madrid desde otros territorios. A pesar que desde Naciones Unidas y otros organismos internacionales se determina que los inventarios de emisiones deben incluir las emisiones producidas en el ámbito territorial de la entidad declarante, en situaciones como la Comunidad de Madrid, en la que se importa energía y bienes con elevadas emisiones asociadas, se considera una buena práctica contabilizar las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica que es producida fuera de la comunidad.

4.1. Emisiones indirectas de N_2O

Las emisiones indirectas de N_2O están recogidas dentro de la categoría Emisiones directas e indirectas de N_2O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión (4(III)).

Esta emisión indirecta se produce porque parte del N mineralizado (principalmente en forma de NO_3^-) puede no emitirse directamente, ni quedar retenido en el suelo ni en la vegetación, y ser transportado en el flujo de agua (escorrentía) o a través de los perfiles del suelo (lixiviación).

Los procesos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en las aguas superficiales o subterráneas que reciban el agua que transporta el N mineralizado (en forma de NH_4^+ y NO_3^-), transformarán parte de este N en N_2O. Por tanto, esta emisión se considera indirecta.

En la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno (N) disponible o una reducción de materia orgánica que favorezca su movilidad en el suelo aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementan la producción de N_2O, que se libera a la atmósfera.

En la siguiente tabla se recogen las emisiones/absorciones de la categoría 4(III) Emisiones indirectas en la Comunidad de Madrid (cifras en kt de CO_2-eq).

Tabla 4.1.1. *Evolución de las emisiones/absorciones indirectas dentro de la categoría 4(III) (cifras en kt CO_2-eq) en la Comunidad de Madrid*

Categoría	1990	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Emisiones indirectas	0,09	0,11	0,12	0,11	0,08	0,08	0,07	0,07

En el gráfico siguiente se representan las emisiones/absorciones indirectas de N_2O dentro de la categoría 4(III) en la Comunidad de Madrid (cifras en kt CO_2-eq), donde se observa el aumento progresivo en las emisiones hasta el año 2009, alcanzando su pico de emisiones máximo (0,12 kt de CO_2-eq). A partir de dicho año, se observa una disminución de las emisiones que sigue hasta el último año estudiado en esta edición (2023).

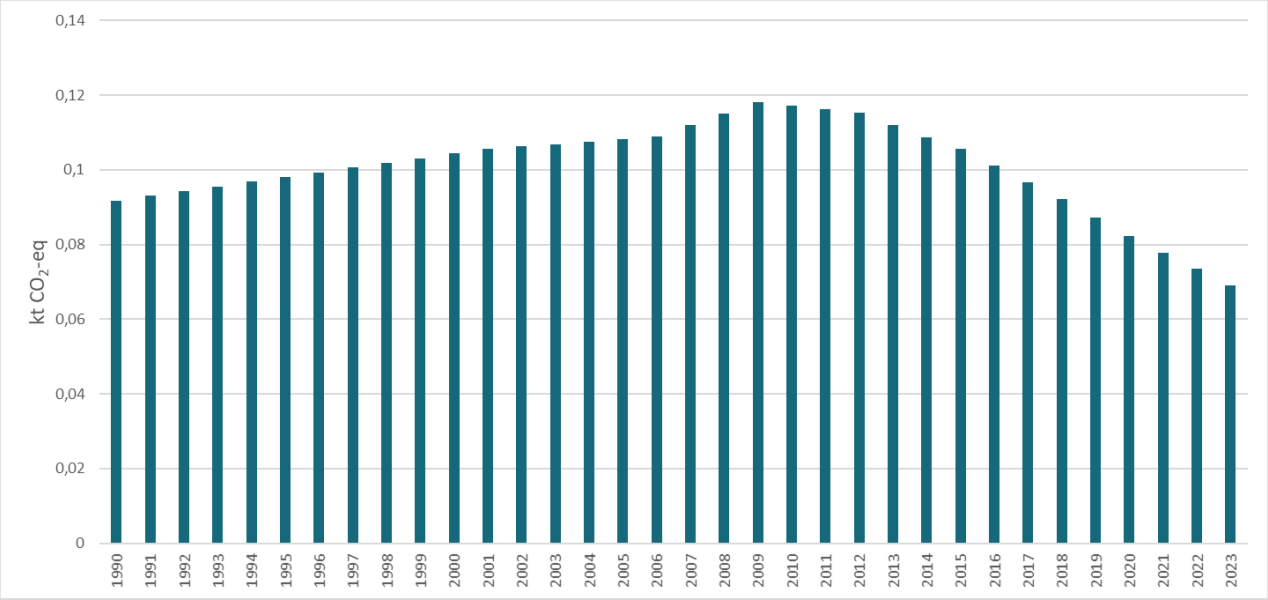


Figura 4.1.1. *Evolución de las emisiones/absorciones indirectas dentro de la categoría 4(III) (cifras en kt CO_2-eq)*

4.2. Emisiones indirectas de CO_2

Se consideran emisiones indirectas de CO_2, derivadas de la importación de energía, aquellas emisiones producidas en la generación de energía eléctrica que no se emiten en el territorio de la Comunidad de Madrid, sin embargo, el producto de esta actividad es importado y consumido en dicha región.

El Inventario Nacional no reporta emisiones indirectas de CO_2, dado que no es obligatorio. Sin embargo, se ha procedido a realizar una estimación de las emisiones indirectas de CO_2 siguiendo una metodología propia del Inventario de la Comunidad de Madrid, propuesta en la edición 2020 (1990-2018). La ecuación aplicada para el cálculo de las emisiones es la siguiente.

$$E_{EE} = C_{EE} \cdot FE_{CO_2_EE} \cdot (\frac{100 - AG}{100})/1.000.000$$

Donde,

E_{EE} = Emisiones de CO_2 estimadas del consumo de energía eléctrica (kt CO_2).

C_{EE} = Consumo de Energía eléctrica en los distintos sectores (KWh).

FE_{CO2_EE} = Factor de emisión de CO_2 asociado al consumo de energía eléctrica (kg CO_2/KWh)

AG = Porcentaje que representa la energía eléctrica generada en la Comunidad de Madrid en relación con el total de la energía eléctrica consumida.

La variable de actividad son los consumos de energía eléctrica asignados a los distintos sectores y el porcentaje de energía eléctrica consumida que se genera en la Comunidad de Madrid. Estos datos se obtienen a partir del "Balance Energético de la Comunidad de Madrid[6]" más actualizado (2022).

Debido a que, a la fecha de redacción del presente informe, no se había publicado aún la edición del Balance Energético (BE) del año 2023, no se ha podido obtener la variable de actividad de ese año. Por ello, no se ha estimado la emisión de CO_2 de 2023 en la presente edición del Inventario de la Comunidad de Madrid.

Las emisiones indirectas estimadas de CO_2 derivadas de la importación de energía en los distintos sectores de la Comunidad de Madrid quedan recogidas en la siguiente tabla.

***Tabla 4.2.1**. Emisiones indirectas de CO_2 derivadas de la importación de energía en la Comunidad de Madrid (cifras en kt CO_2)*

Año	Agricultura	Energía	Industria	Transporte	Servicios	Doméstico	Otros	Total
	kt CO_2							
2000	17,39	36,31	2.013,09	437,29	3.547,97	3.126,53	390,24	9.568,82
2001	20,46	40,91	2.096,89	475,64	3.794,86	3.329,45	358,01	10.116,22
2002	20,46	40,91	2.086,58	465,39	4.075,99	3.487,86	337,53	10.514,72
2003	20,46	46,03	2.178,52	506,28	4.392,84	3.671,78	337,52	11.153,42
2004	20,45	46,02	2.239,78	511,36	4.704,55	3.891,48	291,48	11.705,13
2005	26,08	133,45	2.216,53	526,14	5.106,97	4.008,68	275,60	12.293,45
2006	25,57	153,40	2.326,59	511,34	5.389,51	4.090,71	255,67	12.752,78
2007	26,15	104,59	2.416,14	596,19	5.674,26	4.277,92	245,80	13.341,06
2008	22,08	44,16	1.982,95	543,21	5.047,90	3.784,82	198,74	11.623,86
2009	25,10	33,47	1.673,51	384,91	4.920,12	3.635,70	112,96	10.785,78
2010	19,52	29,29	1.297,99	305,22	3.794,41	2.768,77	61,17	8.276,38
2011	23,01	30,68	1.426,49	640,39	4.133,77	3.136,75	61,35	9.452,44
2012	21,50	38,69	1.216,65	696,46	4.376,51	3.164,16	34,39	9.548,36
2013	13,48	26,96	892,99	276,32	3.629,24	2.389,16	13,48	7.241,63
2014	18,01	79,26	1.084,37	562,00	3.703,45	2.734,35	14,41	8.195,86
2015	25,10	103,21	1.423,55	741,53	4.878,74	3.552,82	18,60	10.743,54
2016	21,62	75,66	1.138,56	306,26	4.024,59	2.777,94	14,41	8.359,03
2017	26,74	105,16	1.422,40	732,96	4.721,84	3.389,64	13,60	10.412,34
2018	21,94	110,84	1.274,26	758,75	4.220,38	2.870,99	13,02	9.270,18
2019	16,46	65,83	873,33	447,41	2.909,53	2.090,31	6,14	6.408,99
2020	14,82	25,86	812,35	434,94	2.720,05	2.231,94	24,99	6.264,94
2021	16,01	40,18	1.090,06	424,18	2.614,89	2.278,02	98,49	6.561,84
2022	15,11	38,64	1.046,11	407,87	2.509,39	2.302,26	92,96	6.412,35

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones indirectas de CO_2 en kilotoneladas para los distintos sectores en la Comunidad de Madrid.

[6] https://www.comunidad.madrid/inversion/energia

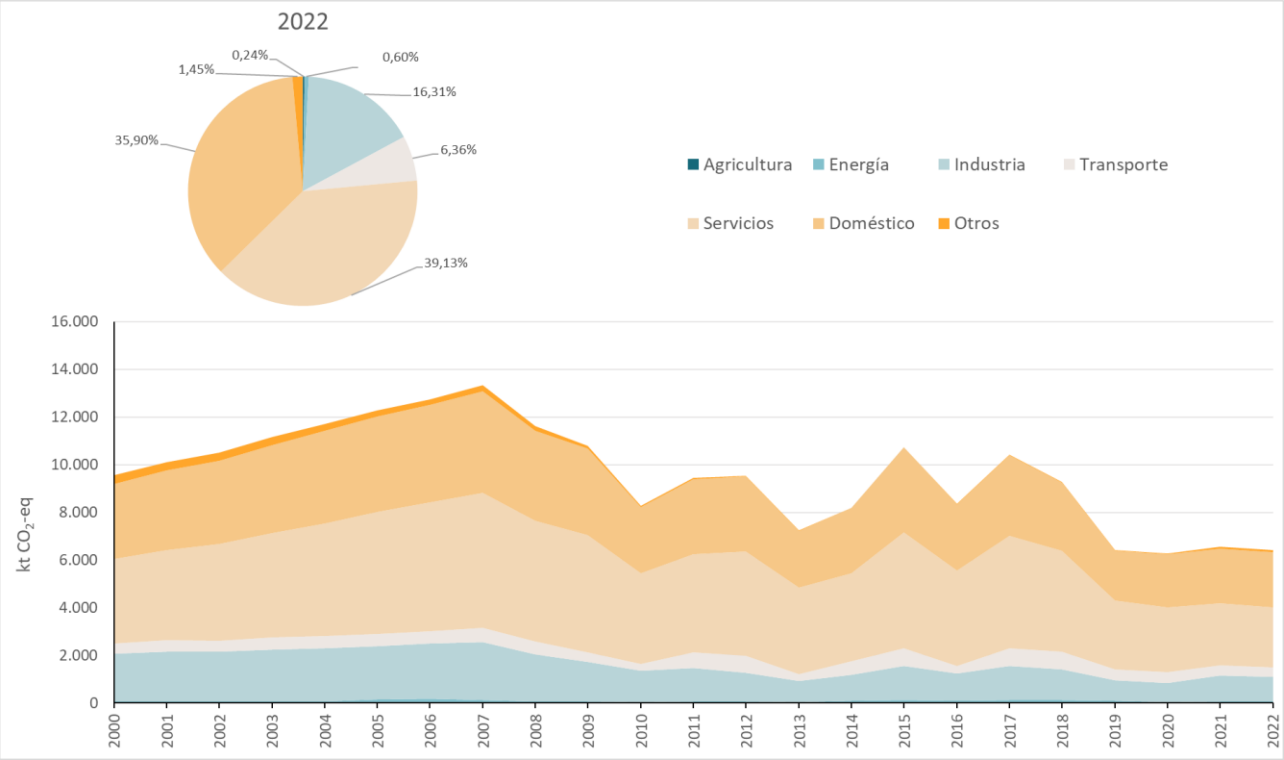


Figura 4.2.1. *Evolución de las emisiones indirectas de CO_2 (kt) en la Comunidad de Madrid*

Tal y como se observa en la figura 4.2.1, las emisiones de CO_2 derivadas de la importación de energía en la Comunidad de Madrid presentan una tendencia que disminuye a lo largo de la serie anual estudiada, con grandes variaciones en algunos años, posiblemente debido a los cambios en el consumo y generación de energía eléctrica en la Comunidad de Madrid y al aumento de las energías renovables a nivel nacional. Los sectores más relevantes por orden de importancia en estas emisiones son el sector servicios (39,13 % en 2022), el sector doméstico (35,90 % en 2022), el sector industrial (16,31 % en 2022) y el sector transporte (6,36 % en 2022).

La variación en las estimaciones de las emisiones con la anterior edición de 2024 se debe a la actualización de las variables de actividad y factores de emisión de la presente edición.