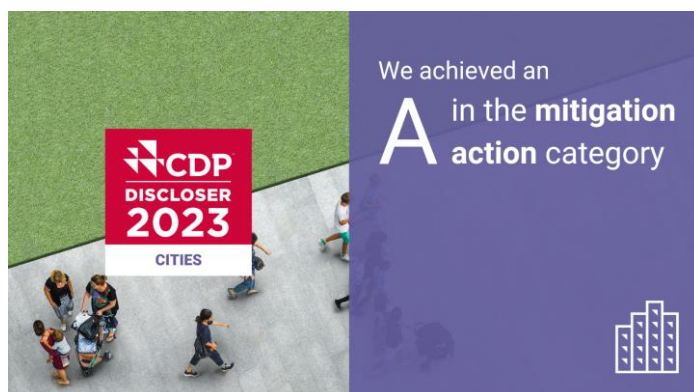




**INVENTARIO DE EMISIONES  
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL  
MUNICIPIO DE MADRID**

**Año 2021**

**Dirección General de Sostenibilidad y Control  
Ambiental**



**INVENTARIO DE EMISIONES  
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL  
MUNICIPIO DE MADRID  
Año 2021**

*Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental*

***Octubre 2023***

Trabajo realizado por:

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de  
Madrid

## RESUMEN EJECUTIVO

### Emisiones directas e indirectas de GEI (año 2021)

	Emisiones	Contribución
	kt CO <sub>2</sub> eq	(%)
Directas	6.356,4	77,3
Indirectas	1.867,6	22,7
<b>TOTAL</b>	<b>8.224,0</b>	<b>100</b>

### Desagregación sectorial del total de emisiones de GEI (año 2021)

Sector	Emisiones	Contribución
	kt CO <sub>2</sub> eq	(%)
Residencial, Comercial e Institucional	3.648,4	44,4
Industria*	503,7	6,1
Transporte por carretera	2.253,4	27,4
Otros modos de transporte	653,8	8,0
Tratamiento y eliminación de residuos**	808,6	9,8
Otros***	356,2	4,3
<b>TOTAL</b>	<b>8.224,0</b>	<b>100</b>

### Indicadores de emisión a nivel municipal y nacional (año 2021)

	Emisión per cápita	Emisión por unidad de PIB
	(t CO <sub>2</sub> eq/hab)	(t CO <sub>2</sub> eq / mill € <sub>2010</sub> )
Madrid	2,5	59
España	6,1	268
Ratio Madrid/España	0,41	0,22

(\*) Incluye emisiones industriales derivadas o no de procesos de combustión (grupos SNAP 03 y 04)

(\*\*) Incluye tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales

(\*\*\*) Incluye la Extracción y distribución de combustibles fósiles, el uso de disolventes y otros productos, la agricultura y la naturaleza (exceptuando las absorciones de CO<sub>2</sub> por parte de los sumideros)

Respecto a 1990, en el año 2021 las emisiones directas de GEI del municipio han disminuido un 24%, y las emisiones indirectas un 60%, lo que implica una reducción del total de emisiones del 37%. En este periodo, los sectores “Residencial, Comercial e Institucional, RCI” y “Transporte por carretera” son los más emisores. En 2021 contribuyeron con un 44% y un 27% al total de emisiones de GEI, respectivamente, si bien presentan una evolución descendente en sus emisiones totales. En el periodo 2000-2021 las emisiones directas del sector “RCI” han disminuido un 20% y las del “Transporte por carretera” un 44%. Cabe destacar, que las emisiones del año 2021 continúan estando notablemente influenciadas por la pandemia de la COVID-19, que ha afectado a la actividad de algunos sectores de forma decisiva, como es el caso de los sectores relacionados con el transporte de pasajeros o mercancías.

	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> eq)</b>												
Directas	8.382	9.811	9.925	9.773	9.812	9.896	9.820	9.984	9.996	9.927	9.805	9.290
Indirectas	4.671	5.918	5.969	6.174	6.427	5.926	6.321	6.761	6.360	6.663	5.846	5.212
<b>TOTAL</b>	<b>13.053</b>	<b>15.729</b>	<b>15.894</b>	<b>15.947</b>	<b>16.240</b>	<b>15.821</b>	<b>16.141</b>	<b>16.745</b>	<b>16.356</b>	<b>16.589</b>	<b>15.651</b>	<b>14.502</b>
<b>Evolución de las emisiones de GEI respecto a 1990 (Año 1990 = 100)</b>												
Directas	100	117,1	118,4	116,6	117,1	118,1	117,2	119,1	119,3	118,4	117,0	110,8
Indirectas	100	126,7	127,8	132,2	137,6	126,9	135,3	144,7	136,2	142,6	125,1	111,6
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>120,5</b>	<b>121,8</b>	<b>122,2</b>	<b>124,4</b>	<b>121,2</b>	<b>123,7</b>	<b>128,3</b>	<b>125,3</b>	<b>127,1</b>	<b>119,9</b>	<b>111,1</b>
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> eq)</b>												
Directas	8.899	8.261	8.043	7.802	7.441	7.187	7.429	7.219	7.501	7.230	5.880	6.356
Indirectas	4.149	4.847	5.132	3.917	3.832	4.391	3.571	4.027	3.708	2.846	1.944	1.868
<b>TOTAL</b>	<b>13.047</b>	<b>13.107</b>	<b>13.174</b>	<b>11.718</b>	<b>11.273</b>	<b>11.578</b>	<b>11.000</b>	<b>11.247</b>	<b>11.209</b>	<b>10.076</b>	<b>7.823</b>	<b>8.224</b>
<b>Evolución de las emisiones de GEI respecto a 1990 (Año 1990 = 100)</b>												
Directas	106,2	98,6	96,0	93,1	88,8	85,7	88,6	86,1	89,5	86,3	70,1	75,8
Indirectas	88,8	103,8	109,9	83,9	82,0	94,0	76,4	86,2	79,4	60,9	41,6	40,0
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,4</b>	<b>100,9</b>	<b>89,8</b>	<b>86,4</b>	<b>88,7</b>	<b>84,3</b>	<b>86,2</b>	<b>85,9</b>	<b>77,2</b>	<b>59,9</b>	<b>63,0</b>

## INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2021

En el periodo 2000-2021, la emisión *per cápita* de GEI en el municipio de Madrid ha disminuido en un 55% y la emisión por unidad de PIB en un 65%.

Indicador	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Emisión per cápita (t CO<sub>2</sub> eq/hab)</b>	5,5	5,4	5,4	5,1	5,2	5,3	5,2	5,3	4,9	4,5	4,0	4,0	4,1	3,7	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3,1	2,3	2,5
<b>Emisión por unidad de PIB (t CO<sub>2</sub>eq / mill €<sub>2010</sub>)</b>	167	158	156	147	145	143	134	131	121	115	104	104	107	97	92	91	83	82	79	70	60	59
<b>Evolución de los indicadores de emisión respecto a 2000 (Año 2000 = 100)</b>																						
<b>Emisión per cápita</b>	100,0	97,8	97,6	92,8	94,5	96,3	94,8	96,1	88,3	80,8	72,3	72,8	73,9	66,3	64,6	66,8	63,0	64,1	63,1	56,0	42,6	45,1
<b>Emisión por unidad de PIB</b>	100,0	94,6	93,4	88,2	87,1	85,8	80,3	78,5	72,5	69,0	62,4	62,2	63,9	57,9	54,9	54,5	49,9	49,2	47,6	41,8	35,9	35,1

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Alcance .....	1
2	METODOLOGÍA.....	4
2.1	Cálculo de las emisiones directas de GEI (“Alcance 1”).....	4
2.2	Cálculo de las emisiones indirectas de GEI (“Alcance 2 + Alcance 3”) .....	5
2.3	Principales modificaciones introducidas en la presente edición del inventario .....	7
3	EMISIONES DE GEI.....	8
3.1	Emisiones directas .....	8
3.2	Emisiones indirectas.....	13
3.3	Emisiones totales .....	15
3.4	Emisiones de GEI por alcance.....	17
4	INDICADORES DE EMISIÓN.....	20
5	COMPARACIÓN CON LA SITUACIÓN NACIONAL.....	21
6	CONCLUSIONES.....	23
7	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	25

## 1 INTRODUCCIÓN

La lucha frente al cambio climático requiere la aplicación de diversas medidas encaminadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a la minimización de los posibles impactos negativos que dichas emisiones puedan producir sobre el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

Para que las medidas propuestas sean eficaces y puedan implementarse de forma correcta, es necesario contar con fuentes de información precisas. En este sentido, el Ayuntamiento de Madrid, firmemente comprometido con la lucha frente al cambio climático, cuenta con dos instrumentos esenciales de información estratégica: el *Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera* y el *Balance energético del municipio de Madrid*. Estos documentos son elaborados de forma periódica por la Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental en colaboración con el equipo de trabajo de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (F2I2) de la Universidad Politécnica de Madrid.

El Inventario de emisiones se realiza siguiendo la metodología del proyecto europeo CORINAIR, que, coordinado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA o EEA, en su acrónimo en inglés), integra actualmente los inventarios de la práctica totalidad de los países europeos, y cumple los requisitos establecidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Grupo de Trabajo sobre Inventarios y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (TFEIP - UNECE).

El balance energético, elaborado desde el año 2006, se realiza de acuerdo a una metodología propia del equipo de trabajo de la F2I2, fundamentada en las directrices de la Agencia Internacional de la Energía (y de la entidad nacional con competencias en materia de energía, en la actualidad, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, MITECO), y particularizada para las condiciones singulares de la ciudad de Madrid (Pérez et al., 2019).

Para la elaboración y actualización de Inventario y Balance, cada año (n) se recopila la información relativa al periodo comprendido entre el primer año inventariado y el año “n-2”, revisándose así toda la serie temporal. El presente informe está basado en la edición 2023 de los citados documentos, que cubren el periodo 1990-2021, en el caso del Inventario de emisiones, y 2006-2021, en el del Balance energético.

### 1.1 Alcance

El *Inventario de emisiones de GEI del municipio de Madrid* para 2021 tiene en cuenta tanto las emisiones directas como las indirectas (derivadas del consumo de energía eléctrica) en el término municipal de Madrid.

En cuanto a las emisiones directas (denominadas emisiones de “Alcance 1”), las actividades potencialmente emisoras de contaminantes a la atmósfera contabilizadas se han agrupado de acuerdo a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for sources of Air Pollution*). Esta nomenclatura está jerarquizada en tres niveles: grupo, subgrupo y actividad. Los grupos SNAP se muestran en la Tabla 1.

Los GEI emitidos directamente por el conjunto de estas actividades son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>). Las cifras de emisión han de expresarse en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>-eq). Para ello, se pondera la emisión de cada una de las sustancias consideradas por sus potenciales de calentamiento global con un horizonte de 100 años – GWP, en su acrónimo en inglés, *Global Warming Potential*- (Tabla 2), de acuerdo a los valores recomendados en el Quinto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático del IPCC (IPCC, 2013)<sup>1</sup>.

**Tabla 1. Nomenclatura SNAP. Grupos de actividad**

01	Combustión en la producción y transformación de energía (*)
02	Plantas de combustión no industrial
03	Plantas de combustión industrial
04	Procesos industriales sin combustión
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica
06	Usos de disolventes y otros productos
07	Transporte por carretera
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil
09	Tratamiento y eliminación de residuos
10	Agricultura
11	Otras fuentes y sumideros (Naturaleza)

(\*) Este grupo de actividades SNAP no se presenta en el municipio de Madrid, por lo que no produce emisiones,

**Tabla 2. Potencial de calentamiento global de los GEI**

CONTAMINANTE	FÓRMULA	IPCC GWP, 2013
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	28
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	265
<b>HIDROFLUOROCARBURUS</b>		
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	12.400
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	677
HFC-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	3.170
HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> )	1.300
HFC-152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	138
HFC-143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> (CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> )	4.800
HFC-227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	3.350
HFC-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	8.060
<b>PERFLUOROCARBURUS</b>		
Perfluorometano (PFC-14)	CF <sub>4</sub>	6.630
Perfluoroetano (PFC-116)	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	11.100
Perfluoropropano (PFC-218)	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	8.900
Perfluorobutano (PFC-410)	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	9.200
<b>SF<sub>6</sub></b>		
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	23.500
<b>NF<sub>3</sub></b>		
Trifluoruro de nitrógeno <sup>2</sup>	NF <sub>3</sub>	16.100

Fuente: IPCC, 2013. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

<sup>1</sup> Hasta el año 2014, en el que se elaboró el Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera del municipio de Madrid (versión del año 2012), los GWP utilizados correspondían a los del Segundo Informe de Evaluación sobre Cambio Climático de IPCC (IPCC, 1995), guardando de esta forma coherencia con el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012. Hasta el Inventario 2017 (versión del año 2019), los GWP utilizados fueron los del Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático de IPCC (IPCC, 2007). En la presente versión, se han empleado los GWP del Quinto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático de IPCC (IPCC, 2013).

<sup>2</sup> No se han evidenciado emisiones de este compuesto dentro del término municipal de Madrid y por tanto no se estiman en el presente inventario.

Además de estas emisiones directas de GEI (emisiones de “Alcance 1”, fuentes fijas y móviles), la actividad propia de la ciudad genera otro tipo de emisiones denominadas indirectas, distinguiendo entre emisiones indirectas derivadas del consumo eléctrico y emisiones indirectas derivadas del consumo de otros productos y recursos. En el primer caso, las emisiones se dividen, a su vez, entre emisiones de “Alcance 2” y de “Alcance 3”. Las emisiones de “Alcance 2” engloban a aquellas producidas en la generación de la energía eléctrica consumida en la ciudad de Madrid. Las emisiones consideradas en el “Alcance 3” son las asociadas a las pérdidas que se producen en el transporte de la energía eléctrica consumida por la ciudad desde el punto de generación hasta el punto de consumo final.

En el caso de las emisiones indirectas derivadas del consumo eléctrico (“Alcance 2 + Alcance 3”), únicamente se consideran las emisiones de dióxido de carbono, dado que es el único GEI para el que se dispone de información fiable a nivel nacional (MITECO y Red Eléctrica de España, REE). Además, es el GEI más relevante. Su contribución al total de emisiones de GEI indirectas derivadas del consumo eléctrico se sitúa por encima del 98%, según las estimaciones del equipo de trabajo de la F2I2 para el total nacional. El resto corresponde a metano y óxido nitroso.

La situación de pandemia global provocada por la enfermedad COVID-19 generó unas circunstancias excepcionales en la ciudad de Madrid, que tuvieron especial relevancia durante el transcurso del año 2020. Estas circunstancias se tradujeron en un marcado descenso de las emisiones totales de GEI ante la imposibilidad de desarrollar la actividad normal del municipio. Durante el año 2021, la situación se ha normalizado de manera gradual y ha permitido incrementar el nivel de actividad previo a la pandemia.



## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Cálculo de las emisiones directas de GEI (“Alcance 1”)

A continuación, se presenta, de forma resumida, la metodología seguida para la estimación de las emisiones directas (“Alcance 1”) de GEI. Esta información se presenta en la Tabla 3 de forma resumida debido al elevado número de actividades emisoras presentes en el municipio de Madrid y a la variabilidad existente a la hora de estimar las emisiones producidas por cada una de ellas. La información se muestra de forma agregada para cada uno de los grupos SNAP recogidos en la Tabla 1, y recoge la definición de las principales variables de actividad y las fuentes de información disponibles, tanto para la variable de actividad como para los factores de emisión.

**Tabla 3. Metodología para la estimación de las emisiones directas de GEI (“Alcance 1”)**

Grupo SNAP	Principales variables de actividad	Fuentes de información consultadas para la variable de actividad	Fuentes de información empleadas para los factores de emisión
02. Combustión no industrial	Consumo de combustible en calderas: - carbón - gas natural - gases licuados del petróleo (GLP) - gasóleo - biomasa	- Censo de Calderas de Carbón de la Ciudad de Madrid – años 2014-2021 - Nedgia S.A. y Madrileña Red de Gas S.A.U. (gas natural) - Repsol y Cepsa (GLP) - Calordom S.A. (biomasa)	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Balance de masa
03. Combustión industrial	- Consumo de combustibles en la industria	- Nedgia S.A. y Madrileña Red de Gas S.A.U. - Repsol - Cuestionarios remitidos a las instalaciones consumidoras	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Balance de masa - CITEPA <sup>2</sup> - API Compendium <sup>3</sup>
04. Procesos industriales sin combustión	- Producción de acero en horno eléctrico - Uso de carbonato sódico	- Cuestionarios remitidos a las instalaciones consumidoras/productoras - MITECO, 2023a <sup>4</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Balance de carbono - Manual Referencia IPCC <sup>5</sup>
05. Extracción y distribución de combustibles	- Consumo de gas natural en el municipio	- Nedgia S.A. y Madrileña Red de Gas S.A.U. - CLH <sup>6</sup> - Comunidad de Madrid (CM)	- MITECO, 2023a <sup>4</sup>
06. Uso de disolventes	- Consumo de pinturas y disolventes en distintas industrias y aplicaciones industriales - Población - Nº empleados en el municipio por código CNAE <sup>7</sup>	- Cuestionarios remitidos a las instalaciones industriales - MITECO, 2023a <sup>4</sup> - Instituto Nacional de Estadística (INE) - Comunidad de Madrid (CM) - RIECOV <sup>8</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup> - Manual CORINAIR (1994)
07. Transporte por carretera	- Recorridos por tipo de vehículo y por categoría de vehículo - Velocidades medias - Características propias de los combustibles - Temperaturas medias mínimas y máximas mensuales	- Modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid - Estudios de caracterización del parque circulante en la ciudad de Madrid (AM, 2014; AM, 2019; AM, 2023a) - COPERT - AEMET <sup>9</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - COPERT
08. Otros modos de transporte	Consumo de combustible en: - ferrocarril - aviones - maquinaria agrícola	- MITECO, 2023a <sup>4</sup> - RENFE <sup>10</sup> - AENA <sup>11</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Balance de masa

Grupo SNAP	Principales variables de actividad	Fuentes de información consultadas para la variable de actividad	Fuentes de información empleadas para los factores de emisión
		- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2016)	- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2016)
08. Otros modos de transporte	- maquinaria de construcción y obras públicas, y plantas de compostaje - maquinaria de jardinería - otros	- Cuestionarios enviados a las plantas compostaje - Ayuntamiento de Madrid - CLH <sup>6</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Balance de masa - MITECO, 2023a <sup>4</sup>
09. Tratamiento de residuos	- Residuos incinerados y combustible auxiliar en incineración - Residuos a vertedero y biogás de vertedero recuperado - Número de incineraciones de cadáveres - Agua residual tratada en EDAR - Consumo gas natural en cogeneraciones de secado de lodos - Entradas de residuos a compostaje - Entrada de residuos a biometanización	- PTV <sup>12</sup> - Cuestionarios enviados a E.M.S.F <sup>13</sup> - Ayuntamiento de Madrid - INE	- Cuestionarios PTV <sup>12</sup> - Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Guías IPCC <sup>14</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup>
10. Agricultura	- Superficie cultivada - Superficie de cultivos fertilizada - Número de cabezas por tipo de ganado	- CM, 2023 <sup>15</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Guías IPCC <sup>14</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup>
11. Naturaleza	- Superficie forestal - Temperatura ambiente - Superficie quemada - Superficie espacios acuáticos - Población	- I.F.N. (III) <sup>16</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup> - Comunidad de Madrid - Ayuntamiento de Madrid - AEMET <sup>8</sup> - INE - AM, 2023b <sup>17</sup>	- Libro Guía EMEP/EEA <sup>1</sup> - Guías IPCC <sup>14</sup> - MITECO, 2023a <sup>4</sup>

1) Libro Guía EMEP/EEA: Libro Guía para la elaboración de Inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera en sus distintas versiones, principalmente 2006, 2007, 2009, 2013, 2016 y 2019

2) CITEPA: Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

3) API Compendium: Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Gas Industry, Pilot Test Version. American Petroleum Institute

4) MITECO, 2023a: Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera 1990-2021

5) Manual de Referencia IPCC. "Greenhouse Gas Inventory Reference Manual"

6) CLH: Compañía Logística de Hidrocarburos

7) CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas

8) RIECOV: Registro de Instalaciones Emisoras de Compuestos Orgánicos Volátiles

9) AEMET: Agencia Estatal de Meteorología

10) RENFE: Red Nacional de Ferrocarriles Españoles

11) AENA: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

12) PTV: Centro de Tratamiento Integral de Residuos Urbanos del Parque Tecnológico de Valdemingómez

13) E.M.S.F: Empresa Mixta de Servicios Funerarios de Madrid

14) Guías IPCC: Good Practice Guidance and IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Ediciones 1996, 2006 y 2019

15) CM, 2023: Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid 1985-2021

16) I.F.N. (III): Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2007. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

17) AM, 2023b: Anuario Estadístico del Ayuntamiento de Madrid –Banco de datos-

## 2.2 Cálculo de las emisiones indirectas de GEI ("Alcance 2 + Alcance 3")

Como se ha comentado en el apartado 1.1, en la presente edición del Inventario de emisiones de GEI, dentro de las emisiones indirectas, únicamente se consideran las derivadas del consumo eléctrico en el municipio. Para su estimación se han tomado los datos de energía eléctrica consumida (como energía final) recogidos en el *Balance energético del municipio* (AM, 2023c) y se ha aplicado un factor de emisión por unidad de energía eléctrica consumida. En el Balance energético se desglosa el consumo de energía eléctrica entre electricidad procedente de la red y los autoconsumos de

electricidad en las propias instalaciones generadoras del municipio. Para el cálculo de las emisiones indirectas ha de considerarse, únicamente, el consumo de energía eléctrica procedente de la red, dado que las emisiones procedentes de la fracción de energía eléctrica generada y consumida en las propias instalaciones municipales (autoconsumos) ya están incluidas en el cálculo de las emisiones directas. Como el Balance energético municipal cubre, únicamente, el periodo temporal 2006-2021, la serie histórica se ha completado con los datos de energía eléctrica facturada al municipio de Madrid según el *Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid* (CM, 2023) y el *Anuario Estadístico del Ayuntamiento de Madrid* (AM, 2023b).

Los factores de emisión por unidad de energía eléctrica consumida (FE eléctrico) son valores nacionales obtenidos a través de la relación entre el consumo eléctrico nacional publicado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2023b; REE, 2023) y los valores de emisión de dióxido de carbono asignables a la generación de energía eléctrica, recogidos en la comunicación del *Inventario Nacional de Emisiones 1990-2012* a la Comisión Europea (MAPAMA, 2014). Para el caso del FE eléctrico de los años 2013-2021, los valores se obtienen a partir de la información procedente de las series estadísticas nacionales de Red Eléctrica de España (REE, 2023). En la Tabla 4 se recogen los factores de emisión resultantes y empleados para la estimación de estas emisiones indirectas.

**Tabla 4. FE por unidad de energía eléctrica consumida**

<b>Año</b>	<b>FE (tCO<sub>2</sub>/MWh)</b>
1990	0,536
1991	0,532
1992	0,573
1993	0,530
1994	0,508
1995	0,556
1996	0,433
1997	0,481
1998	0,464
1999	0,542
2000	0,521
2001	0,458
2002	0,524
2003	0,462
2004	0,476
2005	0,495
2006	0,456
2007	0,469
2008	0,401
2009	0,362
2010	0,292
2011	0,350
2012	0,374
2013	0,301
2014	0,305
2015	0,348
2016	0,284
2017	0,326
2018	0,283
2019	0,222
2020	0,171
2021	0,164

### **2.3 Principales modificaciones introducidas en la presente edición del inventario**

En la edición del Inventario de emisiones de GEI 1999-2021 se han realizado una serie de mejoras metodológicas y de actualizaciones de series de información, con el objeto de mejorar el cálculo de las emisiones en algunos sectores. En todos los casos, los cambios se han trasladado a toda la serie histórica. Las modificaciones realizadas se listan a continuación.

- Grupo SNAP 02: la serie histórica de emisiones procedente de las calderas de carbón se ha actualizado de acuerdo con la última versión disponible del censo de calderas de carbón
- Grupo SNAP 06
  - Actividad SNAP 06.05.02. Equipos de refrigeración y aire acondicionado que utilizan hidrocarburos halogenados. Se ha actualizado la serie histórica de las emisiones de HFC-134a, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2021
- Grupo SNAP 07: la serie histórica de emisiones se ha actualizado de acuerdo con las últimas actualizaciones del modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid y del Estudio del Parque Circulante del municipio de Madrid (AM, 2023a)
- Grupo SNAP 10:
  - Subgrupo SNAP 10.04: ganadería (fermentación entérica). Se ha actualizado la serie histórica de kg CH<sub>4</sub>/cabeza y año de los distintos tipos de ganado, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2021
  - Subgrupo SNAP 10.05: gestión de estiércol con referencia a compuestos orgánicos. Se ha actualizado la serie histórica de kg CH<sub>4</sub>/cabeza y año de vacuno de leche, otro vacuno, cerdas reproductoras y equino, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2021

### 3 EMISIONES DE GEI

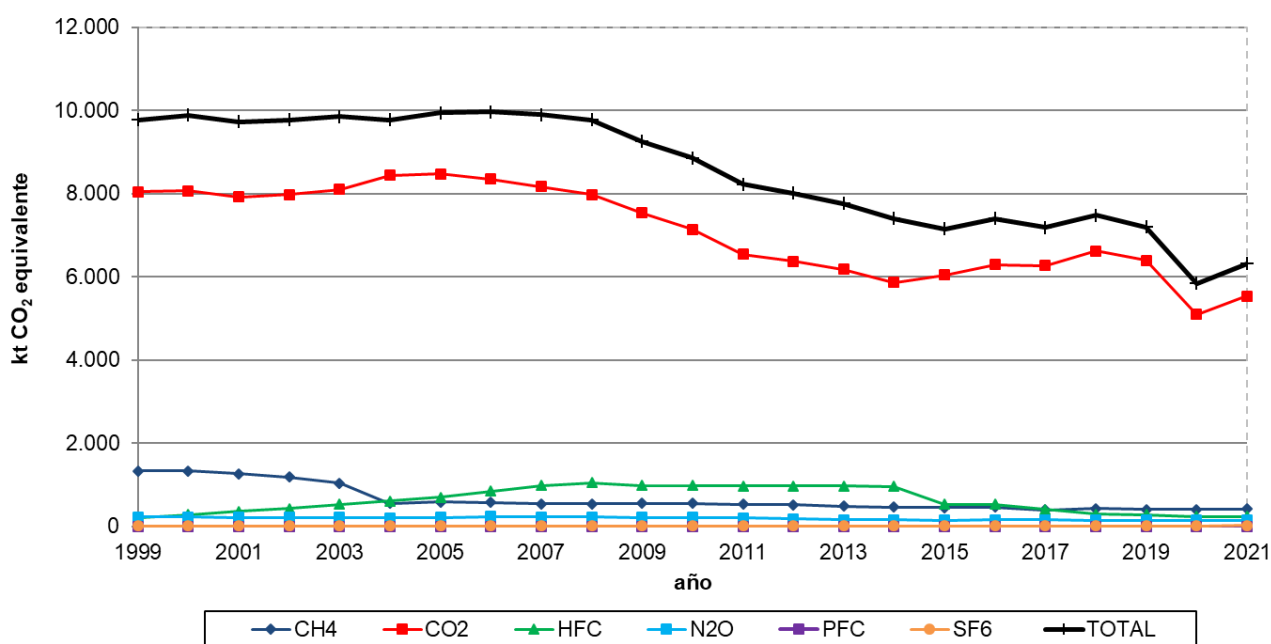
#### 3.1 Emisiones directas

En la Tabla 5 y en la Figura 1 se muestra la evolución de las emisiones directas de GEI (emisiones de “Alcance 1”) en el municipio de Madrid. Así mismo, en la Tabla 6 y Figura 2 se ofrece su desagregación de acuerdo con las agrupaciones sectoriales definidas en el Balance energético municipal.

**Tabla 5. Emisiones directas de GEI (alcance 1) del municipio de Madrid (kt de CO<sub>2</sub> equivalente) \***

AÑO	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	HFC	N <sub>2</sub> O	PFC	SF <sub>6</sub>	TOTAL
1990	1.057,7	7.200,5	0,0	119,2	0,0	4,3	8.381,7
1999	1.331,3	8.044,8	209,1	219,5	0,0	6,5	9.811,3
2000	1.336,8	8.071,0	284,8	225,4	0,0	6,7	9.924,7
2001	1.262,4	7.927,5	363,7	212,0	0,0	7,1	9.772,8
2002	1.185,2	7.975,7	433,8	210,0	0,0	7,5	9.812,3
2003	1.041,4	8.103,5	529,8	212,9	0,0	8,1	9.895,9
2004	556,7	8.444,9	603,8	205,5	0,0	9,1	9.820,0
2005	582,1	8.476,0	699,9	216,2	0,0	10,2	9.984,3
2006	575,1	8.333,4	841,8	234,7	0,0	11,0	9.996,0
2007	544,4	8.159,9	980,7	229,6	0,0	11,9	9.926,5
2008	543,7	7.965,6	1.054,8	228,4	0,1	12,7	9.805,2
2009	548,0	7.529,5	981,2	218,0	0,0	13,2	9.289,9
2010	556,3	7.132,8	981,3	214,5	0,0	13,9	8.898,8
2011	531,5	6.538,1	974,6	202,6	0,0	13,6	8.260,5
2012	519,4	6.364,0	970,2	175,2	0,0	13,9	8.042,8
2013	488,7	6.170,9	969,7	158,4	0,0	13,8	7.801,5
2014	459,9	5.852,4	960,4	154,4	0,1	13,8	7.440,9
2015	446,2	6.043,2	534,1	148,5	0,5	14,3	7.186,7
2016	457,8	6.278,9	524,7	152,8	0,4	14,6	7.429,2
2017	392,0	6.254,1	400,8	157,4	0,5	14,6	7.219,4
2018	433,3	6.611,8	291,9	148,7	0,5	15,1	7.501,2
2019	400,8	6.379,9	286,5	146,6	0,8	15,3	7.230,0
2020	400,3	5.081,6	238,1	143,3	0,5	15,7	5.879,5
2021	411,0	5.541,3	240,8	145,7	1,5	15,8	6.356,4

(\* No se incluyen las absorciones de CO<sub>2</sub> de la naturaleza (grupo SNAP 11)



**Figura 1. Evolución de las emisiones directas de GEI por tipo de gas sin tener en cuenta absorciones de CO<sub>2</sub> de la naturaleza**

Se observa que las emisiones directas en 2021 son un 24% menores que las de 1990 (reducción del 35% respecto a 1999). Durante el periodo 1999-2008, dichas emisiones permanecieron prácticamente constantes, produciéndose posteriormente un importante descenso (del 27% en 2015 respecto a 2008). En 2021, las emisiones aumentan un 8% con respecto a 2020, principalmente debido a la relativa vuelta de la actividad normal tras la pandemia.

El compuesto más relevante desde el punto de vista de las emisiones directas de GEI es el CO<sub>2</sub>, contribuyendo a lo largo del periodo inventariado con un valor promedio de 83% del total. Respecto al resto de GEI, se observan dos tendencias bien diferenciadas. Entre 1999 y 2021 disminuyen las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (un 69 y 34%, respectivamente). Sin embargo, las de compuestos fluorados aumentan de forma significativa. En el caso de las emisiones de HFC (mayoritarias dentro del conjunto de compuestos fluorados), en 2021 son un 15% más elevadas que en 1999. La evolución de las emisiones de CH<sub>4</sub> está ligada al sector “Tratamiento y eliminación de residuos”, mientras que la de compuestos fluorados lo está al sector “Otros”.

Desde el punto de vista de la contribución de cada uno de los sectores, en la Tabla 6 y Figura 2 se observa que, a lo largo del periodo inventariado, el conjunto de los sectores “Transporte por carretera” y “RCI” suponen entre el 61% y el 70% del total de emisiones directas de GEI.

A continuación, se recoge un análisis más detallado para cada sector:

- “RCI”: las emisiones directas de GEI en 2021 son un 21% inferiores a las de 1999. Esta disminución se debe, fundamentalmente, a la mejora tecnológica de los equipos de combustión y a la sustitución de combustibles de alta tasa de emisión (tipo carbón) por otros con menores emisiones por unidad de energía (tipo gas natural). Como ejemplo, en el periodo 1999-2021, el consumo de gas natural ha pasado de suponer el 50% del combustible consumido en el sector, al 76%. A su vez, la contribución del carbón ha pasado del 7% al 1% en ese mismo periodo. Respecto a 2020, las emisiones del sector se han mantenido prácticamente constantes.
- “Industria”: sus emisiones se han reducido en un 34% en el periodo 1999-2021, debido principalmente al cese de actividad de múltiples empresas. Con respecto al año 2020, el incremento es del 8%, a causa del regreso a la actividad de diversas empresas del sector después de la etapa de pandemia.
- “Transporte por carretera”: sus emisiones han disminuido un 44% en el periodo 1999-2021, siendo este descenso más evidente a partir del año 2007. Esta reducción acumulada en el periodo evaluado se debe a factores como la modificación de los recorridos, las velocidades de circulación y las distribuciones de los recorridos por tipología de vehículo y tecnología, tal y como se deriva de la información recopilada y generada a través del modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid y del *Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid*, ediciones 2013, 2017 y 2022 (AM, 2014; AM, 2018; AM, 2023a). Así, la evolución de las emisiones se ve influenciada por:
  - modificación de los recorridos totales. Como ejemplo, y según los datos del modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid, en 2020, los recorridos totales se redujeron un 26% respecto a 2019. En 2021, sin embargo, los recorridos han aumentado con respecto a 2020 en un 19%.
  - medidas municipales de promoción de ciclomotores y motocicletas que están provocando un incremento de sus recorridos en detrimento de los turismos, lo que se



traduce en una reducción en el consumo de carburantes y, por tanto, en una reducción de emisiones

- constante mejora tecnológica del parque de vehículos como consecuencia de su renovación. Esto contribuye a la reducción del consumo de combustibles destacando, especialmente, la introducción de tecnologías de combustión más eficientes, menos contaminantes o, incluso, sin emisión a nivel urbano (vehículos híbridos y eléctricos, promoción de combustibles alternativos tipo gas natural y gases licuados del petróleo)
- mejora asociada al transporte público municipal, tanto en lo que concierne al sector del taxi como a los autobuses de la Empresa Municipal de Transportes (EMT).

Dada la importancia del sector “Transporte por carretera” en las emisiones directas de GEI en el municipio de Madrid, en la Figura 3 se muestran sus emisiones de CO<sub>2</sub> desagregadas espacialmente en una malla regular para el año 2021 (tamaño de celda igual a 1x1 km).

- “Otros modos de transporte”: sus emisiones en 2021 se han reducido en un 27% con respecto a las de 1999. Esta evolución depende, en gran medida, de las emisiones de los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Cuatro Vientos. La actividad de estos aeropuertos en 2020 disminuyó un 50% y un 25%, respectivamente, con respecto a 2013, año que contaba con la menor actividad del periodo inventariado (medido en número de operaciones de aterrizaje y despegue), hasta ese año 2020. En 2021, las emisiones se han incrementado en un 23% al haberse retomado la actividad tras la pandemia.
- “Tratamiento y eliminación de residuos”: sus emisiones disminuyen un 47% en el periodo 1999-2021. Este descenso se debe en gran parte a la reducción de emisiones de CH<sub>4</sub> a partir del 2003, con el comienzo de la captación de biogás de vertedero en el Parque Tecnológico de Valdemingómez. El CO<sub>2</sub> se posiciona como el GEI con mayor importancia, suponiendo el 45% de las emisiones directas del sector en 2021. Presenta un gran descenso en su emisión desde el año 2012 hasta 2016, como consecuencia del cese de actividad de las plantas de secado térmico de lodos de Sur y Butarque. En 2018, no obstante, la planta de la EDAR Sur recuperó su actividad, aumentando de este modo las emisiones asociadas. El siguiente GEI en importancia de este sector es el CH<sub>4</sub>, constituyendo el 43% de las emisiones directas del sector en 2021. En relación a las emisiones de N<sub>2</sub>O (1% de las emisiones directas del sector en 2021), son prácticamente idénticas a las de 1999. Así, la variación de las emisiones directas acontecida en los últimos años se debe, en gran medida, al cese de consumo de gas natural en el secado térmico de lodos, a la variación de la cantidad de residuos incinerados y la reducción de emisiones de CH<sub>4</sub> procedente de los vertederos.
- “Otros”: ha sufrido un descenso de emisiones directas de GEI entre 1999 y 2021 (9%), a pesar de que hasta 2008 se observó una marcada tendencia incremental. Entre 2008 y 2021, las emisiones se han reducido progresivamente hasta alcanzar niveles similares a los de 1999 en los últimos años. Estas variaciones están ligadas a la evolución de las emisiones de compuestos fluorados, especialmente HFC, asociadas a una mayor utilización de hidrocarburos halogenados en los equipos de refrigeración, aire acondicionado y extinción de incendios. Las emisiones de PFC y SF<sub>6</sub> también han aumentado de forma importante entre 1999 y 2021, pero, en este caso, su contribución conjunta sobre el total de emisiones directas de GEI del sector es mínima en comparación con los HFC.

**Tabla 6. Emisiones directas de GEI por sector de actividad (kt CO<sub>2</sub> equivalente)**

AÑO	RCI	Industria*	Transporte por carretera	Otros modos de transporte	Tratamiento y eliminación de residuos**	Otros***	TOTAL
1999	2.595,5	623,0	3.996,9	675,2	1.537,4	383,4	9.811,3
2000	2.550,5	578,9	4.037,1	742,0	1.555,1	461,1	9.924,7
2001	2.479,4	515,7	3.989,5	760,8	1.489,1	538,4	9.772,8
2002	2.358,2	471,5	4.130,6	717,2	1.532,9	601,9	9.812,3
2003	2.559,0	517,1	4.013,3	668,6	1.444,7	693,2	9.895,9
2004	2.676,2	485,3	4.199,7	705,0	995,4	758,5	9.820,0
2005	2.695,3	482,1	4.186,0	728,1	1.032,1	860,8	9.984,3
2006	2.557,8	491,0	4.041,1	881,0	1.011,6	1.013,5	9.996,0
2007	2.614,5	514,2	3.769,8	912,9	964,0	1.151,0	9.926,5
2008	2.611,5	506,4	3.626,9	851,9	992,6	1.215,9	9.805,2
2009	2.508,2	393,1	3.439,2	780,9	1.036,9	1.131,6	9.289,9
2010	2.372,7	384,0	3.264,3	726,2	1.026,4	1.125,2	8.898,8
2011	2.235,9	363,5	2.872,7	724,1	955,3	1.109,1	8.260,5
2012	2.326,5	323,1	2.718,3	671,7	910,6	1.092,6	8.042,8
2013	2.341,4	368,7	2.611,5	594,9	801,5	1.083,5	7.801,5
2014	2.106,8	365,1	2.629,1	602,4	666,6	1.070,9	7.440,9
2015	2.045,6	377,6	2.823,5	657,7	642,6	639,8	7.186,7
2016	2.202,5	413,7	2.791,9	724,1	663,2	633,7	7.429,2
2017	2.073,0	407,7	2.848,5	751,3	628,2	510,7	7.219,4
2018	2.309,0	439,8	2.761,3	807,5	777,3	406,3	7.501,2
2019	2.168,8	379,0	2.696,8	850,7	735,2	399,5	7.230,0
2020	2.035,4	381,1	2.004,9	404,5	709,4	344,2	5.879,5
2021	2.038,3	412,1	2.251,5	495,8	808,6	349,9	6.356,4
Contribución (%)							
1999	26,5	6,4	40,7	6,9	15,7	3,9	100
2000	25,7	5,8	40,7	7,5	15,7	4,6	100
2001	25,4	5,3	40,8	7,8	15,2	5,5	100
2002	24,0	4,8	42,1	7,3	15,6	6,1	100
2003	25,9	5,2	40,6	6,8	14,6	7,0	100
2004	27,3	4,9	42,8	7,2	10,1	7,7	100
2005	27,0	4,8	41,9	7,3	10,3	8,6	100
2006	25,6	4,9	40,4	8,8	10,1	10,1	100
2007	26,3	5,2	38,0	9,2	9,7	11,6	100
2008	26,6	5,2	37,0	8,7	10,1	12,4	100
2009	27,0	4,2	37,0	8,4	11,2	12,2	100
2010	26,7	4,3	36,7	8,2	11,5	12,6	100
2011	27,1	4,4	34,8	8,8	11,6	13,4	100
2012	28,9	4,0	33,8	8,4	11,3	13,6	100
2013	30,0	4,7	33,5	7,6	10,3	13,9	100
2014	28,3	4,9	35,3	8,1	9,0	14,4	100
2015	28,5	5,3	39,3	9,2	8,9	8,9	100
2016	29,6	5,6	37,6	9,7	8,9	8,5	100
2017	28,7	5,6	39,5	10,4	8,7	7,1	100
2018	30,8	5,9	36,8	10,8	10,4	5,4	100
2019	30,0	5,2	37,3	11,8	10,2	5,5	100
2020	34,6	6,5	34,1	6,9	12,1	5,9	100
2021	32,1	6,5	35,4	7,8	12,7	5,5	100

(\*) Incluye las emisiones industriales derivadas o no de procesos de combustión (grupos SNAP 03 y 04)

(\*\*) Incluye tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales

(\*\*\*) Incluye la extracción y distribución de combustibles fósiles, el uso de disolventes y otros productos, la agricultura y la naturaleza (exceptuando los sumideros)



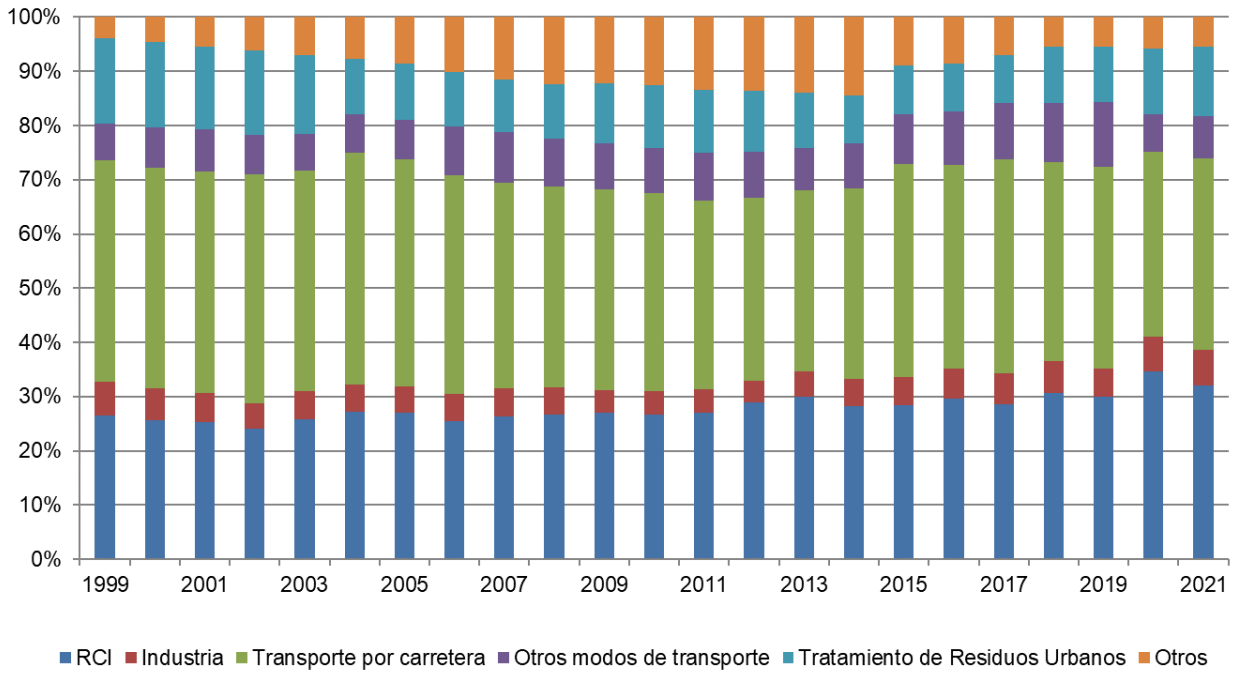


Figura 2. Evolución de la contribución sectorial al total de emisiones directas de CO<sub>2</sub> equivalente

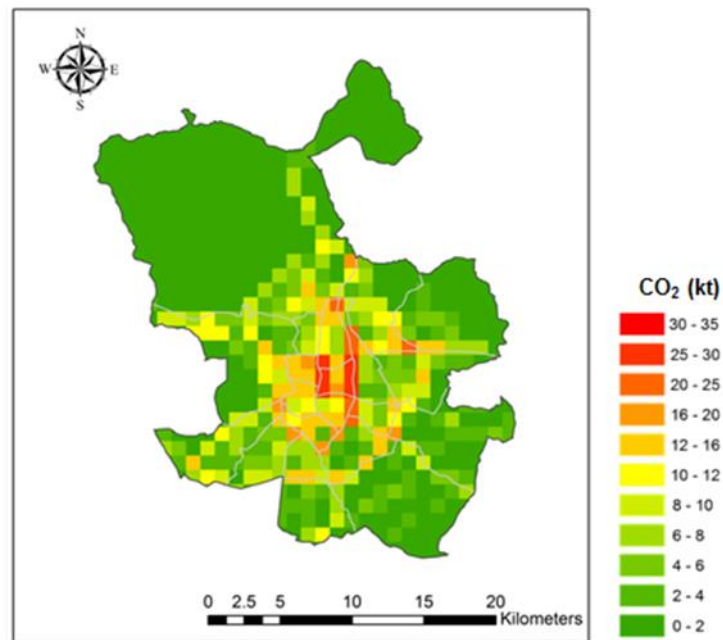


Figura 3. Desagregación espacial de las emisiones directas de CO<sub>2</sub> del sector “Transporte por carretera” (malla con tamaño de celda igual a 1x1 km)

### 3.2 Emisiones indirectas

En la Tabla 7 se recogen las emisiones indirectas de GEI (suma de emisiones de “Alcance 2” y de “Alcance 3”) derivadas del consumo eléctrico en el término municipal de Madrid. La primera columna de la tabla muestra la energía facturada al municipio, dado que, como ya se ha comentado, es la única fracción a considerar en el cálculo de las emisiones indirectas. Las emisiones procedentes de la energía eléctrica generada y consumida en las propias instalaciones municipales se incorporan en el cálculo de las emisiones directas.

**Tabla 7. Emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica en el municipio de Madrid**

Año	Electricidad facturada, GWh	FE, ktCO <sub>2</sub> /GWh	Emisiones indirectas, kt CO <sub>2</sub>
1990	8.712	0,536	4.670,8
1991	9.424	0,532	5.009,5
1992	9.393	0,573	5.384,9
1993	9.418	0,530	4.989,7
1994	9.490	0,508	4.818,5
1995	9.519	0,556	5.295,3
1996	9.737	0,433	4.214,1
1997	9.756	0,481	4.690,6
1998	10.370	0,464	4.816,0
1999	10.914	0,542	5.918,1
2000	11.462	0,521	5.968,9
2001	13.465	0,458	6.173,7
2002	12.276	0,524	6.427,5
2003	12.843	0,462	5.925,5
2004	13.271	0,476	6.321,4
2005	13.614	0,495	6.760,8
2006	13.871	0,456	6.360,2
2007	14.115	0,469	6.662,7
2008	14.590	0,401	5.845,5
2009	14.413	0,362	5.211,9
2010	14.217	0,292	4.148,6
2011	13.862	0,350	4.847,0
2012	13.716	0,374	5.131,5
2013	13.005	0,301	3.916,5
2014	12.576	0,305	3.832,1
2015	12.630	0,348	4.391,0
2016	12.573	0,284	3.570,7
2017	12.846	0,326	4.027,2
2018	13.091	0,283	3.708,2
2019	12.836	0,222	2.846,2
2020	11.360	0,171	1.943,6
2021	11.453	0,164	1.867,6

Fuentes: Electricidad facturada: CM, 2023 (1990-2002); AM, 2023c (2003-2005); AM, 2023b (2006-2021).  
Factor de emisión estimado a partir de MAPAMA, 2014, MITECO, 2023b, REE, 2023

En la Figura 4 se representa la evolución de cada uno de los tres parámetros de la Tabla 7. Se observa que las emisiones indirectas en 2021 son un 60% inferiores a las de 1990, a pesar de que el consumo de energía eléctrica aumentó en ese periodo un 31%. Esta evolución se debe a que el factor de emisión eléctrico ha disminuido un 69% en el periodo analizado, como consecuencia de la penetración de las formas renovables de generación de energía eléctrica y el retroceso sufrido en el consumo de fuentes energéticas más emisoras (tipo carbón).

De acuerdo con las agrupaciones sectoriales definidas en el *Balance energético municipal*, las emisiones indirectas derivadas del consumo eléctrico para cada uno de los sectores se muestran en la Tabla 8. Únicamente se recogen las del periodo 2006-2021, dado que son los años para los que se dispone del *Balance energético*.

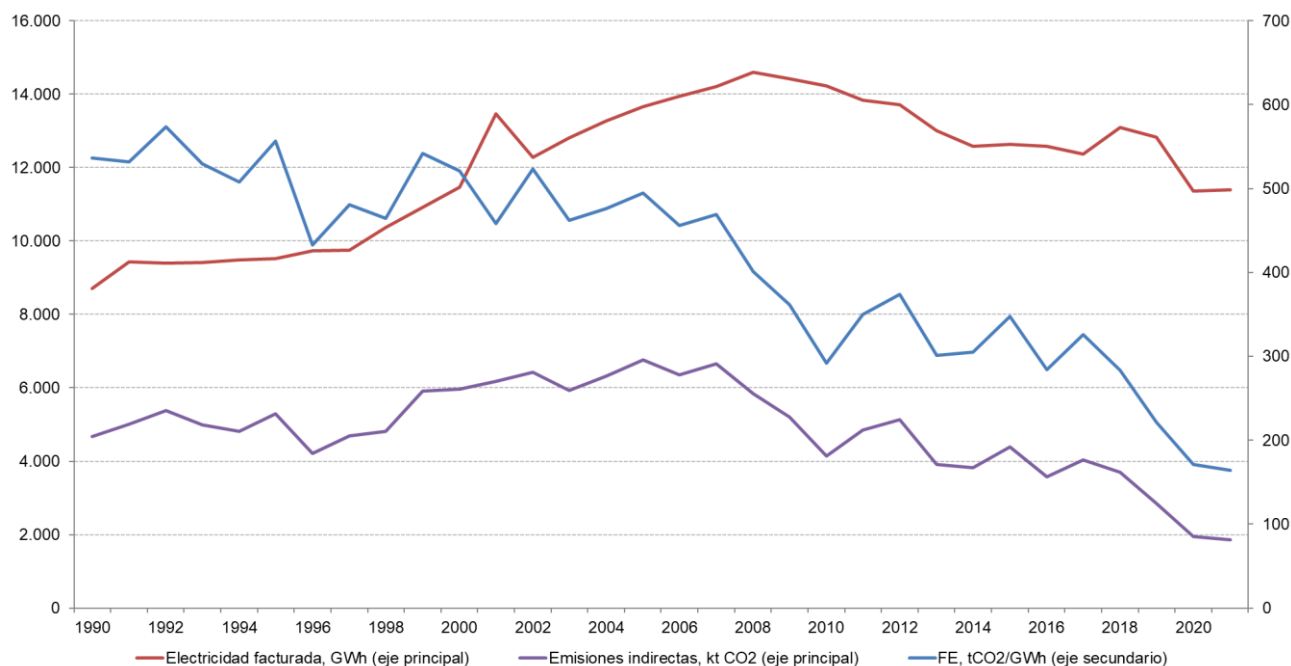


Figura 4. Evolución de las emisiones indirectas, energía eléctrica facturada al municipio y FE eléctrico

Tabla 8. Emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica por sector de actividad (kt CO<sub>2</sub>)

Año	RCI	Industria	Transporte por carretera	Otros modos de transporte	Tratamiento de Residuos Urbanos	Tratamiento de Aguas Residuales	TOTAL
2006	5.187,6	733,8	0,0	406,6	0	32,2	6.360,2
2007	5.421,2	725,7	0,0	479,3	0	36,5	6.662,7
2008	4.802,8	572,0	0,1	442,0	0	28,6	5.845,5
2009	4.502,5	414,3	0,1	268,2	0	26,8	5.211,9
2010	3.439,0	347,8	0,1	343,7	0	18,1	4.148,6
2011	4.017,1	379,7	0,1	430,0	0	20,1	4.847,0
2012	4.373,5	300,6	0,1	436,9	0	20,4	5.131,5
2013	3.363,9	218,6	0,1	320,1	0	13,9	3.916,5
2014	3.295,2	213,7	0,1	311,5	0	11,6	3.832,1
2015	3.773,9	244,5	0,1	360,1	0	12,4	4.391,0
2016	3.064,0	196,0	0,1	300,2	0	10,3	3.570,7
2017	3.444,4	214,5	0,8	354,5	0	13,0	4.027,2
2018	3.254,1	197,5	1,4	242,8	0	12,4	3.708,2
2019	2.450,8	153,9	2,2	229,8	0	9,5	2.846,2
2020	1.728,3	92,5	1,5	113,6	0	7,7	1.943,6
2021	1.610,1	91,6	1,9	157,8	0	6,3	1.867,6

En la Figura 5 se observa que el sector “RCI” supone el 81-89% del total de las emisiones indirectas en el periodo evaluado. El sector “Industria” ha pasado de suponer el 12% de las emisiones indirectas en 2006 al 5% en 2021, como consecuencia del descenso en el consumo eléctrico del sector (medidas de ahorro y eficiencia energética y reducción de actividad). Por el contrario, el sector “Otros modos de transporte” mantiene su contribución entre el 5 y el 9%, durante todo el periodo.

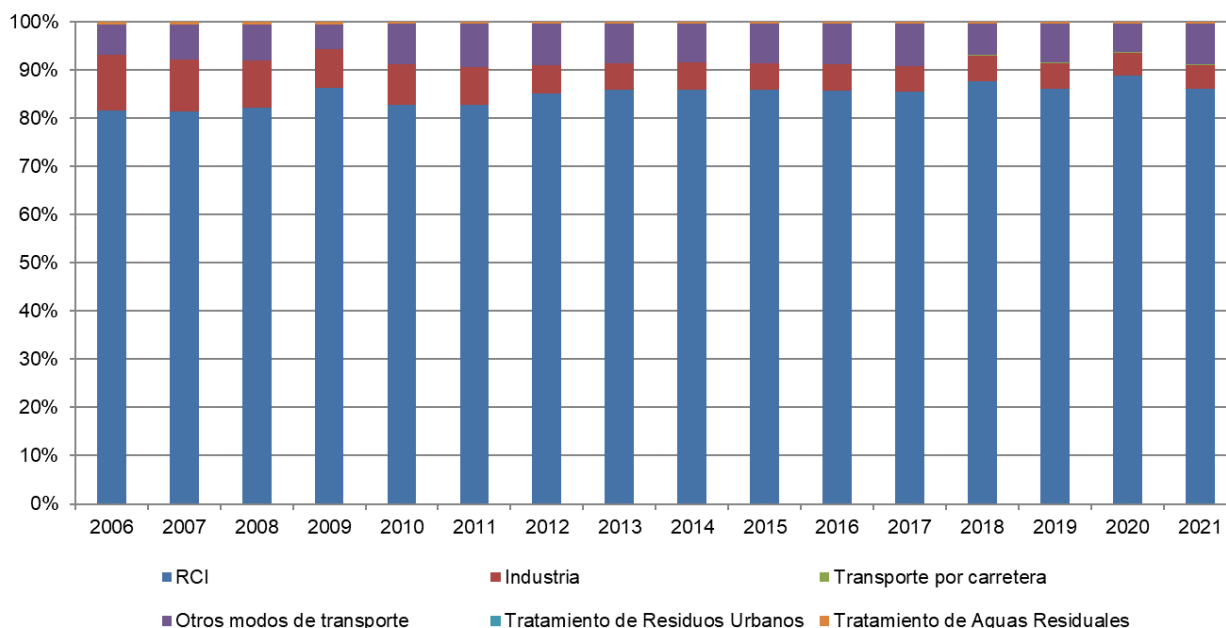


Figura 5. Evolución de la contribución sectorial al total de emisiones indirectas

### 3.3 Emisiones totales

La Tabla 9 y la Figura 6 muestran la evolución de las emisiones de GEI directas, indirectas y totales en el municipio de Madrid. En la Figura 6 se muestra en color naranja el objetivo fijado por la *Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid*, la cual tiene por metas reducir las emisiones totales de la ciudad de Madrid el 65% en 2030, respecto a 1990, y alcanzar la neutralidad climática en el año 2050. Las emisiones totales de GEI en 2021 se sitúan un 80% por encima del objetivo a 2030.

Tabla 9. Emisiones directas e indirectas de GEI en el municipio (kt CO<sub>2</sub> equivalente)

Año	Emisiones			Contribución sobre TOTAL (%)		
	Directas	Indirectas	TOTAL	Directas	Indirectas	TOTAL
1990	8.381,7	4.670,8	13.052,5	64,2	35,8	100
1999	9.811,3	5.918,1	15.729,4	62,4	37,6	100
2000	9.924,7	5.968,9	15.893,6	62,4	37,6	100
2001	9.772,8	6.173,7	15.946,5	61,3	38,7	100
2002	9.812,3	6.427,5	16.239,7	60,4	39,6	100
2003	9.895,9	5.925,5	15.821,4	62,5	37,5	100
2004	9.820,0	6.321,4	16.141,5	60,8	39,2	100
2005	9.984,3	6.760,8	16.745,2	59,6	40,4	100
2006	9.996,0	6.360,2	16.356,3	61,1	38,9	100
2007	9.926,5	6.662,7	16.589,2	59,8	40,2	100
2008	9.805,2	5.845,5	15.650,7	62,7	37,3	100
2009	9.289,9	5.211,9	14.501,9	64,1	35,9	100
2010	8.898,8	4.148,6	13.047,4	68,2	31,8	100
2011	8.260,5	4.847,0	13.107,5	63,0	37,0	100
2012	8.042,8	5.131,5	13.174,3	61,0	39,0	100
2013	7.801,5	3.916,5	11.718,1	66,6	33,4	100
2014	7.440,9	3.832,1	11.273,0	66,0	34,0	100
2015	7.186,7	4.391,0	11.577,6	62,1	37,9	100
2016	7.429,2	3.570,7	10.999,9	67,5	32,5	100
2017	7.219,4	4.027,2	11.246,6	64,2	35,8	100
2018	7.501,2	3.708,2	11.209,4	66,9	33,1	100
2019	7.230,0	2.846,2	10.076,2	71,8	28,2	100
2020	5.879,5	1.943,6	7.823,1	75,2	24,8	100
2021	6.356,4	1.867,6	8.224,0	77,3	22,7	100

En la Tabla 9 se observa como las emisiones directas son mayores que las indirectas. A modo de ejemplo, las emisiones directas de GEI en 1999 suponen el 62% de las emisiones totales y el 77% en 2021. A pesar de que la evolución de las emisiones no ha sido lineal en ese periodo, las emisiones directas disminuyeron un 35%, las emisiones indirectas un 68%, y las totales un 48%.

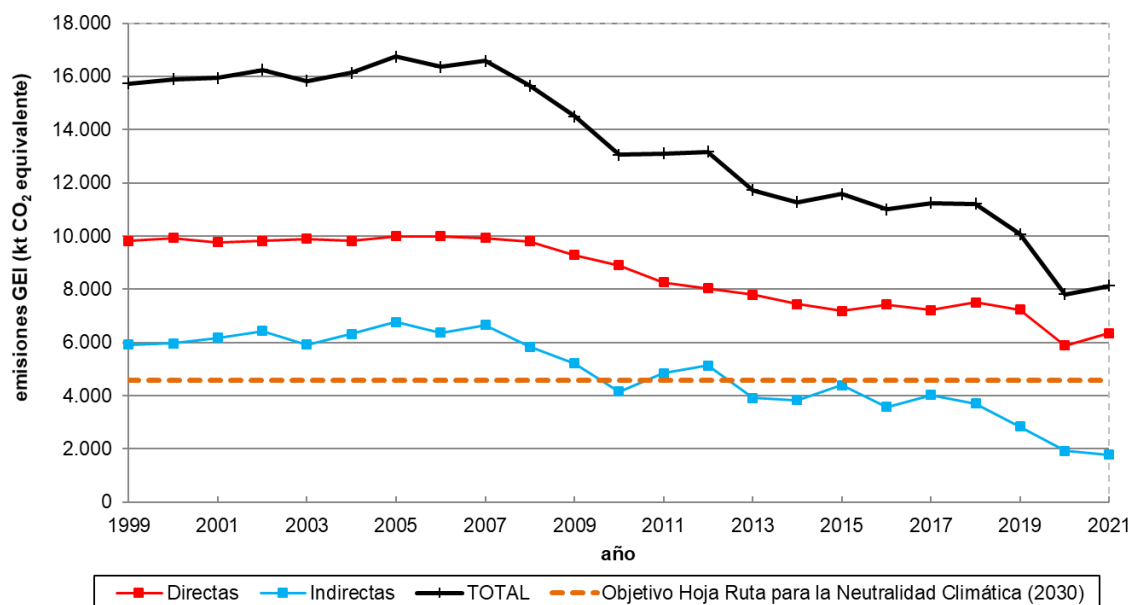


Figura 6. Evolución de las emisiones directas e indirectas de GEI en el municipio de Madrid

En la Tabla 10 se muestra la distribución sectorial de las emisiones en el año 2021.

Tabla 10. Distribución por sectores de las emisiones directas e indirectas de GEI en Madrid (año 2021)

Emisiones	RCI	Industria*	Transporte por carretera	Otros modos de transporte	Tratamiento y eliminación de residuos**	Otros***	TOTAL
kt CO <sub>2</sub> eq							
<b>Directas</b>	2.038,3	412,1	2.251,5	496,0	808,6	349,9	<b>6.356,4</b>
<b>Indirectas</b>	1.610,1	91,6	1,9	157,8	0,0	6,3	<b>1.867,6</b>
<b>TOTALES</b>	<b>3.648,4</b>	<b>503,7</b>	<b>2.253,4</b>	<b>653,6</b>	<b>808,6</b>	<b>356,2</b>	<b>8.224,0</b>
Contribución por sectores (%)							
<b>Directas</b>	32,1	6,5	35,4	7,8	12,7	5,5	<b>100</b>
<b>Indirectas</b>	86,2	4,9	0,1	8,4	0,0	0,3	<b>100</b>
<b>TOTALES</b>	<b>44,4</b>	<b>6,1</b>	<b>27,4</b>	<b>7,9</b>	<b>9,8</b>	<b>4,3</b>	<b>100</b>

(\*) Incluye las emisiones industriales derivadas o no de procesos de combustión (grupos SNAP 03 y 04)

(\*\*) Incluye tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales

(\*\*\*) Incluye la extracción y distribución de combustibles fósiles, el uso de disolventes y otros productos, la agricultura y la naturaleza (exceptuando los sumideros)

Se puede observar que el sector con mayor emisión total en el municipio de Madrid es el “RCI” (44%) seguido del sector “Transporte por carretera” (27%). Desde el punto de vista de las emisiones directas, el sector “Transporte por carretera” contribuye un 35%, y el sector “RCI” con un 32%. La gran relevancia del sector “RCI” en relación con las emisiones totales se explica porque dicho sector lleva asociadas el 86% de las emisiones indirectas del municipio, mientras que las emisiones indirectas del sector “Transporte por carretera” son residuales debido a la todavía escasa relevancia de su consumo

eléctrico. Debido a esta especial relevancia, se ha incluido una desagregación de emisiones del sector “RCI” en “Residencial” y “Servicios (Comercial e Institucional)” en la Tabla 11.

**Tabla 11. Desagregación de emisiones del sector "RCI" (kt CO<sub>2</sub> equivalente)**

Año	Directas			Indirectas		
	Residencial	Servicios (Comercial + Institucional)	TOTAL	Residencial	Servicios (Comercial + Institucional)	TOTAL
2006	1.729,4	828,3	2.557,8	2.154,2	3.031,2	5.187,6
2007	1.817,1	797,4	2.614,5	2.241,3	3.177,6	5.421,2
2008	1.839,0	772,4	2.611,5	1.998,6	2.802,0	4.802,8
2009	1.765,7	742,5	2.508,2	1.826,6	2.673,7	4.502,5
2010	1.670,6	702,1	2.372,7	1.437,7	1.999,6	3.439,0
2011	1.574,4	661,5	2.235,9	1.648,0	2.367,0	4.017,1
2012	1.636,8	689,7	2.326,5	1.750,8	2.620,7	4.373,5
2013	1.647,3	694,1	2.341,4	1.344,5	2.017,8	3.363,9
2014	1.482,4	624,4	2.106,8	1.316,0	1.977,6	3.295,2
2015	1.439,2	606,4	2.045,6	1.518,5	2.253,7	3.773,9
2016	1.545,8	656,7	2.202,5	1.249,8	1.812,5	3.064,0
2017	1.454,5	618,5	2.073,0	1.385,3	2.057,0	3.444,4
2018	1.619,5	689,5	2.309,0	1.251,5	2.002,6	3.254,1
2019	1.520,9	647,9	2.168,8	946,8	1.504,0	2.450,8
2020	1.428,4	607,0	2.035,4	735,5	992,8	1.728,3
2021	1.428,6	609,7	2.038,3	674,3	935,8	1.610,1

### 3.4 Emisiones de GEI por alcance

Como se ha comentado en el apartado 1.1. *Alcance*, las emisiones de GEI se pueden agrupar en 3 alcances distintos. En la Tabla 12 se muestran las emisiones por sector de actividad distinguiendo entre “Alcance 1” (emisiones directas), “Alcance 2” (emisiones indirectas asociadas a la producción de energía eléctrica consumida en la ciudad), y “Alcance 3” (emisiones indirectas relativas a las pérdidas de energía durante el transporte de la electricidad desde el punto de generación al de consumo).

En la Figura 7 se muestra de forma gráfica la evolución para cada uno de los sectores de actividad de las emisiones de GEI por “Alcance”, así como las emisiones totales.

Se puede apreciar que para los sectores “Transporte por carretera”, “Tratamiento y eliminación de residuos” y “Otros”, las emisiones totales de GEI son prácticamente en su totalidad emisiones directas (Alcance 1).

En el caso del sector “Industria”, si bien inicialmente prevalecían las emisiones del “Alcance 2”, de 2008 en adelante las emisiones directas son mayores. En el sector “RCI”, a pesar de que en 2006 las emisiones del “Alcance 2” prácticamente duplicaban a las emisiones directas, la continua disminución de las primeras en el periodo 2006-2021 hace que, en el último año inventariado, las emisiones de indirectas (Alcance 2 + Alcance 3) sean inferiores a las del Alcance 1.

Las emisiones del “Alcance 1” del sector “Otros modos de transporte” suponen entre 2 y 3 veces las emisiones indirectas (Alcance 2 + Alcance 3).

Tabla 12. Emisiones de GEI por “Alcance” y por sector de actividad (kt CO<sub>2</sub>)

Año	RCI	Industria*	Transporte por carretera	Otros modos de transporte	Tratamiento y eliminación de residuos**	Otros***	TOTAL
<b>Emisiones Alcance 1 (directas)</b>							
2006	2.557,8	491,0	4.041,1	881,0	1.011,6	1.013,5	9.996,0
2007	2.614,5	514,2	3.769,8	912,9	964,0	1.151,0	9.926,5
2008	2.611,5	506,4	3.626,9	851,9	992,6	1.215,9	9.805,2
2009	2.508,2	393,1	3.439,2	780,9	1.036,9	1.131,6	9.289,9
2010	2.372,7	384,0	3.264,3	726,2	1.026,4	1.125,2	8.898,8
2011	2.235,9	363,5	2.872,7	724,1	955,3	1.109,1	8.260,5
2012	2.326,5	323,1	2.718,3	671,7	910,6	1.092,6	8.042,8
2013	2.341,4	368,7	2.611,5	594,9	801,5	1.083,5	7.801,5
2014	2.106,8	365,1	2.629,1	602,4	666,6	1.070,9	7.440,9
2015	2.045,6	377,6	2.823,5	657,7	642,6	639,8	7.186,7
2016	2.202,5	413,7	2.791,9	724,1	663,2	633,7	7.429,2
2017	2.073,0	407,7	2.848,5	751,3	628,2	510,7	7.219,4
2018	2.309,0	439,8	2.761,3	807,5	777,3	406,3	7.501,2
2019	2.168,8	379,0	2.696,8	850,7	735,2	399,5	7.230,0
2020	2.035,4	381,1	2.004,9	404,5	709,4	344,2	5.879,5
2021	2.038,3	412,1	2.251,5	496,0	808,6	349,9	6.356,4
<b>Emisiones Alcance 2 (indirectas, generación eléctrica)</b>							
2006	4.704,2	665,4	0,0	368,7	29,2	0,0	5.767,5
2007	4.717,7	631,5	0,0	417,1	31,8	0,0	5.798,0
2008	4.139,8	493,0	0,1	381,0	24,7	0,0	5.038,6
2009	3.853,9	354,6	0,1	229,6	23,0	0,0	4.461,2
2010	2.917,2	295,1	0,1	291,5	15,3	0,0	3.519,2
2011	3.501,0	331,0	0,1	374,7	17,5	0,0	4.224,3
2012	3.710,7	255,1	0,1	370,7	17,3	0,0	4.353,8
2013	2.831,6	184,0	0,1	269,4	11,7	0,0	3.296,9
2014	2.804,9	181,9	0,1	265,1	9,9	0,0	3.262,0
2015	3.273,7	212,1	0,1	312,3	10,7	0,0	3.808,9
2016	2.720,5	174,1	0,1	266,5	9,2	0,0	3.170,3
2017	3.139,1	195,5	0,7	323,1	11,8	0,0	3.670,2
2018	2.972,8	180,4	1,3	221,8	11,3	0,0	3.387,6
2019	2.203,3	138,4	2,0	206,6	8,6	0,0	2.558,8
2020	1.509,8	80,8	1,3	99,2	6,7	0,0	1.697,9
2021	1.410,9	80,3	1,6	138,3	5,5	0,0	1.636,5
<b>Emisiones Alcance 3 (indirectas, pérdidas transporte de electricidad)</b>							
2006	483,5	68,4	0,0	37,9	3,0	0,0	592,7
2007	703,5	94,2	0,0	62,2	4,7	0,0	864,6
2008	663,0	79,0	0,0	61,0	4,0	0,0	807,0
2009	648,5	59,7	0,0	38,6	3,9	0,0	750,7
2010	521,7	52,8	0,0	52,1	2,7	0,0	629,4
2011	516,1	48,8	0,0	55,2	2,6	0,0	622,7
2012	662,9	45,6	0,0	66,2	3,1	0,0	777,7
2013	532,2	34,6	0,0	50,6	2,2	0,0	619,7
2014	490,3	31,8	0,0	46,3	1,7	0,0	570,1
2015	500,3	32,4	0,0	47,7	1,6	0,0	582,1
2016	343,6	22,0	0,0	33,7	1,2	0,0	400,4
2017	305,3	19,0	0,1	31,4	1,2	0,0	356,9
2018	281,3	17,1	0,1	21,0	1,1	0,0	320,6
2019	247,5	15,5	0,2	23,2	1,0	0,0	287,4
2020	218,5	11,7	0,2	14,4	1,0	0,0	245,7
2021	199,2	11,3	0,2	19,5	0,8	0,0	231,1
<b>Emisiones TOTALES</b>							
2006	7.745,4	1.224,8	4.041,1	1.287,7	1.043,7	1.013,5	16.356,3
2007	8.035,8	1.239,9	3.769,8	1.392,1	1.000,6	1.151,0	16.589,2
2008	7.414,3	1.078,3	3.627,0	1.293,9	1.021,2	1.215,9	15.650,7
2009	7.010,7	807,4	3.439,3	1.049,1	1.063,7	1.131,6	14.501,9
2010	5.811,6	731,8	3.264,4	1.069,9	1.044,5	1.125,2	13.047,4
2011	6.253,0	743,2	2.872,7	1.154,1	975,4	1.109,1	13.107,5
2012	6.700,1	623,7	2.718,4	1.108,6	930,9	1.092,6	13.174,3
2013	5.705,3	587,2	2.611,6	915,0	815,4	1.083,5	11.718,1
2014	5.402,0	578,8	2.629,3	913,9	678,2	1.070,9	11.273,0
2015	5.819,5	622,0	2.823,6	1.017,8	654,9	639,8	11.577,6
2016	5.266,5	609,8	2.792,0	1.024,3	673,5	633,7	10.999,9
2017	5.517,3	622,3	2.849,2	1.105,8	641,2	510,7	11.246,6
2018	5.563,1	637,3	2.762,7	1.050,3	789,7	406,3	11.209,4



# INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2021

Año	RCI	Industria*	Transporte por carretera	Otros modos de transporte	Tratamiento y eliminación de residuos**	Otros***	TOTAL
2019	4.619,7	532,9	2.699,0	1.080,4	744,8	399,5	10.076,2
2020	3.763,6	473,6	2.006,4	518,1	717,1	344,2	7.823,1
2021	3.648,4	503,7	2.253,4	653,8	814,8	349,9	8.224,0

(\*) Incluye las emisiones industriales derivadas o no de procesos de combustión (grupos SNAP 03 y 04)

(\*\*) Incluye tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales

(\*\*\*) Incluye la extracción y distribución de combustibles fósiles, el uso de disolventes y otros productos, la agricultura y la naturaleza (exceptuando los sumideros)

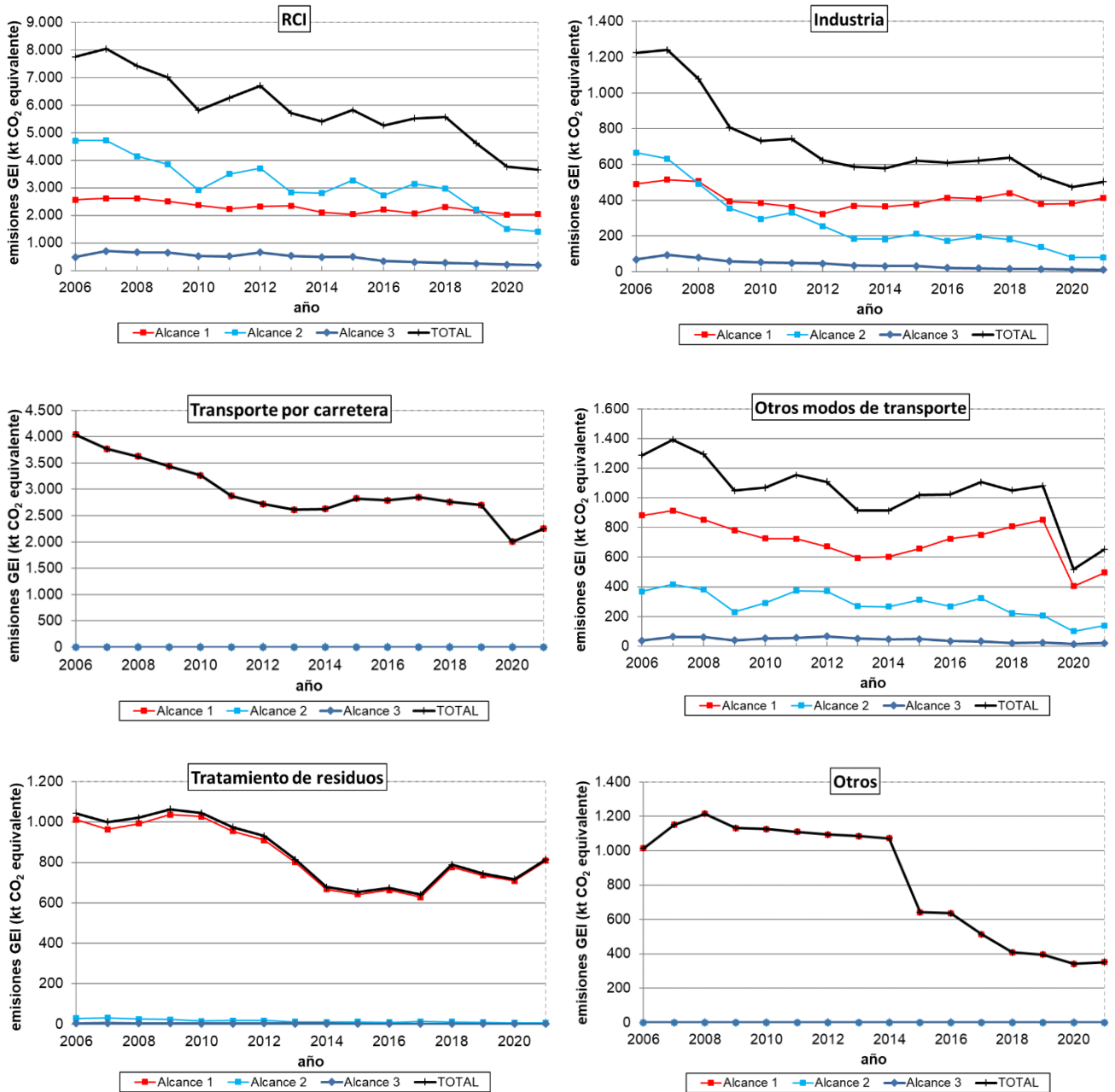


Figura 7. Emisiones por “Alcance” de los principales sectores de actividad



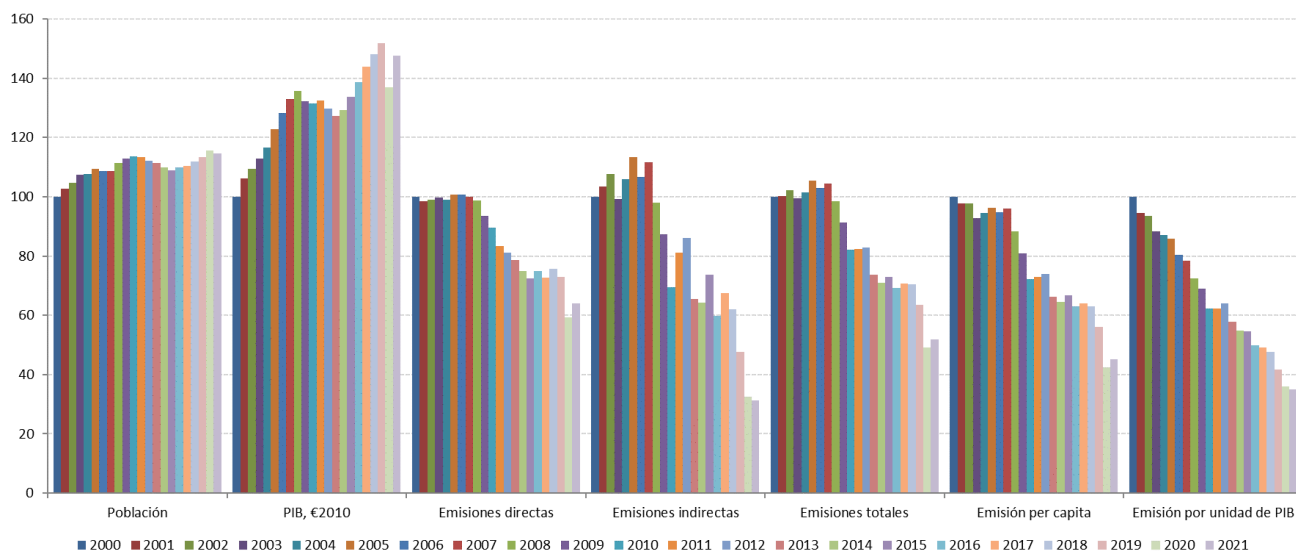
## 4 INDICADORES DE EMISIÓN

En la Tabla 13 y Figura 8 se muestra la evolución en el periodo 2000-2021 de la población, el Producto Interior Bruto (PIB) y las emisiones de GEI en el municipio de Madrid. También, se muestran las emisiones *per cápita* (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante y año) y las emisiones por unidad de PIB (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por millón de euros de PIB). El análisis se realiza para el periodo 2000-2021 dado que son los años para los que se dispone de una serie temporal de PIB municipal, completa y consistente.

**Tabla 13. Principales indicadores municipales de emisión (periodo 2000-2021)**

Año	Población	PIB, millones de € <sub>2010</sub>	Emisiones directas (kt CO <sub>2</sub> eq)	Emisiones indirectas (kt CO <sub>2</sub> eq)	Emisiones totales (kt CO <sub>2</sub> eq)	Emisión <i>per cápita</i> (t CO <sub>2</sub> eq/hab)	Emisión por unidad de PIB (t CO <sub>2</sub> eq / mill € <sub>2010</sub> )
2000	2.882.860	95.262	9.924,7	5.968,9	15.893,6	5,5	167
2001	2.957.058	101.067	9.772,8	6.173,7	15.946,5	5,4	158
2002	3.016.788	104.194	9.812,3	6.427,5	16.239,7	5,4	156
2003	3.092.759	107.467	9.895,9	5.925,5	15.821,4	5,1	147
2004	3.099.834	111.036	9.820,0	6.321,4	16.141,5	5,2	145
2005	3.155.359	116.922	9.984,3	6.760,8	16.745,2	5,3	143
2006	3.128.600	122.043	9.996,0	6.360,2	16.356,3	5,2	134
2007	3.132.463	126.669	9.926,5	6.662,7	16.589,2	5,3	131
2008	3.213.271	129.351	9.805,2	5.845,5	15.650,7	4,9	121
2009	3.255.944	125.970	9.289,9	5.211,9	14.501,9	4,5	115
2010	3.273.049	125.339	8.898,8	4.148,6	13.047,4	4,0	104
2011	3.265.038	126.276	8.260,5	4.847,0	13.107,5	4,0	104
2012	3.233.527	123.495	8.042,8	5.131,5	13.174,3	4,1	107
2013	3.207.247	121.276	7.801,5	3.916,5	11.718,1	3,7	97
2014	3.165.235	123.019	7.440,9	3.832,1	11.273,0	3,6	92
2015	3.141.991	127.266	7.186,7	4.391,0	11.577,6	3,7	91
2016	3.165.541	132.071	7.429,2	3.570,7	10.999,9	3,5	83
2017	3.182.981	137.004	7.219,4	4.027,2	11.246,6	3,5	82
2018	3.223.334	141.144	7.501,2	3.708,2	11.209,4	3,5	79
2019	3.266.126	144.480	7.230,0	2.846,2	10.076,2	3,1	70
2020	3.334.730	130.451	5.879,5	1.943,6	7.823,1	2,3	60
2021	3.305.408	140.501	6.356,4	1.867,6	8.224,0	2,5	59

La emisión *per cápita* municipal se ha reducido un 55% en el periodo 2000-2021, como consecuencia del crecimiento de la población (un 15%) y del descenso de las emisiones totales de GEI (un 48%). Así mismo, la “*intensidad de emisión por unidad de PIB*” se ha reducido un 65%, dado que al descenso de las emisiones de GEI ya comentado, se ha de sumar un incremento del PIB (un 47%).



**Figura 8. Evolución de las emisiones municipales de GEI y de los principales indicadores de emisión (Año 2000=100)**

## 5 COMPARACIÓN CON LA SITUACIÓN NACIONAL

En la Tabla 14 y Figura 9 se muestran los valores de población, PIB y emisiones totales de GEI, así como los indicadores de emisión *per cápita* y por unidad de PIB del municipio de Madrid y de España, en el periodo 2000-2021.

En 2021, el municipio de Madrid acogió el 7% de la población nacional y generó el 3% de las emisiones totales de GEI. Así, la emisión *per cápita* municipal fue un 59% inferior a la media nacional (2,5 frente a 6,1 t/habitante). Del mismo modo, Madrid generó el 13% del PIB nacional, por lo que su “*intensidad de emisión por unidad de PIB*” fue un 78% inferior al valor nacional (59 frente a 268 t/M€<sub>2010</sub>). Estas importantes diferencias se deben, en gran medida, a la estructura productiva del municipio, cuya actividad económica se basa en el sector terciario (servicios) y no en la industria que, al consumir más energía, genera más emisiones.

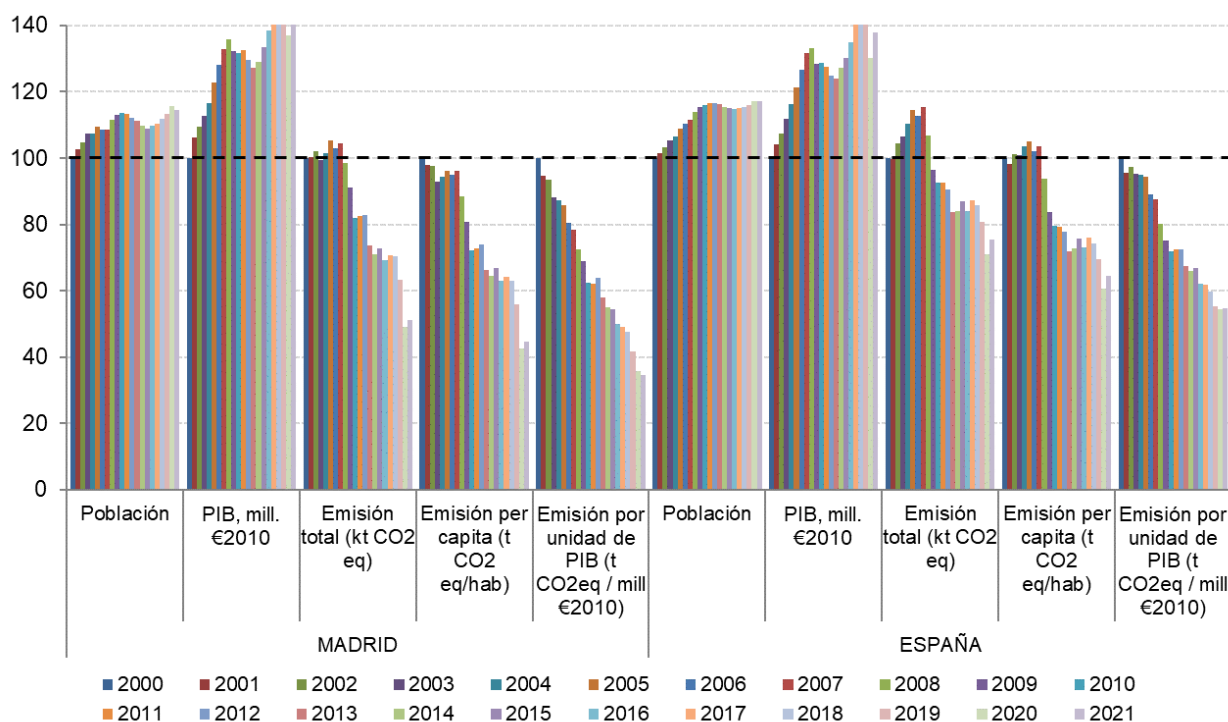
En el periodo evaluado (2000-2021), la emisión *per cápita* municipal ha tenido un mayor descenso que en el conjunto nacional (un 55% frente al 36% nacional) pese a que la población tuvo un mayor crecimiento en el conjunto del país (un 17% frente a casi un 15% en el municipio de Madrid). Por tanto, el descenso en la emisión *per cápita* se debe a una mayor reducción de las emisiones municipales (un 48% frente al 25% nacional). Desde el punto de vista de las emisiones por unidad de PIB, este indicador muestra en Madrid una reducción del 65% en el periodo 2000-2021, mientras que en España la disminución es del 45%. Esta diferente evolución es reflejo de un mayor descenso de las emisiones totales de GEI a nivel municipal y de un mayor incremento del PIB.

**Tabla 14. Comparación de los principales indicadores de emisión a nivel municipal y nacional (periodo 2000-2021)**

Año	MADRID <sup>1</sup>					ESPAÑA <sup>2</sup>				
	Población	PIB, mill. € <sub>2010</sub>	Emisiones totales de GEI (kt CO <sub>2</sub> eq)	Emisión per cápita (t CO <sub>2</sub> eq/hab)	Emisión por unidad de PIB (t CO <sub>2</sub> eq / mill € <sub>2010</sub> )	Población	PIB, mill. € <sub>2010</sub>	Emisiones totales de GEI (kt CO <sub>2</sub> eq)	Emisión per cápita (t CO <sub>2</sub> eq/hab)	Emisión por unidad de PIB (t CO <sub>2</sub> eq / mill € <sub>2010</sub> )
2000	2.882.860	95.262	15.894	5,5	167	40.499.791	781.631	383.276	9,5	490
2001	2.957.058	101.067	15.947	5,4	158	41.116.842	814.409	382.043	9,3	469
2002	3.016.788	104.194	16.240	5,4	156	41.837.894	840.246	400.722	9,6	477
2003	3.092.759	107.467	15.821	5,1	147	42.717.064	873.397	407.929	9,5	467
2004	3.099.834	111.036	16.141	5,2	145	43.197.684	909.818	423.590	9,8	466
2005	3.155.359	116.922	16.745	5,3	143	44.108.530	948.994	438.760	9,9	462
2006	3.128.600	122.043	16.356	5,2	134	44.708.964	990.951	432.097	9,7	436
2007	3.132.463	126.669	16.589	5,3	131	45.200.737	1.030.136	442.832	9,8	430
2008	3.213.271	129.351	15.651	4,9	121	46.157.822	1.041.491	409.175	8,9	393
2009	3.255.944	125.970	14.502	4,5	115	46.745.807	1.003.945	369.811	7,9	368
2010	3.273.049	125.339	13.047	4,0	104	47.021.031	1.006.119	354.652	7,5	352
2011	3.265.038	126.276	13.107	4,0	104	47.190.493	996.743	354.632	7,5	356
2012	3.233.527	123.495	13.174	4,1	107	47.265.321	976.593	347.509	7,4	356
2013	3.207.247	121.276	11.718	3,7	97	47.129.783	968.957	320.452	6,8	331
2014	3.165.235	123.019	11.273	3,6	92	46.771.341	993.830	321.937	6,9	324
2015	3.141.991	127.266	11.578	3,7	91	46.624.382	1.017.525	333.623	7,2	328
2016	3.165.541	132.071	11.000	3,5	83	46.557.008	1.055.841	321.650	6,9	305
2017	3.182.981	137.004	11.247	3,5	82	46.572.132	1.104.201	334.704	7,2	303
2018	3.223.334	141.144	11.209	3,5	79	46.722.980	1.120.147	328.905	7,0	294
2019	3.266.126	144.480	10.076	3,1	70	47.026.208	1.143.267	309.814	6,6	271
2020	3.334.730	130.451	7.823	2,3	60	47.398.695	1.017.567	272.244	5,7	268
2021	3.305.408	140.501	8.224	2,5	59	47.432.893	1.078.007	288.848	6,1	268

1) Fuentes de información para los datos de la ciudad de Madrid: población (INE, 2022), PIB (AM, 2023c)

2) Fuentes de información para los datos nacionales: población (INE, 2022), PIB (AM, 2023c; MITECO, 2023b), emisiones de GEI (MITECO, 2023a)



**Figura 9. Comparación de la evolución de los principales indicadores de emisión a nivel municipal y nacional (Año 2000=100)**

## 6 CONCLUSIONES

### Conclusiones generales

Las emisiones totales de GEI en el municipio de Madrid han disminuido un 48%, en el periodo 2000-2021. Las emisiones directas, así como las emisiones indirectas, derivadas del consumo de energía eléctrica (únicas indirectas evaluadas en este documento), se han reducido un 36% y un 69%, respectivamente. Además, las emisiones directas de GEI son mayores que las indirectas, suponiendo entre el 60% y el 76% de las emisiones totales en el periodo inventariado.

La disminución de las emisiones directas (“Alcance 1”) de GEI se debe, fundamentalmente, a la evolución de los principales sectores emisores: “RCI” y “Transporte por carretera”. La disminución de las emisiones indirectas (“Alcances 2 y 3”) en el periodo 2000-2021 se debe a la reducción del factor de emisión eléctrico nacional en un 69% (como consecuencia del *mix* tecnológico de generación eléctrica), ya que el consumo de electricidad del municipio ha regresado a los niveles del año 2000.

El sector “RCI” presenta la mayor contribución a las emisiones totales de GEI en el municipio de Madrid (un 44% en 2021) seguido del sector “Transporte por carretera” (un 27% en 2021). Desde el punto de vista de las emisiones directas, el sector “Transporte por carretera” contribuye con un 35%, y el sector “RCI”, lo hace con un 32%. La gran relevancia del sector “RCI” en relación a las emisiones totales se explica porque dicho sector lleva asociadas el 86% emisiones indirectas del municipio. El resto de sectores tiene una contribución menor al total de emisiones.

En cuanto a los principales indicadores de emisión cabe destacar:

- la *emisión per cápita* municipal, en 2021, fue un 60% inferior a la media española, emitiéndose 2,5 t/habitante frente a las 6,1 t/habitante para el total nacional. En el periodo 2000-2021, la *emisión per cápita* en el municipio ha descendido un 55%, frente al 36% del indicador nacional.
- la *intensidad de emisión por unidad de PIB*, en 2021, fue un 78% inferior en Madrid que en España. Concretamente, en Madrid dicho indicador fue igual a 59 t/M€<sub>2010</sub> frente a 268 t/M€<sub>2010</sub> en España. La tasa de emisión por unidad de PIB en Madrid ha experimentado un mayor descenso en el periodo 2000-2021 que en España (un 65% frente a un 45%, respectivamente).
- el municipio de Madrid acogía, en 2021, el 7% de la población nacional y generaba el 13% del PIB nacional, emitiendo el 3% de las emisiones totales nacionales de GEI.

### Conclusiones a nivel sectorial

El sector “RCI” generó, en 2021, el 32% de las emisiones directas y el 86% de las indirectas del municipio, alcanzando el 44% de las emisiones totales. Aunque la evolución no sigue una tendencia lineal, las emisiones directas de este sector en el periodo 2000-2021 disminuyeron un 20% como resultado de la mejora tecnológica de los equipos de combustión y el progresivo abandono de combustibles con mayores tasas específicas de emisión (sustitución del carbón por otros combustibles tipo gas natural).

El sector “Industria” fue responsable, en 2021, del 6% de las emisiones directas y del 5% de las indirectas, lo que supone el 6% de las emisiones totales. Desde 2000 a 2021, las emisiones directas del sector disminuyeron un 29%.

Las emisiones del sector “Transporte por carretera” supusieron el 35% de las emisiones directas de GEI en 2021, traduciéndose en una contribución del 27% sobre las emisiones totales. Las emisiones indirectas de este sector son muy poco relevantes debido a los todavía bajos consumos de electricidad en el mismo. En el periodo 2000-2021 sus emisiones directas disminuyeron un 44%, siendo esta reducción más evidente a partir del año 2007 y especialmente pronunciada entre 2019 a 2021. Esta tendencia se debe, entre otros, a los siguientes factores: evolución de los recorridos y velocidades medias, efecto de las medidas municipales de promoción de ciclomotores y motocicletas, mejora tecnológica del parque de vehículos, promoción de combustibles alternativos y mejora del transporte público municipal, además de las circunstancias derivadas de la pandemia de la COVID-19 en 2020 y 2021.

El sector “Otros modos de transporte” supuso aproximadamente el 8% de las emisiones directas e indirectas de Madrid, lo que se traduce en el 8% de las emisiones totales, en 2021. Las emisiones directas del sector son un 33% menores que las de 2000.

El sector “Tratamiento y eliminación de residuos” generó, en 2021, el 13% de las emisiones directas, no presentando emisiones indirectas, lo que supuso cerca del 10% de las emisiones totales. Las emisiones directas de este sector disminuyeron un 47% en el periodo inventariado debido, en gran medida, a la reducción de emisiones de CH<sub>4</sub> derivada de la captación de biogás de vertedero en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, a partir de 2003. Desde 2013 se observa un descenso en las emisiones producido principalmente por el cese total o parcial de los procesos de secado térmico de lodos (y por lo tanto del consumo de gas natural).

El sector “Otros” fue responsable, en 2021, del 6% de las emisiones directas y el 0,3% de las indirectas. Esto supuso el 4% de las emisiones totales. Este sector presenta un descenso del 24% de las emisiones directas entre 2000 y 2021.

## 7 FUENTES DE INFORMACIÓN

- AM, 2014. Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid 2013. Ayuntamiento de Madrid, 2014.
- AM, 2018. Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid 2017. Ayuntamiento de Madrid, 2018.
- AM, 2023a. Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid 2022. Ayuntamiento de Madrid, 2022.
- AM, 2023b. Áreas de información estadística del Ayuntamiento de Madrid. Banco de datos.
- AM, 2023c. Balance Energético del municipio de Madrid, año 2021. Ayuntamiento de Madrid, 2021.
- CM, 2023. Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid 1985-2021 -Banco de datos-. Comunidad de Madrid, 2023.
- EEA, 2013. Libro Guía EMEP/EEA para la elaboración de inventarios de emisión de contaminantes a la atmósfera, 2013.
- EEA, 2016. Libro Guía EMEP/EEA para la elaboración de inventarios de emisión de contaminantes a la atmósfera, 2016.
- EEA, 2019. Libro Guía EMEP/EEA para la elaboración de inventarios de emisión de contaminantes a la atmósfera, 2019.
- INE, 2022. Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero de 2022. Instituto Nacional de Estadística, 2022.
- IPCC, 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 2006.
- IPCC, 2013. IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2007. Working Group I: The Physical Science Basis.
- IPCC, 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Working Group I: The Physical Science Basis.
- IPCC, 1995. IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995, Working Group I: The Science of Climate Change.
- MAPAMA, 2014. Inventario de gases de efecto invernadero en el marco de la Decisión 280/2004/EC, Edición 2014. Comunicación de España a la Comisión Europea en el marco de la Decisión 280/2004/CE. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, mayo 2014.
- MITECO, 2023a. Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera 1990-2021, Edición 2023. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023.
- MITECO, 2023b. Balance energético 2021 y perspectivas 2022. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023.
- OACI, 2016. Banco de datos de la Organización de Aviación Civil Internacional, febrero 2016.
- Pérez, J., Lázaro, S., Lumbreras, J., Rodríguez, M.E., 2019. A methodology for the development of urban energy balances: Ten years of application to the city of Madrid. *Cities*, 91, 126-136.
- REE, 2022. El sistema Eléctrico Español 2021. Red Eléctrica de España, 2022.
- REE, 2023. Series estadísticas del sistema eléctrico español, septiembre 2023.