

HUELLA DE CARBONO DE LOS MUNICIPIOS DE ANDALUCÍA 2020



Consejería de Sostenibilidad,
Medio Ambiente y Economía Azul

Huella de Carbono de los municipios de Andalucía , 2020

**Oficina Andaluza de Cambio Climático
Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático
Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul**

Noviembre 2023

Índice

DATOS RELEVANTES	9
1. LA OBSERVACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ANDALUCÍA	11
1.1. COHERENCIA EXTERNA DE LA REGULACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂	12
1.1.1. El Acuerdo de París	12
1.1.2. Normativa europea	13
1.1.3. Normativa nacional	13
1.1.4. Normativa andaluza	14
2. METODOLOGÍA DEL INFORME	17
2.1. GASES DE EFECTO INVERNADERO	17
2.2. CÁLCULO DE LAS EMISIONES GEI	18
2.3. SECTORES EMISORES	20
2.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO EN LA ELABORACIÓN DEL INFORME	22
3. EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES	23
3.1. EMISIONES TOTALES EN ANDALUCÍA	23
3.2. EMISIONES DESAGREGADAS POR PROVINCIAS	25
3.2.1. Evolución de las emisiones provinciales 2005-2020	26
3.3 ESTRUCTURA Y ORIGEN DE LAS EMISIONES	40
3.3.1. Consumo eléctrico	45
3.3.2. Instalaciones fijas	46
3.3.3. Transporte	48
3.3.4. Residuos	49
3.3.5. Aguas residuales	50
3.3.6. Gases fluorados	51
3.3.7. Agricultura	53
3.3.8. Ganadería	54
3.4. ANÁLISIS MUNICIPAL DE LAS EMISIONES	55
3.4.1. Emisiones <i>per cápita</i> en el ámbito municipal	61
3.5. CAPACIDAD DE SUMIDERO	63
3.5.1. Capacidad de sumidero por provincia	64
3.5.2. Capacidad de sumidero por superficie	67
3.6. ENERGÍAS RENOVABLES	73
3.6.1. Consumo de energías renovables por provincias	73
3.6.2. Consumo de energías renovables por fuentes	75
3.6.3. Contexto municipal de las energías renovables	76
4. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS DE REFERENCIA	87
4.1. GLOSARIO	87
4.2. ACRÓNIMOS	88



Índice de gráficos, tablas y mapas

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índice de Calentamiento Global Andalucía, 1951-2021	12
Gráfico 2. Evolución de las emisiones GEI (tCO _{2-eq}) en Andalucía 2005-2020.	23
Gráfico 3. Evolución de las emisiones GEI frente al PIB en Andalucía	24
Gráfico 4. Participación provincial en las emisiones GEI en Andalucía, 2020	25
Gráfico 5. Evolución provincial de las emisiones globales y <i>per cápita</i> en Andalucía en el periodo 2005-2020	26
Gráfico 6. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Almería por sectores 2020	28
Gráfico 7. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Almería en el periodo 2005-2020.	29
Gráfico 8. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Almería por sectores, 2020	29
Gráfico 9. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Cádiz por sectores 2020.	30
Gráfico 10. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Cádiz en el periodo 2005-2020.	30
Gráfico 11. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Cádiz por sectores, 2020	31
Gráfico 12. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Córdoba por sectores 2020	32
Gráfico 13. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Córdoba en el periodo 2005-2020.	32
Gráfico 14. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Córdoba por sectores, 2020	32
Gráfico 15. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Granada por sectores 2020	33
Gráfico 16. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Granada en el periodo 2005-2020.	33
Gráfico 17. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Granada por sectores, 2020	34
Gráfico 18. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Huelva por sectores 2020.	35
Gráfico 19. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Huelva en el periodo 2005-2020	35
Gráfico 20. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Huelva por sectores, 2020.	35
Gráfico 21. Emisiones en Jaén (tCO _{2-eq}) por sectores 2020	36
Gráfico 22. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Jaén en el periodo 2005-2020.	36
Gráfico 23. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Jaén por sectores, 2020	37
Gráfico 24. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Málaga por sectores 2020	37
Gráfico 25. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Málaga en el periodo 2005-2020	38
Gráfico 26. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Málaga por sectores, 2020.	38
Gráfico 27. Emisiones (tCO _{2-eq}) en Sevilla por sectores 2020	39
Gráfico 28. Evolución de las emisiones (tCO _{2-eq}) en Sevilla en el periodo 2005-2020.	39
Gráfico 29. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) en Sevilla por sectores, 2020.	40
Gráfico 30. Emisiones andaluzas (tCO _{2-eq}) por sectores en 2020.	40
Gráfico 31. Distribución de las emisiones andaluzas por sectores en 2020	41
Gráfico 32. Aporte sectorial <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) a las emisiones andaluzas, 2020.	41
Gráfico 33. Evolución de las emisiones del consumo eléctrico, instalaciones fijas y transporte (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020.	43
Gráfico 34. Evolución de las emisiones <i>per cápita</i> del consumo eléctrico, instalaciones fijas y transporte (tCO _{2-eq} /habitante) en el periodo 2005-2020	44
Gráfico 35. Emisiones procedentes del consumo eléctrico (tCO _{2-eq}) por sectores en 2020.	45
Gráfico 36. Evolución de las emisiones por consumo eléctrico (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	46
Gráfico 37. Emisiones procedentes de las instalaciones fijas por combustibles (tCO _{2-eq}) en 2020.	47
Gráfico 38. Evolución de las emisiones de las instalaciones fijas (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	47

Gráfico 39. Emisiones (tCO _{2-eq}) procedentes del transporte por tipología de vehículos en 2020	48
Gráfico 40. Evolución de las emisiones del transporte (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	48
Gráfico 41. Emisiones procedentes del tratamiento de residuos (tCO _{2-eq}) en 2020	49
Gráfico 42. Evolución de las emisiones del tratamiento de residuos (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	50
Gráfico 43. Emisiones procedentes del tratamiento de las aguas residuales (tCO _{2-eq}) en 2020.	50
Gráfico 44. Evolución de las emisiones del tratamiento de aguas residuales (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	51
Gráfico 45. Emisiones procedentes de gases fluorados(tCO _{2-eq}) en 2020	52
Gráfico 46. Evolución de las emisiones de los gases fluorados(tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	52
Gráfico 47. Emisiones procedentes de la agricultura (tCO _{2-eq}) en 2020	53
Gráfico 48. Evolución de las emisiones de la agricultura (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020.	53
Gráfico 49. Emisiones procedentes de la ganadería (tCO _{2-eq}) en 2020	54
Gráfico 50. Evolución de las emisiones de la ganadería (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	55
Gráfico 51. Población andaluza por rangos de población municipal, 2020.	56
Gráfico 52. Emisiones en Andalucía por rangos de población, 2020	57
Gráfico 53. Distribución provincial de las emisiones por rangos de población, 2020	58
Gráfico 54. Distribución sectorial de las emisiones por rangos de población, 2020	59
Gráfico 55. Distribución por provincias de las emisiones sectoriales por rangos de población, 2020.	60
Gráfico 56. Superficie (ha) por usos de suelo en Andalucía en 2020	63
Gráfico 57. Absorciones totales (tCO _{2-eq}) por tipo de uso de suelo y provincia en 2020	64
Gráfico 58. Superficies (ha) de sumidero por provincias en 2020.	65
Gráfico 59. Absorciones provinciales totales (tCO _{2-eq}) por sectores en 2020.	66
Gráfico 60. Capacidad absorción por superficie (tCO _{2-eq} /hectárea) en 2020	66
Gráfico 61. Distribución provincial de los usos del suelo en Andalucía en 2020	68
Gráfico 62. Superficie provincial (ha)y absorciones asociadas a la superficie de cultivo transformada a forestal (tCO _{2-eq}) en 2020.	69
Gráfico 63. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a cultivos leñosos (tCO _{2-eq}) en 2020.	70
Gráfico 64. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a la dehesa espesa (tCO _{2-eq}) en 2020	71
Gráfico 65. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a la superficie arbolada (tCO _{2-eq}) en 2020	72
Gráfico 66. Consumo provincial de energías renovables (MWh), 2020	74
Gráfico 67. Consumo <i>per cápita</i> de energías renovables (MWh/habitantes), 2020	74
Gráfico 68. Consumo de energía renovable (MWh) por fuentes en Andalucía en 2020	75
Gráfico 69. Participación de las energías renovables (MWh) en 2020 y 2019 en Andalucía	76
Gráfico 70. Consumo de energías renovables (MWh) en Andalucía por rangos de población, 2020.	77
Gráfico 71. Distribución provincial del consumo de energías renovables (MWh) por rangos de población, 2020	78
Gráfico 72. Distribución del consumo de energías renovables (MWh) en Andalucía por rangos de población, 2020.	80
Gráfico 73. Distribución por provincias del consumo de energías renovables (MWh) por tecnologías y rangos de población, 2020.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variación provincial de las emisiones (tCO _{2-eq}) en el periodo 2005-2020	27
Tabla 2. Variación provincial <i>per cápita</i> de las emisiones (tCO _{2-eq} /habitante) en el periodo 2005-2020	28
Tabla 3. Emisiones totales (tCO _{2-eq}) por sectores en Andalucía en el periodo 2005-2020	42
Tabla 4. Emisiones <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) por sectores en Andalucía en el periodo 2005-2020	44
Tabla 5. Emisiones provinciales por rangos de población, 2020	58
Tabla 6. Emisiones sectoriales por rangos de población, 2020	59
Tabla 7. Absorciones provinciales (tCO _{2-eq}) por tipo de superficie en 2020.	68
Tabla 8. Consumos provinciales de energías renovables por rango de población, 2020	78
Tabla 9. Consumo sectorial de energías renovables por rangos de población, 2020	79

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Emisiones <i>per cápita</i> en Andalucía a nivel municipal (MWh/habitante), 2020	61
Mapa 2. Emisiones municipales <i>per cápita</i> (tCO _{2-eq} /habitante) por sectores, 2020	62
Mapa 3. Consumo municipal <i>per cápita</i> de energía renovable (MWh/habitante), 2020	83
Mapa 4. Consumo municipal <i>per cápita</i> de energía renovable por fuentes, (MWh/habitante), 2020.	84

Nota informativa: A nivel metodológico, es importante resaltar que la aplicación Huella de Carbono de los Municipios de Andalucía (HCM) estima las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel municipal provenientes de dos tipos de fuentes de emisión: las incluidas en el sector difuso (transporte, gestión de residuos, agricultura, ganadería, ...) y las debidas a la generación de la electricidad consumida, que están afectadas por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE). Además, hay que señalar que existen diferencias de criterios de consideración de subsectores contemplados en la HCM para cada uno de los sectores difusos frente a los recogidos en el Inventario Andaluz de Emisiones de GEI (por ejemplo, en el sector Tratamiento y eliminación de residuos, la HCM no estima las emisiones debidas a la incineración de residuos). Además, la HCM se alimenta de fuentes de datos de carácter municipal, ya que corresponden a información a nivel local. Éste no es un requisito aplicable al Inventario Andaluz de Emisiones de GEI, que emplea fuentes de datos a nivel nacional y valores oficiales del RCDE.

Por todo lo expuesto, se advierte sobre posibles diferencias entre valores regionales calculados por la HCM y aquellos contemplados en el Inventario Andaluz de Emisiones de GEI, que en todo caso quedan justificadas por las consideraciones aquí expuestas en cuanto a las fuentes de datos y emisiones empleadas.



Datos relevantes

El presente informe analiza las emisiones de gases efecto invernadero de los sectores difusos, así como las asociadas a la generación de la energía eléctrica consumida por cada municipio (afectadas por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión), correspondientes a la serie 2005 - 2020. Asimismo, proporciona información a nivel municipal sobre la capacidad de sumidero y el consumo de energías renovables.

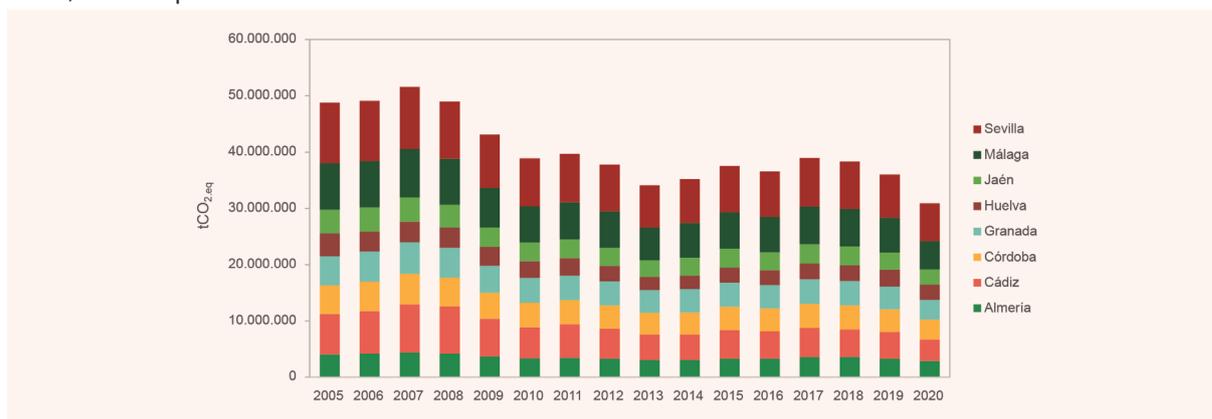
EMISIONES CORRESPONDIENTES AL AÑO 2020¹:

ANDALUCÍA

30.937.936 tCO_{2-eq}
 ↓ 14,1% respecto el año 2019.

PROVINCIAS

Las emisiones han seguido patrones de distribución provincial de similar evolución entre 2005-2020, con un periodo de descenso más o menos acusado.



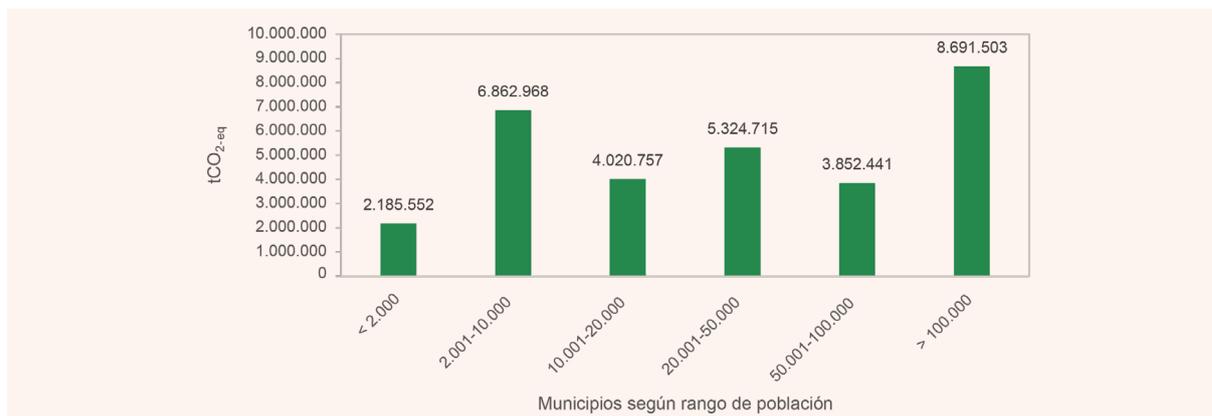
MUNICIPIOS

Emisiones de las 12 grandes ciudades andaluzas (>100.000 hab):

8.691.503 tCO_{2-eq} 28,1% del total

Emisiones de los 17 municipios de entre 50.000-100.000 hab:

3.852.441 tCO_{2-eq} 12,5% del total



¹ Diferencia < 5 % (4,1 %) respecto al valor recogido en el Inventario Andaluz de Emisiones de GEI 2020: 23.339.354 tCO_{2-eq} (difusos) + 6.333.517 tCO_{2-eq} (generación de energía eléctrica, RCDE) = 29.672.871 tCO_{2-eq}



1.

La observación del cambio climático en Andalucía

Los científicos están observando cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto como se indica en el informe Climate Change 2021: The Physical Science Basis resultado del Grupo de Trabajo 1 del 6º ciclo de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático¹, aprobado el pasado 9 de agosto de 2021 por los 195 miembros gubernamentales que forman parte del panel.

Muchos de los cambios observados en el clima no tienen precedentes en miles, sino en cientos de miles de años, y algunos de los cambios que ya se están produciendo, como el aumento continuo del nivel del mar, no se podrán revertir hasta dentro de varios siglos o milenios.

La temperatura media de la Tierra está alcanzando registros récords en los últimos años. Los últimos datos publicados por el Servicio de Cambio Climático de Copernicus muestran que junio-agosto² de 2023 ha sido con diferencia el verano más cálido registrado a nivel mundial, con una temperatura promedio de 16,77°C (+0,66 °C por encima del promedio). Las temperaturas terrestres durante este verano de 2023 estuvieron predominantemente por encima del promedio de 1991-2020. La temperatura media europea fue de 19,63°C, lo que equivale a +0,83°C por encima de la media, situándose como la quinta temporada de verano más cálida.

La Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul hace un seguimiento anual de las evidencias del Cambio Climático en la región, permitiendo con ello elaborar políticas adecuadas y eficientes, así como evaluar la eficiencia de su implementación.

Una de las tareas que forman parte de dicho seguimiento es el cálculo del Índice del Calentamiento Global (ICG) para medir la evolución del comportamiento climático, así como sus impactos derivados. Este índice determina el incremento/descenso anual de las temperaturas medias en Andalucía, con resultados comparables con los datos que se obtienen a nivel mundial por organismos internacionales, especialmente los estudios desarrollados por el IPCC.

A través de su seguimiento se detecta que en las últimas décadas existe una tendencia al aumento progresivo de las temperaturas en Andalucía. Así vemos, que, aunque en 2021 se aprecian suaves descensos de las temperaturas medias anuales respecto a 2020 en las tres estaciones de referencia objeto de estudio (-0,5°C en Córdoba, -0,6°C en Granada y -0,4°C en Jerez de la Frontera), refrendado con valores ligeramente inferiores en las anomalías térmicas, el ICG resultante muestra con claridad la evolución creciente que siguen las temperaturas y el incremento de su ritmo de crecimiento desde el principio de la década de 1990.

1 IPCC de sus siglas en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change.

2 Verano boreal.

Gráfico 1. Índice de Calentamiento Global Andalucía, 1951-2021



Fuente: Indicadores de Cambio Climático, REDIAM, 2022.

Este crecimiento se concreta en una anomalía térmica para el conjunto de Andalucía en 2021 de +0,32°C, si bien algo menor que la registrada en 2020 que alcanzó +0,73°C. Analizando las anomalías térmicas anuales registradas una por una en las tres estaciones de referencia³, todas se muestran con resultados positivos, como corresponde a un año catalogado como cálido, especialmente intenso en la estación de Granada (+1,04°C).

También son superiores las temperaturas promedio de los últimos 30 años (1992-2021) en relación con las del periodo de referencia (1961-1990), con diferencias de +0,5°C en el conjunto de la región.

1.1. COHERENCIA EXTERNA DE LA REGULACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂

1.1.1. EL ACUERDO DE PARÍS

Las Naciones Unidas junto con la Unión Europea han liderado la unidad de acción en materia de cambio climático. La [Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático](#), en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), es uno de estos mecanismos internacionales de respuesta. Es la reunión formal de las Partes de la CMNUCC (Conferencia de las Partes, -COP- de sus siglas en inglés) en la que se evalúa el progreso del cambio climático a nivel mundial y se intentan establecer obligaciones legalmente vinculantes a los países firmantes para la reducción de los GEI.

Iniciada tras la Cumbre del Clima de Río de Janeiro (1992), la 1ª reunión tuvo lugar en Berlín en 1995 y ya se ha alcanzado la 27ª edición celebrada en Sharm el-Sheij, Egipto. La próxima Conferencia de las Partes se celebrará en Dubái a finales de noviembre de 2023 (COP28-UAE).

Entre todas ellas, destaca la COP que se celebró en París en 2015, la COP 21, que marcó un hito internacional en materia de mitigación del cambio climático. En ella se alcanzó un acuerdo histórico en la transición hacia una economía baja en emisiones, el [Acuerdo de París](#).

³ Datos aún provisionales.

Se considera un hito en el proceso multilateral del cambio climático porque, por primera vez, un tratado internacional jurídicamente vinculante hace que todos los países se unan en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos.

Fue adoptado por 196 Partes (Estados), el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Su objetivo es limitar el calentamiento mundial a muy por debajo de +2°C, preferiblemente a +1,5°C, en comparación con los niveles preindustriales.

Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta de neutro de emisiones para mediados de siglo.

1.1.2. NORMATIVA EUROPEA

La Comisión Europea, cumpliendo con su compromiso adquirido en el Acuerdo de París, aprobó la comunicación [[COM\(2018\) 773 final](#)] *“Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra”*, en la que se expone su visión estratégica para alcanzar la neutralidad de las emisiones GEI para el año 2050.

Esta comunicación respaldada por el Consejo de la UE fue el origen del [Pacto Verde Europeo](#), *“European Green Deal”* consistente en un paquete de iniciativas políticas dirigidas hacia una transición ecológica para alcanzar la neutralidad climática. Constituye el marco para la transformación de la UE en una sociedad equitativa, con una economía competitiva, eficiente en sus recursos, en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará dissociado del uso de los recursos.

En diciembre de 2020, la UE refrendó un nuevo objetivo de carácter vinculante para la UE y todos los estados miembros, en el que se han planteado la reducción de las emisiones netas de la UE en, al menos, un 55% para 2030 con respecto a los valores de 1990. Este objetivo se ha incluido en la Ley Europea del Clima de junio del 2021.

Para la consecución de dicho objetivo, se ha creado un paquete de propuestas, [Objetivo 55 “fit for 55”](#), orientado a la revisión y actualización de temas legislativos, así como a la creación de nuevas iniciativas. Con esto, la UE busca:

- Garantizar una transición equitativa y socialmente justa;
- Mantener y reforzar la innovación y la competitividad de la industria de la UE garantizando al mismo tiempo unas condiciones de competencia equitativas con respecto a los operadores económicos de terceros países.
- Mantener la posición de liderazgo de la UE en la lucha mundial contra el cambio climático.

1.1.3. NORMATIVA NACIONAL

El documento básico de la planificación estratégica nacional en materia de reducción de emisiones es el [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima](#) (PNIEC 2021-2030), que refleja la contribución a la consecución de los objetivos esta-



Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra”.

blecidos en el seno de la Unión Europea en materia de cambio climático. Es la respuesta española al cumplimiento del Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

El PNIEC persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. Este objetivo de reducción implica eliminar una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero que se emiten actualmente. Se trata de un esfuerzo coherente con un incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París.

Actualmente el PNIEC está en fase de revisión. Este mismo mes de junio de 2023, se ha remitido a la Comisión Europea el [borrador de actualización del PNIEC](#) en el que se aumenta hasta el 32% en 2030 el objetivo de reducción GEI y se aumenta el objetivo de consumo final de energía renovable hasta el 48%, con un 81% de la generación de electricidad, y el de eficiencia energética se mejora hasta el 44%.

Asimismo, en relación con la descarbonización en España se aprobó en 2020 la *Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050 (ELP 2050)* que se configura como una pieza esencial que completa, dentro de los compromisos internacionales, el Marco de Energía y Clima español, en especial, el PNIEC 2021-2030, desarrollando la trayectoria y las vías para lograr los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

Finalmente, en 2021 se aprobó la [Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética](#), que traspone al ordenamiento jurídico español el Reglamento (UE) 2018/1999, de 11 de diciembre. Esta ley nació con el objetivo de la descarbonización de la economía española, su transición a un modelo circular y la adaptación a los impactos derivados del cambio climático. Para ello, estableció como objetivos:

- Reducir las emisiones del conjunto de la economía española en el 2030 en al menos un 23% respecto a 1990 y alcanzar la neutralidad climática para el 2050.
- Alcanzar en el año 2030 una penetración de energías de origen renovable en el consumo de energía final de, al menos, un 42 %.
- Alcanzar en el año 2030 un sistema eléctrico con, al menos, un 74 % de generación a partir de energías de origen renovables.
- Mejorar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5 %, con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria.

1.1.4. NORMATIVA ANDALUZA

A nivel andaluz, son dos los hechos normativos fundamentales en materia de reducción de emisiones GEI a la atmósfera; la [Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo](#)

energético en Andalucía y el Decreto 234/2021, de 13 de octubre, por el que se aprueba el [Plan Andaluz de Acción por el Clima \(PAAC\)](#)

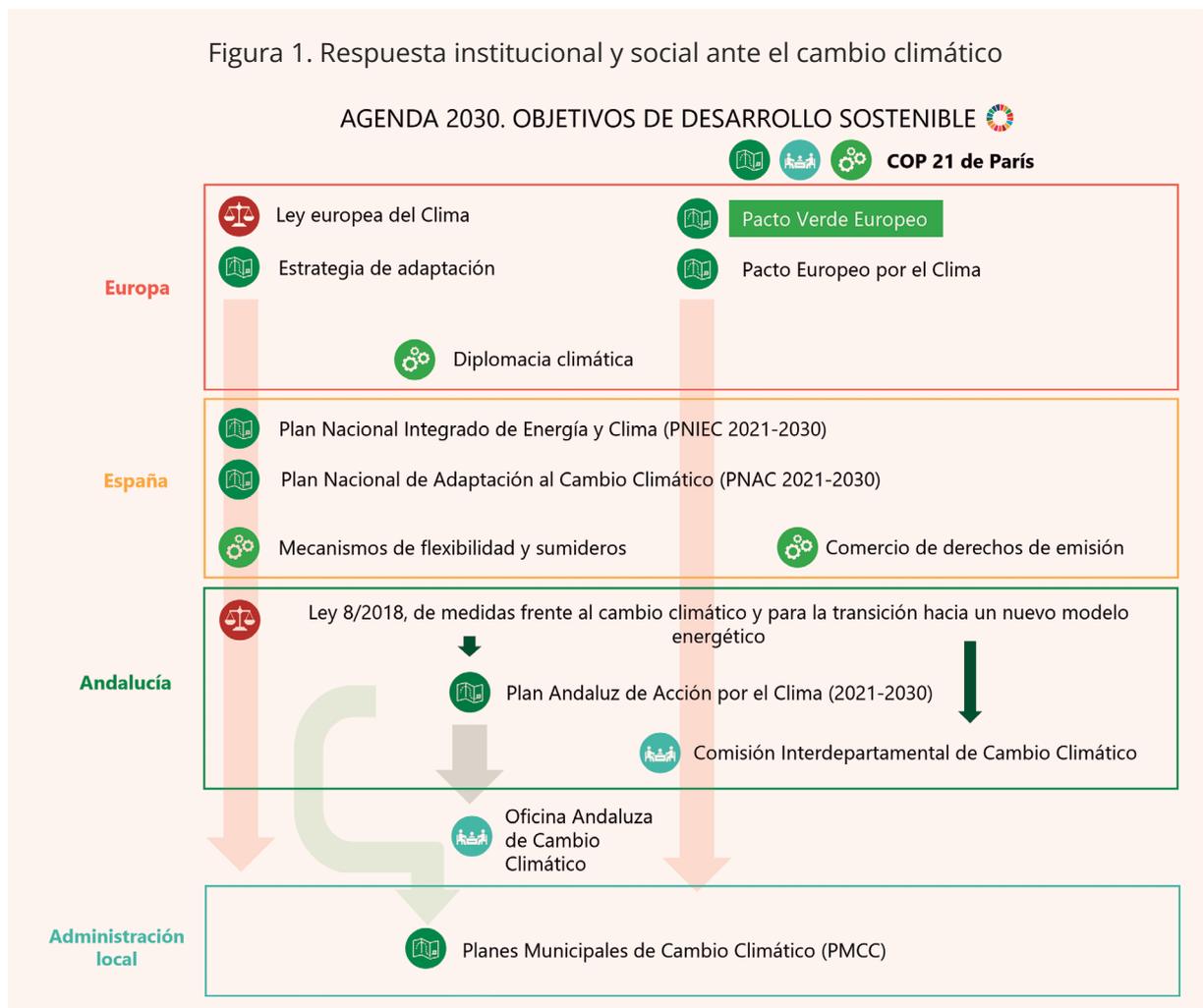
La Ley 8/2018 ha supuesto la plena incorporación de Andalucía al objetivo establecido en el Acuerdo de París. Es una ley que incide en todas las políticas sectoriales de la Junta de Andalucía y en las entidades locales.

Se focaliza en las denominadas “emisiones difusas” que no están sujetas al Régimen Europeo del Comercio de Derechos de Emisión. Para estas emisiones, que suponen de acuerdo con el último inventario disponible (1990-2021) un 64% de las emisiones totales de GEI en Andalucía, la Ley establecía un objetivo de reducción para el 2030 de un 18%, en términos de emisiones por habitante, con respecto al nivel registrado en 2005.

Esta ley ha establecido como instrumento general de planificación estratégica para la lucha contra el cambio climático el Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC) que ha sido aprobado por el Consejo de Gobierno y publicado mediante el Decreto 234/2021, de 13 de octubre.

El PAAC establece más de 137 líneas de acción distribuidas en tres Programas. Concretamente, el Programa de Mitigación y Transición Energética tiene como objetivo principal reducir las emisiones de gases de efecto invernadero difusas de Andalucía un 39% en 2030 con respecto a 2005.

Figura 1. Respuesta institucional y social ante el cambio climático







Metodología del informe

El presente informe analiza las estimaciones de emisiones y absorciones de gases efecto invernadero (en adelante GEI) de los sectores difusos, actividades no sujetas al comercio de derechos de emisión, así como las asociadas a la generación de la energía eléctrica consumida por cada municipio y el consumo energético de origen renovable en Andalucía.

Para la realización del informe se parte del uso y análisis de datos de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (en adelante HCM) que es una herramienta que permite acceder a datos sobre las emisiones GEI a nivel provincial y municipal en los principales sectores emisores.

La información de referencia para la elaboración del mismo es la contenida en el [Informe Metodológico de la Herramienta del cálculo de la Huella de Carbono de los municipios de Andalucía](#).

2.1. GASES DE EFECTO INVERNADERO

Otra de las evidencias observadas por la comunidad científica es que el calentamiento global está directamente asociado a la emisión incontrolada de GEI provenientes del uso de los combustibles fósiles, que son la base de nuestro modelo energético actual; el petróleo, el carbón y el gas natural.

Los GEI son los encargados de retener el calor solar en nuestro planeta por lo que son indispensables para la vida en la Tierra. En su ausencia las temperaturas medias rondarían los 30 grados bajo cero. En cambio, su presencia excesiva en la atmósfera provoca un calentamiento que deriva en cambios drásticos en el clima mundial, haciéndolo cada vez más impredecible.

Los GEI que se han tenido en cuenta en la aplicación HCM son:

- **Dióxido de carbono** (CO₂), producido principalmente por la quema de combustibles fósiles -carbón y petróleo, fundamentalmente- en la actividad industrial y el tráfico.
- **Metano** (CH₄), producido a través de la agricultura, la ganadería, la gestión de residuos o los escapes en los gaseoductos, entre otros.
- **Óxido nitroso** (N₂O), provocados, por la agricultura, la gestión de residuos y el transporte.
- **Gases fluorados** (PFC), producidos por disolventes o propelentes para aerosoles, se utilizan para refrigerar, aislar y empaquetar.

Químicamente, estos gases son muy estables, por lo que pueden permanecer en la atmósfera durante varias décadas. Además de influir decisivamente en la potenciación del efecto invernadero, algunos de ellos como los cloro-fluorocarbonos, son los principales causantes del denominado agujero de la capa de ozono.

Entre ellos, el CO₂ es el gas de efecto invernadero más abundante de nuestro planeta, y uno de los principales causantes de los cambios observados en el clima. La mayor parte de las emisiones de CO₂ son de origen antropogénico y se deben a la quema de combustibles fósiles, principalmente en los sectores de la generación energética, el transporte y el sector industrial. El resto proceden de los cambios en el uso del suelo y, especialmente, la deforestación.

Por el contrario, los océanos, la vegetación y el suelo absorben CO₂, aproximadamente la mitad de las emisiones antropogénicas, pero no es suficiente. Las concentraciones de CO₂ en la atmósfera siguen aumentando en torno a un +0,4% anual.

2.2. CÁLCULO DE LAS EMISIONES GEI

Tal y como se ha mencionado en el apartado anterior, la aplicación HCM calcula las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y PFC, y expresa los resultados en términos de CO₂ equivalente (en adelante, CO_{2-eq}).

18

Esta herramienta, que funciona desde el año 2009 y ha sido mejorada en 2021, permite la consulta sobre los inventarios de emisiones GEI de los municipios andaluces, con una serie histórica desde el año 2005.

Los datos de partida se basan en fuentes estadísticas, procedentes del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA), Inventario Nacional de Emisiones de GEI y Consejerías de la Junta de Andalucía. Estos datos son tratados siguiendo metodologías sectoriales para el cálculo de las emisiones, basadas en las directrices y guías de orientación para la elaboración de inventarios de GEI del Inventario Nacional y del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

La aplicación HCM tiene en cuenta para la estimación de las emisiones de los GEI los potenciales de calentamiento del 4º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

La liberación de cada uno de los gases considerados produce un efecto de calentamiento distinto a lo largo del tiempo cuando este gas es liberado a la atmósfera. El efecto de cada gas en la atmósfera se conoce como Potencial de Calentamiento Global (PCG) y utiliza como referencia el PCG del CO₂, por tratarse del gas más conocido y abundante de los tenidos en cuenta por el Protocolo de Kioto.

Por esta razón, el PCG del CO₂ es 1, mientras que el PCG de otros gases como el Metano o los PFC -comunes en la refrigeración industrial- puede llegar a 25, en el primer caso, o a más de 7.000, en el caso de los segundos.

Para poder realizar una comparación de los distintos GEI es necesario estandarizar las emisiones. Para dicha estandarización se realiza una asimilación de los gases a unidades de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_{2\text{-eq}}$), habitualmente expresado en toneladas ($\text{tCO}_{2\text{-eq}}$). El cálculo que permite esta estandarización únicamente requiere conocer el volumen de emisiones de un GEI en particular y su PCG específico, y multiplicarlos entre sí, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones (tCO}_{2\text{-eq}}) = \sum_i E_i \times \text{PCG}_i$$

Siendo:

- *i*. Gas de Efecto Invernadero tenido en cuenta: CH_4 , N_2O , etc.
- E_i : Emisiones del GEI definido, expresada en toneladas.
- PCG_i : Potencial de Calentamiento Global del GEI definido.

El cálculo de las emisiones de las actividades con incidencia en la escala local tenidas en cuenta por la HCM es el cálculo de la huella de carbono, siguiendo la lógica de estandarización de todas las emisiones a $\text{tCO}_{2\text{-eq}}$. Para llevar a cabo este cálculo es necesario conocer unos datos de actividad (DA) y unos factores de emisión (FE) específicos por cada actividad analizada:

- **Datos de actividad (DA):** parámetro que define el nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI. Por ejemplo, consumo anual de un combustible determinado en un municipio.
- **Factores de emisión:** se trata del coeficiente utilizado para vincular los DA con la cantidad del compuesto químico liberado a la atmósfera que constituye la fuente de emisiones. Estos valores se basan en datos promedio obtenidos de muestras de datos sobre mediciones. Los factores de emisión específicos para cada DA implementados en la HCM proceden de fuentes oficiales de reconocido prestigio:
 - Directrices IPCC 2006.
 - Inventario Nacional de Emisiones de GEI.
 - Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD) y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCONTUR).

Una vez conocida la información anterior se podrá proceder al cálculo de las emisiones de $\text{CO}_{2\text{-eq}}$. De forma genérica, este cálculo se realiza en base a la siguiente fórmula, si bien la misma tiene variaciones dependiendo del sector tenido en cuenta:

$$\text{Emisiones} \left(\frac{\text{tCO}_{2\text{-eq}}}{\text{año}} \right) = \sum_k (DA_{k,t}) \times FE_{k,t}$$

Siendo:

- *k*: sector o subsector seleccionado.
- *t*: año determinado.

2.3. SECTORES EMISORES

En cuanto a los sectores de emisiones considerados, la HCM tiene en cuenta un total de 10 sectores de actividad, así como 35 subsectores, cada uno de los cuales cuenta con una metodología propia de estimación de sus emisiones de GEI.

Todos los sectores descritos tienen una relación importante con las competencias de las administraciones locales y que, por tanto, estas administraciones puedan incidir sobre estos o sobre sus fuentes de emisiones.

El cálculo final de las emisiones de los distintos sectores considerados dependerá del cálculo de las emisiones de los subsectores incluidos. Para comprender en detalle esta configuración, a continuación, se recogen los distintos sectores y subsectores, así como los alcances tenidos en cuenta para cada uno de ellos:

1. **Agricultura:** para este sector se consideran emisiones directas, aquellas emisiones de óxido nitroso procedentes de aporte de nutrientes y derivadas de las excreciones de animales durante el pastoreo, así como las emisiones indirectas las que proceden de la deposición atmosférica, lixiviación y escorrentía.

Mientras que, para el primer caso, se analizan los subsectores de emisiones directas de N_2O de los suelos agrícolas y emisiones de N_2O provenientes del pastoreo, además de las emisiones de CH_4 derivadas de la actividad arrocera, para las emisiones indirectas se analiza el subsector emisiones de N_2O de los suelos agrícolas.

2. **Aguas residuales:** en este sector se calculan las emisiones de CH_4 generado por la degradación de materia orgánica de las aguas residuales de origen residencial y comercial que se produce en la línea de aguas y la de fangos, las emisiones de la combustión del biogás captado y valorizado energéticamente y el N_2O procedente del contenido en proteínas de las evacuaciones humanas.
3. **Consumo eléctrico:** las emisiones que se contabilizan en este sector son las emisiones de CO_2 procedentes del uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica consumida. Dichas emisiones se estiman en la HCM como el producto del consumo de energía eléctrica por un factor de emisión anual del sistema eléctrico en términos de energía final.

En cuanto a los subsectores considerados, estos son la agricultura, industria, comercio-servicios, sector residencial, administración y servicios públicos y resto.

4. **Ganadería:** tiene en cuenta emisiones procedentes de tres fuentes de emisión diferenciadas; el CH_4 emitido por la fermentación entérica del ganado y el CH_4 y el N_2O emitidos por la gestión de estiércoles.

El cálculo final de las emisiones de los distintos sectores considerados dependerá del cálculo de las emisiones de los subsectores incluidos.

5. **Gases fluorados:** la aplicación HCM tiene en cuenta las emisiones de HFCs (hidrofluorocarbonos) y PFCs (perfluorocarbonos) procedentes de espumantes, protección contra incendio, aerosoles y refrigeración, y las emisiones de SF₆s, principalmente utilizados como aislantes de equipos eléctricos.
6. **Uso de combustibles en instalaciones fijas:** incluye las emisiones GEI debidas a la combustión de combustibles fósiles en distintos sectores de actividad, a excepción del transporte. La principal emisión de estas actividades se produce en forma de CO₂. Los combustibles fósiles responsables de estas emisiones son: el carbón, el fuelóleo, el gas natural, el gasóleo B utilizado en embarcaciones estatales y autonómicas, el gasóleo B de la maquinaria agrícola, el gasóleo C y los gases licuados del petróleo (GLP).
7. **Residuos:** la HCM contabiliza para la estimación de las emisiones de este sector las siguientes actividades asociadas a la gestión de los residuos municipales: el depósito de residuos municipales en vertedero, la propia combustión de biogás en vertederos y la estabilización de materia orgánica.
8. **Transporte:** las emisiones tenidas en cuenta en este sector son las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de combustibles fósiles utilizados por los motores de combustión interna. Los biocarburantes, al tener un origen biogénico, no son tenidos en cuenta en este análisis. En cuanto a los medios de transporte considerados, están los autobuses, camiones, ciclomotores, furgonetas, motocicletas y turismos

Además de los sectores de emisiones incluidos, la HCM incluye estimaciones de utilidad para conocer la capacidad de sumidero de los municipios andaluces, y el consumo energético municipal:

1. **Capacidad de absorción del CO₂:** se estima un potencial de absorción mediante la identificación y contabilización de las hectáreas de superficies vinculadas a la superficie forestal arbolada, la superficie de dehesa espesa, la superficie de cultivo anual convertida a cultivo leñoso y, por último, la superficie de tierras agrícolas convertidas a uso forestal.
2. **Consumo de energías renovables:** se facilitan datos municipales de consumo de energía final de origen renovable desagregados por las siguientes fuentes: biomasa, solar térmica, fotovoltaica, energía eléctrica renovables y biocarburantes.

2.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO EN LA ELABORACIÓN DEL INFORME

En cuanto a las metodologías de cálculo utilizadas para el cálculo de los datos que soportan este informe, se trata de metodologías basadas en las Directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático de 2006, asimismo empleadas por el Servicio Español de Inventario para la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones de GEI, dando cumplimiento a las obligaciones de comunicación de España a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático y a la Unión Europea, en materia de seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para la caracterización de la información *per cápita* incluida en este informe, los datos de partida proceden de la población municipal publicada por el SIMA-IECA. La información *per cápita* ha seguido siempre, para todos los sectores y subsectores analizados en el informe, la siguiente fórmula:

$$Emisiones (tCO_{2-eq} \text{ per cápita}) = \frac{\sum Emisiones (tCO_{2-eq})_{k,i,t}}{Población_{i,t}}$$

Siendo:

- *k*: emisiones totales de un sector o subsector definido.
- *i*: territorio determinado.
- *t*: año de cálculo *t*.

3.

Evolución de las emisiones

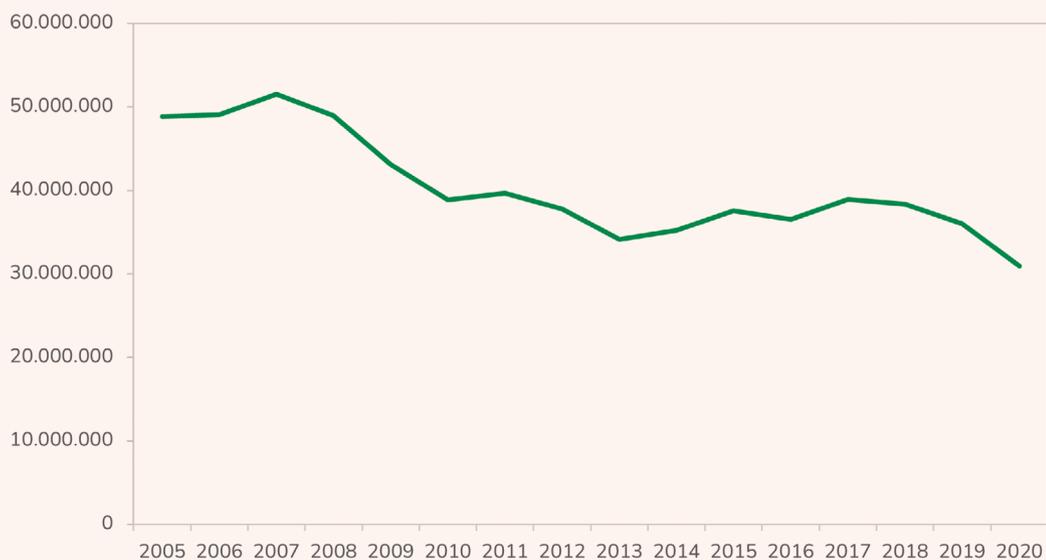
3.1. EMISIONES TOTALES EN ANDALUCÍA

Las emisiones totales de GEI en Andalucía alcanzaron en 2020 la cifra de 30.937.936 tCO_{2-eq}, lo que ha supuesto el valor más bajo de toda la serie histórica de análisis (2005-2020), y un 14,1% menos que el año 2019 (36.016.210 tCO_{2-eq}). Estas emisiones equivalen a 3,66 tCO_{2-eq} *per cápita*, un 14,4% menos que en 2019 (4,27 tCO_{2-eq}/habitante).

Es necesario tener en cuenta el contexto derivado de la crisis sanitaria de la COVID-19, que ha supuesto en Andalucía, al igual que en el resto del mundo, una parálisis generalizada de la actividad económica y social, lo que ha redundado puntualmente en las emisiones a la atmósfera de la mayoría de los sectores económicos.

No obstante, si bien esta reducción anual ha sido considerable, se enmarca en una tendencia a la baja en las emisiones GEI globales andaluzas iniciada en el año 2007. Entre 2005 y 2020, la reducción de las emisiones globales GEI en Andalucía ha supuesto el 36,6%, mientras que las emisiones *per cápita* han descendido un 40,8%.

Gráfico 2. Evolución de las emisiones GEI (tCO_{2-eq}) en Andalucía 2005-2020.

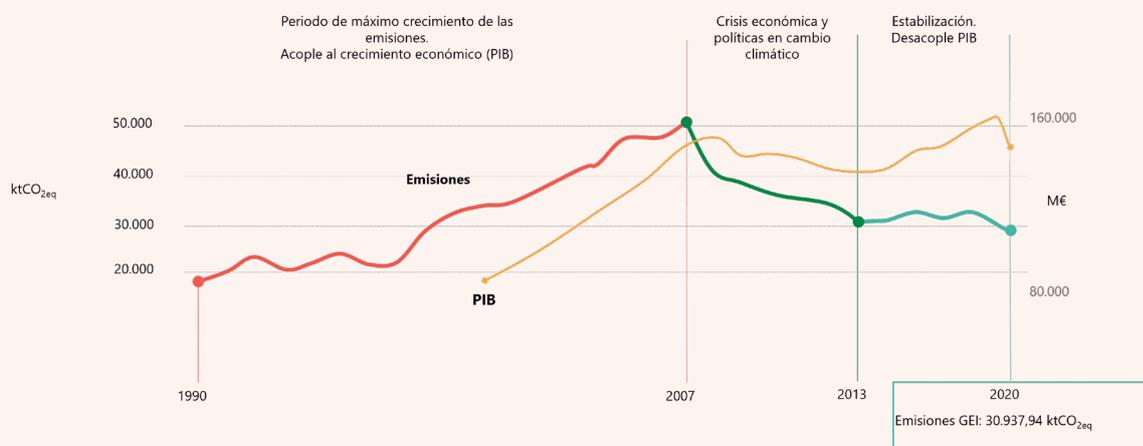


Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Si tenemos en cuenta la evolución de las emisiones andaluzas desde 1990, año tomado como referencia por la reglamentación para el cálculo de los objetivos de reducción de emisiones de los convenios europeos e internacionales, se observan tres fases claramente diferenciadas;

- Una inicial desde 1990 hasta el año 2007, en el que se alcanza el máximo regional con 51.555.766 tCO_{2-eq}, relacionada con el crecimiento económico andaluz y en el que las emisiones GEI están íntimamente relacionadas con el crecimiento del Producto Interior Bruto de Andalucía (PIB).
- Una segunda fase entre 2007-2013 en la que se produce una reducción acelerada de las emisiones relacionada con un entorno de crisis económica mundial y la puesta en marcha de importantes políticas públicas en materia de mitigación (reducción de emisiones) del cambio climático. En 2013 las emisiones GEI en Andalucía se sitúan en 34.121.782 tCO_{2-eq}.
- Y, por último, una tercera fase a partir de 2013 en la que se observa un desacople generalizado entre el PIB y las emisiones GEI. En este periodo, mientras el PIB se mantiene al alza, tras la recuperación económica, las emisiones se estabilizan en el entorno de los 35 millones de toneladas de CO_{2-eq} anuales, con ligeras subidas y bajadas dependiendo de los años analizados.

Gráfico 3. Evolución de las emisiones GEI frente al PIB en Andalucía.

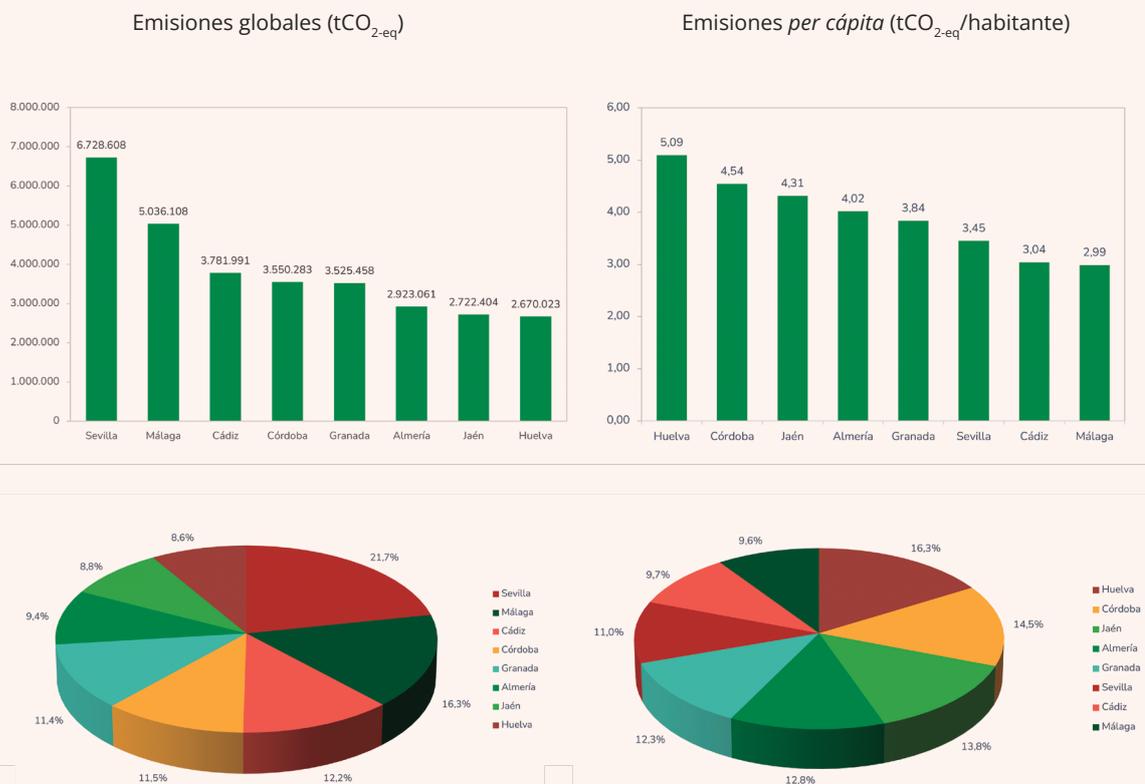


Fuente: Plan Andaluz de Acción por el Clima a partir del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 – 2020. INE para la serie 2000-2020 (Contabilidad regional de España. Base 2010).

3.2. EMISIONES DESAGREGADAS POR PROVINCIAS

En 2020, Sevilla y Málaga son las dos provincias andaluzas con mayor aporte a las emisiones con 6.728.608 y 5.036.108 tCO_{2-eq}, respectivamente, lo que equivale al 38% del total andaluz. Del resto de provincias, Cádiz, Córdoba y Granada se encuentran en el entorno del 11-12% de las emisiones andaluzas, mientras que Almería, Huelva y Jaén están por debajo del 10%. Sevilla, se encuentra a la cabeza con el 21,7% del total de las emisiones y Huelva se sitúa en último lugar con tan solo el 8,6%.

Gráfico 4. Participación provincial en las emisiones GEI en Andalucía, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Sin embargo, desde el punto de vista de las emisiones per cápita, Málaga y Cádiz, junto con Sevilla presentan emisiones por debajo de la media andaluza. Concretamente, Málaga es la provincia con menor emisión per cápita de Andalucía con solo 2,99 tCO_{2-eq}/habitante, seguida de Cádiz con 3,04 tCO_{2-eq}/habitante y Sevilla con 3,45 tCO_{2-eq}/habitante. Por el contrario, Córdoba con 4,54 tCO_{2-eq} y, especialmente, Huelva con 5,10 tCO_{2-eq} se sitúan a la cabeza de estas emisiones per cápita, muy por encima de la media andaluza. Tanto Granada como Almería y Jaén están, más o menos, en la media regional, aunque las tres un poco por encima.

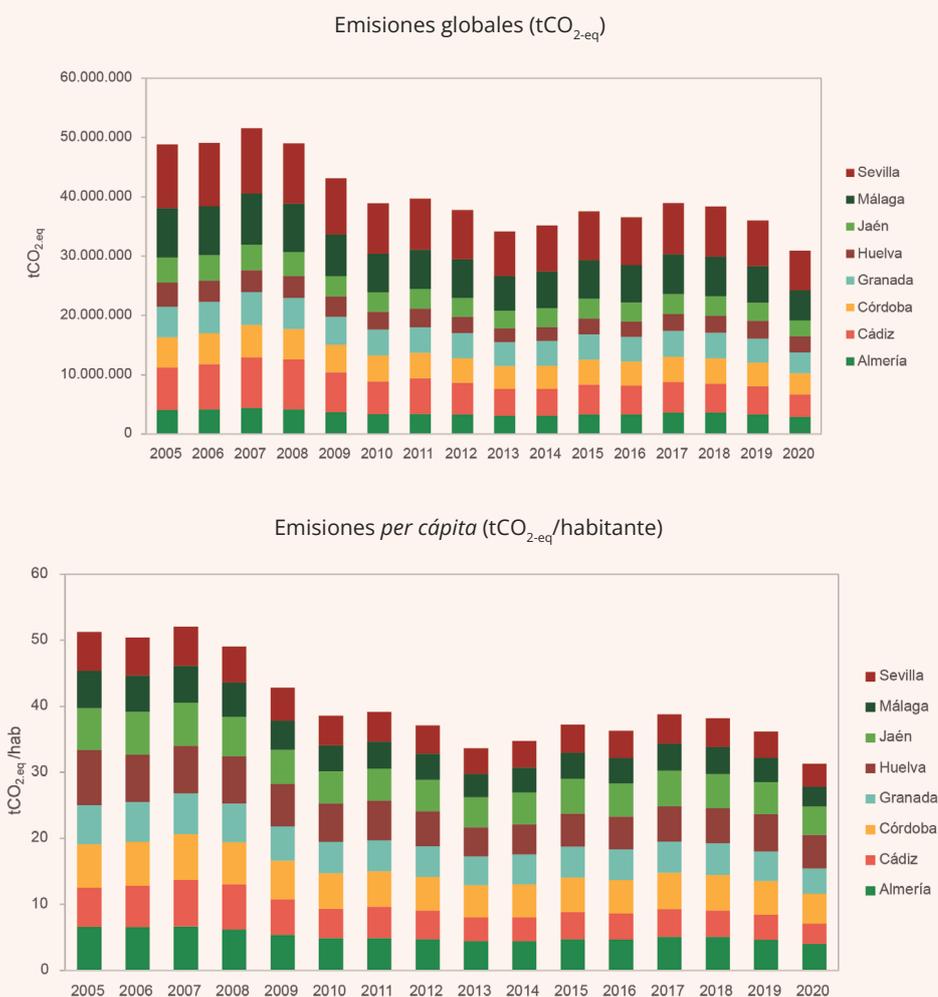
3.2.1. EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES PROVINCIALES 2005-2020

En general, todas las provincias han seguido patrones similares de evolución entre 2005-2020, con un periodo de descenso más o menos acusado, hasta 2013-2014, en el que casi todas las provincias se acercan a su mínimo histórico e, incluso, la provincia de Huelva lo alcanza (2.292.032 tCO_{2-eq} y 4,41 tCO_{2-eq}/habitante en 2013).

A este primer periodo le ha seguido de un periodo de crecimiento, una vez finalizada la crisis económica mundial, que dura hasta 2017-2018 en el que provincias como Almería, Córdoba y Jaén vuelven a alcanzar cifras de emisión *per cápita* superiores a 5 tCO_{2-eq}.

Los últimos años de la serie todas las provincias presentan un descenso muy acusado, que se inicia en el año 2019 y se ha agudizado, especialmente, en 2020. Año en el que todas las provincias, menos Huelva han alcanzado su mínimo histórico de emisiones.

Gráfico 5. Evolución provincial de las emisiones globales y *per cápita* en Andalucía en el periodo 2005-2020



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

En el periodo 2005-2020, las emisiones totales han sufrido importantes caídas en todas las provincias andaluzas, generalmente, por encima del 30%, excepto en el caso de Almería (28,5%). Cádiz, ha encabezado la reducción de sus emisiones provinciales con un 47%, seguida a cierta distancia por Málaga y Sevilla, con valores de reducción de sus emisiones por encima de la media andaluza. El resto de las provincias ya se sitúan por debajo de la media regional, entre el 30,9% de Córdoba y el 35,5% de Jaén.

En cuanto a las emisiones *per cápita* el comportamiento ha sido muy similar, todas las provincias han experimentado reducciones muy importantes, incluso se ha llegado a alcanzar en varias provincias reducciones por encima del 40%. Siguen siendo, en el mismo orden, Cádiz, Málaga y Sevilla las provincias con mayores reducciones *per cápita*, desde el 41,9% de Sevilla hasta cerca del 50% de Cádiz, que ha pasado de 6,01 tCO_{2-eq}/habitante en 2005 a poco más de 3 tCO_{2-eq}/habitante. En el lado contrario, se encuentra Córdoba que “solo” ha reducido sus emisiones provinciales en un 30,5%, bastante por debajo de la media andaluza.

En 2020, el escenario coyuntural derivado de la crisis sanitaria ha influido sustancialmente en la importante reducción de emisiones con relación al año anterior. Esta circunstancia ha tenido su reflejo en la reducción interanual de las emisiones provinciales, con descensos con relación al año 2019 superiores al 10% (10,1% de Huelva) e, incluso, próximos al 20%, *en el* caso de la provincia de Cádiz (19,8%).

En las emisiones *per cápita* la situación se ha agudizado un poco más en casi todas las provincias; por ejemplo, en el caso de los valores extremos, Huelva presenta un descenso un poco superior del 10,3% o Cádiz del 19,9%.

Tabla 1. Variación provincial de las emisiones (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.

Provincia	2005	2019	2020	2019-2020	2005-2020
Almería	4.087.322	3.324.808	2.923.061	-12,1%	-28,5%
Cádiz	7.135.976	4.715.079	3.781.991	-19,8%	-47,0%
Córdoba	5.140.288	4.026.427	3.550.283	-11,8%	-30,9%
Granada	5.163.317	4.054.492	3.525.458	-13,0%	-31,7%
Huelva	4.057.058	2.970.868	2.670.023	-10,1%	-34,2%
Jaén	4.223.675	3.080.220	2.722.404	-11,6%	-35,5%
Málaga	8.240.619	6.128.212	5.036.108	-17,8%	-38,9%
Sevilla	10.778.796	7.716.103	6.728.608	-12,8%	-37,6%
Andalucía	48.829.056	36.018.229	30.939.956	-14,1%	-36,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Tabla 2. Variación provincial *per cápita* de las emisiones (tCO_{2-eq} /habitante) en el periodo 2005-2020.

Provincia	2005	2019	2020	2019-2020	2005-2020
Almería	6,55	4,60	4,02	-12,8%	-38,7%
Cádiz	6,01	3,80	3,04	-19,9%	-49,4%
Córdoba	6,54	5,15	4,54	-11,7%	-30,5%
Granada	5,94	4,42	3,84	-13,3%	-35,5%
Huelva	8,31	5,68	5,09	-10,3%	-38,7%
Jaén	6,38	4,87	4,31	-11,5%	-32,5%
Málaga	5,60	3,66	2,99	-18,4%	-46,6%
Sevilla	5,91	3,96	3,45	-13,0%	-41,6%
Andalucía	6,17	4,27	3,66	-14,4%	-40,8%

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

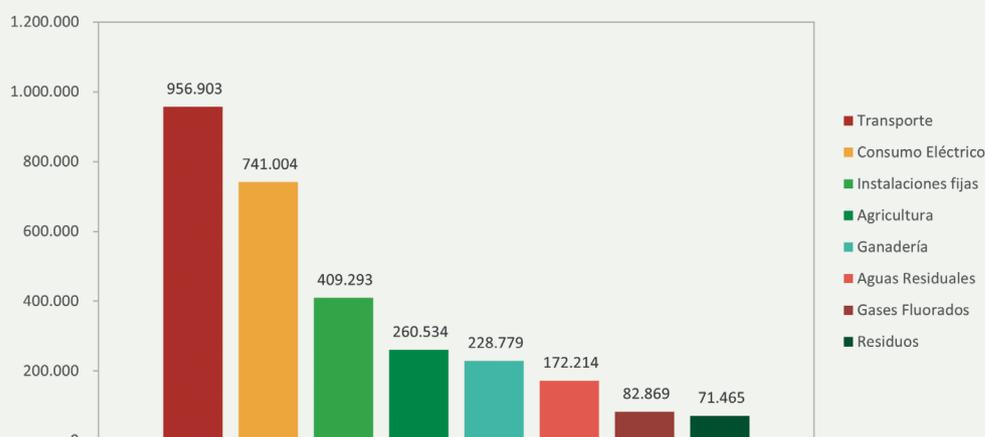
A continuación, se procede a hacer un análisis detallado por provincias, donde se exponen los principales resultados de emisiones de tCO_{2-eq} y una comparativa entre los diferentes sectores.

3.2.1.1. ALMERÍA

La provincia de Almería ha emitido 2.923.061 tCO_{2-eq} en 2020, un 12,1% menos que el año anterior y un 28,5% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Almería ha generado un total de 4,02 tCO_{2-eq} /habitante, ligeramente superior a la media andaluza, con una variación interanual del -12,8% y una reducción de las emisiones por habitante del 38,7% con respecto a 2005.

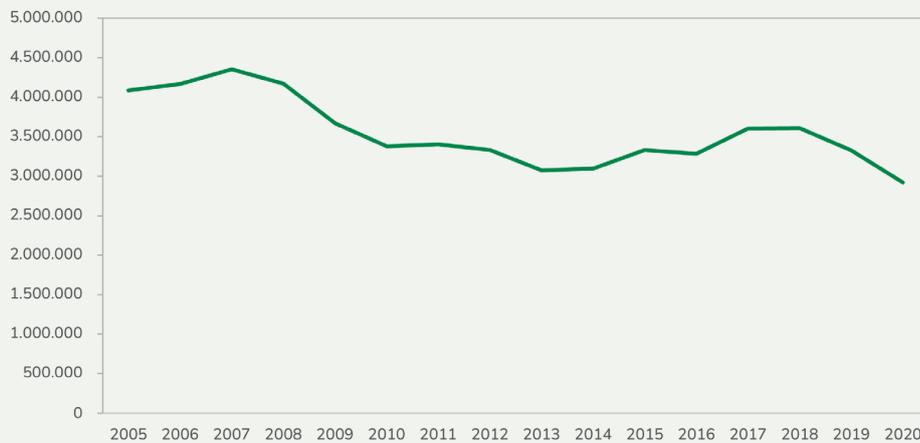
El transporte es el principal sector emisor provincial con el 32,7% del total de las emisiones y 956.903 tCO_{2-eq} , un 19,7% menos que en 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones asociadas al transporte privado y comercial, especialmente los turismos (67,3%), las furgonetas (15,2%) y los camiones (14,5%). El tipo de transporte menos contaminante es el de los ciclomotores con el 0,4% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 4.167 tCO_{2-eq} .

Gráfico 6. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Almería por sectores 2020.



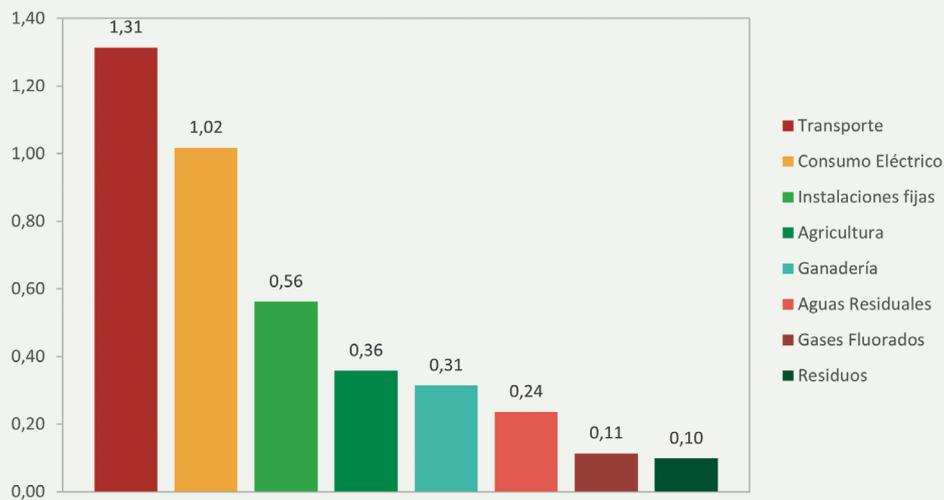
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 7. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Almería en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 8. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) en Almería por sectores, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.2.1.2. CÁDIZ

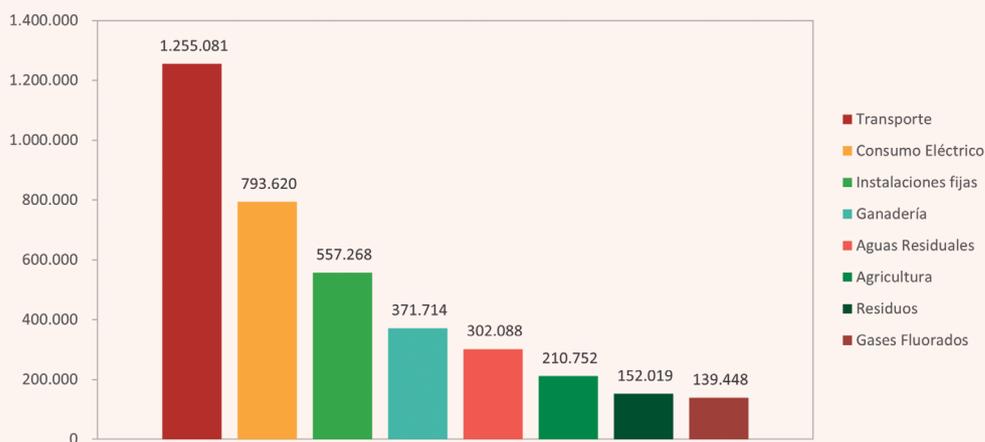
Cádiz ha emitido 3.781.991 tCO_{2-eq} en 2020 un 19,8% menos que el año anterior y un 47% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Cádiz ha generado un total de 3,04 tCO_{2-eq}/habitante, ligeramente inferior a la media andaluza, con una variación interanual del -19,9% y una reducción de las emisiones *per cápita* del 49,4% con respecto a 2005.

El transporte es el principal sector emisor provincial con el 33,2% del total de las emisiones y 1.255.080 tCO_{2-eq}, un 19,7% menos que en 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones asociadas al transporte privado y comer-

cial, especialmente los turismos (75,5%), las furgonetas (10,7%) y los camiones (9,5%). El tipo de transporte menos contaminante es el de los ciclomotores con el 0,8% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 10.427 tCO_{2-eq}.

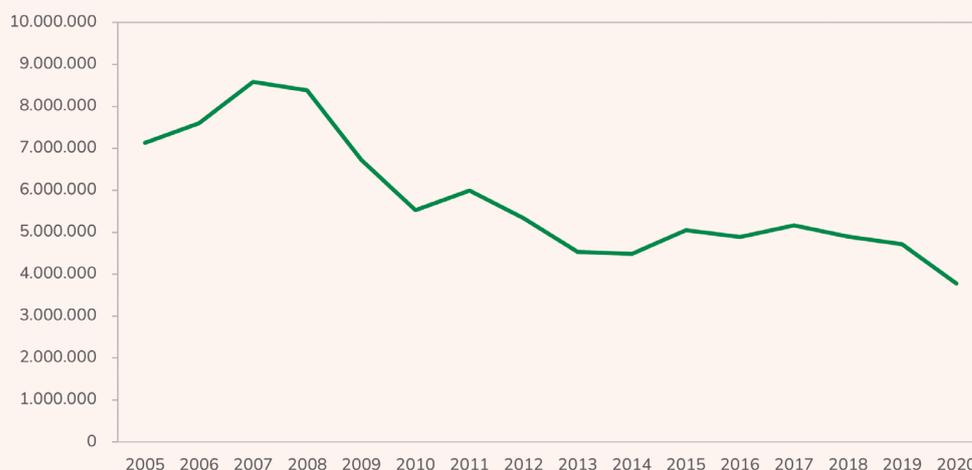
Un caso particular en la provincia es el tratamiento de las aguas residuales, responsable de 302.088 tCO_{2-eq}, lo que supone un 8% de las emisiones totales en la provincia, porcentaje muy superior al registrado en otras provincias.

Gráfico 9. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Cádiz por sectores 2020.



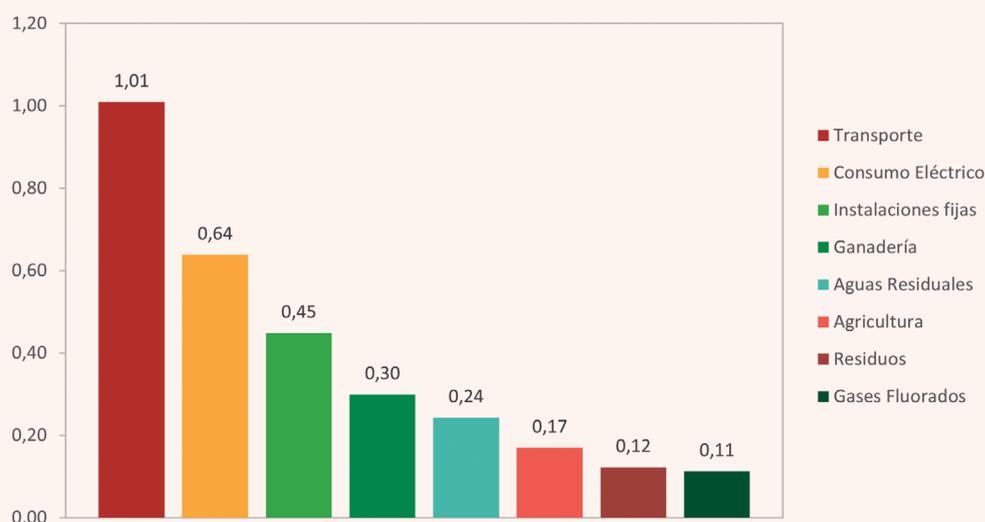
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 10. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Cádiz en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 11. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq} /habitante) en Cádiz por sectores, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

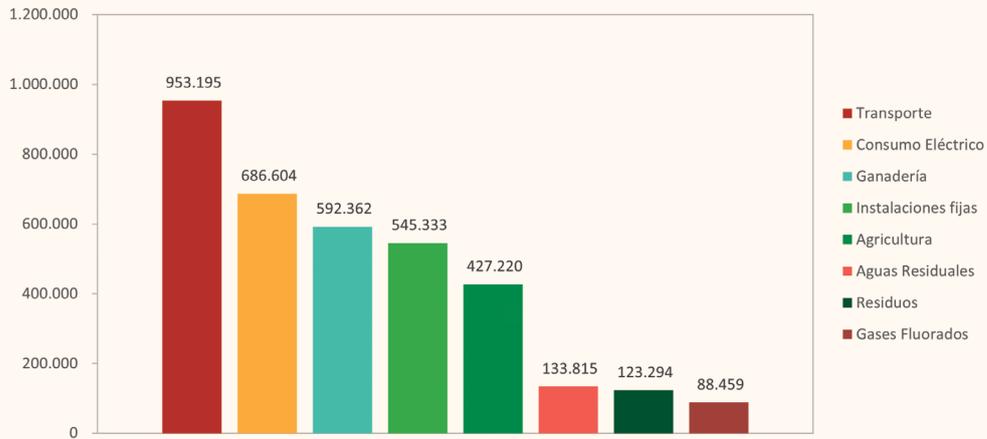
3.2.1.3. CÓRDOBA

Córdoba ha emitido 3.550.282 tCO_{2-eq} en 2020, un 11,8% menos que el año anterior y un 30,9% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Córdoba ha generado un total de 4,5 tCO_{2-eq} /habitante, ligeramente superior a la media andaluza, con una variación interanual del -11,7% y una reducción de las emisiones por habitante del 30,5% con respecto a 2005.

El transporte, también, es el principal sector emisor provincial con el 26,8% del total de las emisiones y 686.603 tCO_{2-eq} , aunque un 18,9% menos que en 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones asociadas al transporte privado y comercial, especialmente los turismos (68%), las furgonetas (19,1%) y los camiones (9,8%). El tipo de transporte menos contaminante es el de los ciclomotores con el 0,5% del total de las emisiones del sector, equivalentes a 5.156 tCO_{2-eq} .

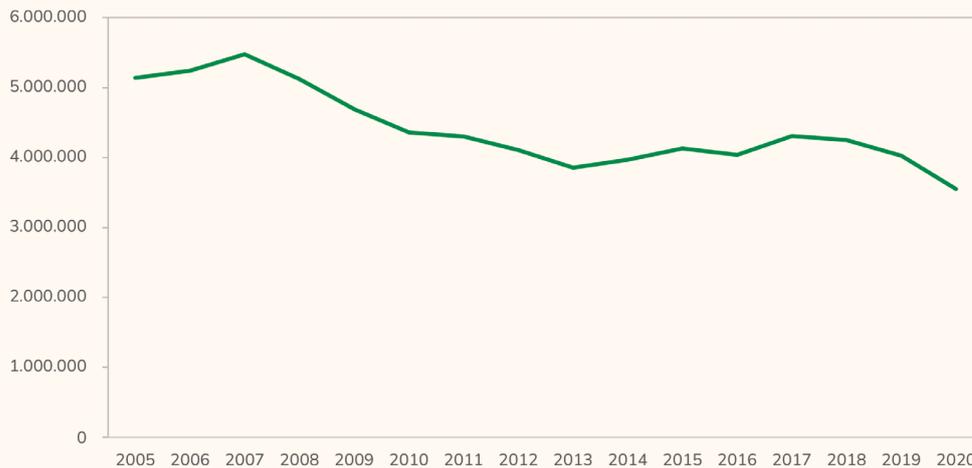
En Córdoba, la agricultura y la ganadería alcanzan entre ambas el 28,7% de las emisiones conjuntas. Por separado, representan cada una el 12% y el 16,7%, equivalentes a 427.219 y 592.361 tCO_{2-eq} respectivamente.

Gráfico 12. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Córdoba por sectores 2020.



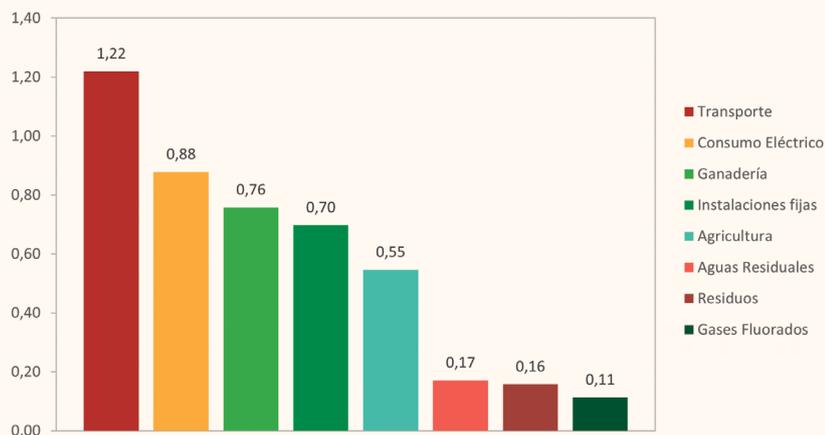
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 13. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Córdoba en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 14. Emisiones per cápita (tCO_{2-eq}/habitante) en Córdoba por sectores, 2020.



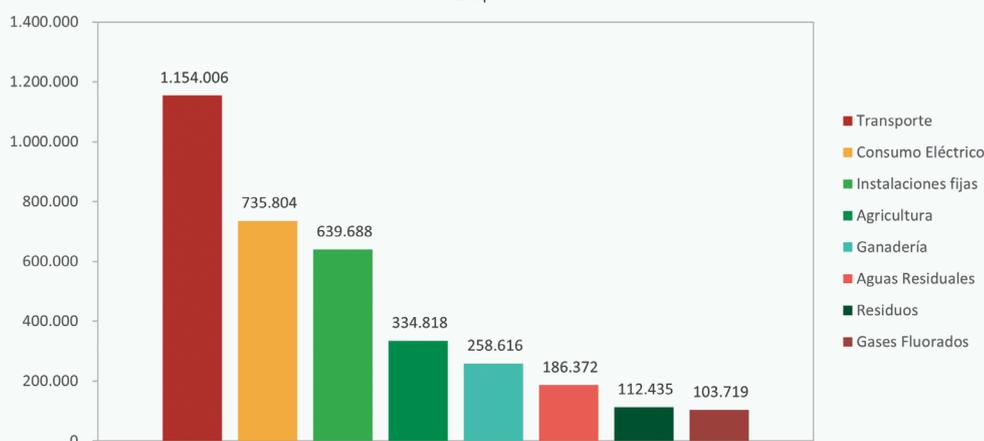
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.2.1.4. GRANADA

Granada ha emitido 3.525.458 tCO_{2-eq} en 2020 un 13% menos que el año anterior y un 31,7% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Granada ha generado un total de 3,84 tCO_{2-eq}/habitante, ligeramente superior a la media andaluza, con una reducción con relación al año anterior del 13,3% y una reducción de las emisiones *per cápita* del 35,5% con respecto a 2005.

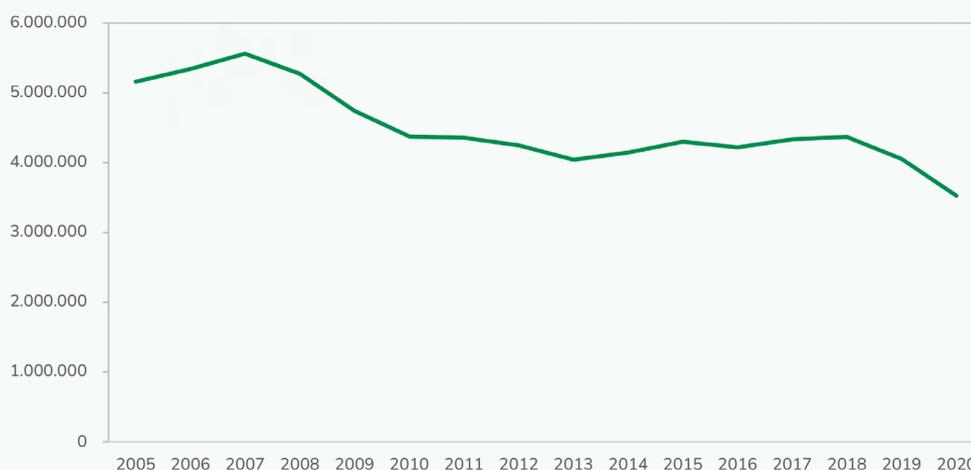
El transporte sigue siendo el principal sector emisor provincial con el 32,7% del total de las emisiones y 1.154.006 tCO_{2-eq}, si bien se ha reducido un 19,5% con relación a 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones de los turismos (67,4%), las furgonetas (17,8%) y los camiones (10,5%). El tipo de transporte menos contaminante es el de los ciclomotores con el 0,6% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 7.024 tCO_{2-eq}.

Gráfico 15. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Granada por sectores 2020.



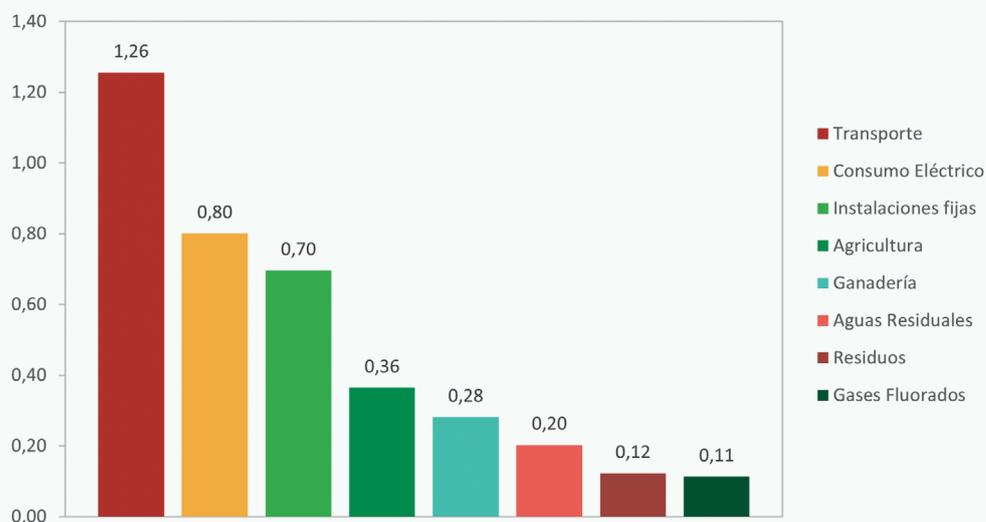
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 16. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Granada en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 17. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq} /habitante) en Granada por sectores, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

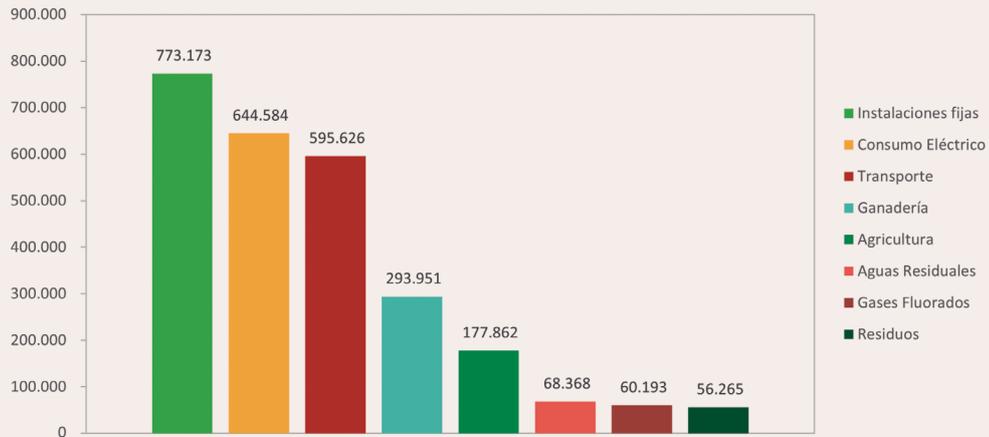
3.2.1.5. HUELVA

En 2020, Huelva ha sido la provincia con el menor valor de emisiones, 2.670.023 tCO_{2-eq} , valor un 10,1% menos que el año anterior y un descenso del 34,2% con relación a 2005. En emisiones *per cápita*, Huelva ha generado un total de 5,09 tCO_{2-eq} /habitante, ligeramente superior a la media andaluza, con una reducción respecto a 2019 del 10,3% y una bajada de las emisiones por habitante con respecto a 2005 del 38,7%.

A diferencia de las otras provincias, la primera fuente de emisiones en Huelva son las instalaciones fijas con el 28,9% del total de las emisiones y 773.173 tCO_{2-eq} , valor un 1,1% mayor que en 2019, siendo de las pocas provincias y sectores que han presentado subidas. Dentro de las instalaciones fijas destacan las emisiones asociadas gas natural (44,5%) y el gasóleo B de las embarcaciones estatales (28,8%). Resulta especialmente llamativo la situación del carbón, combustible responsable de 7.418 tCO_{2-eq} en 2020, un 338,2% más con respecto a 2019 y que duplica las emisiones de 2005 (3.659 tCO_{2-eq}).

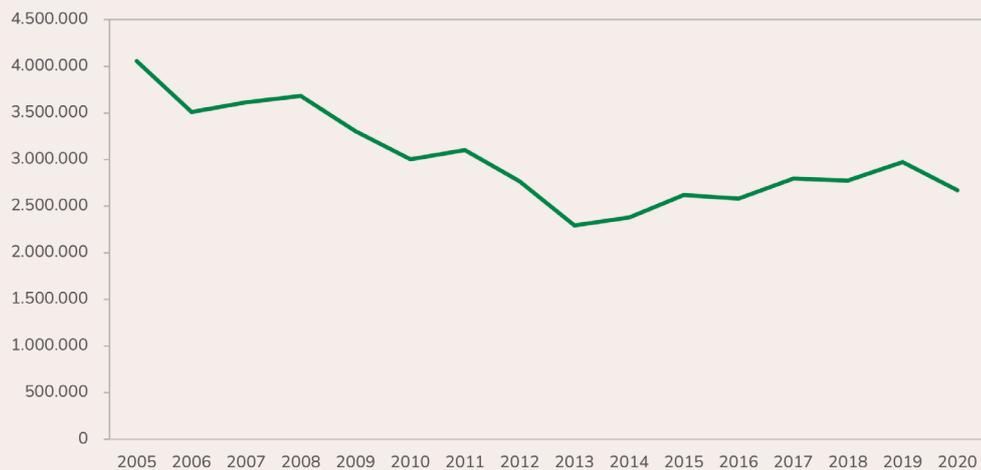
La segunda fuente de emisiones es el consumo eléctrico, algo habitual al resto de las provincias. Sin embargo, destacan las emisiones generadas por la industria con un 38,7% (248.934 tCO_{2-eq}), a diferencia del resto de provincias donde es el sector residencial es el mayoritario en cuanto a emisiones asociadas al consumo eléctrico.

Gráfico 18. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Huelva por sectores 2020.



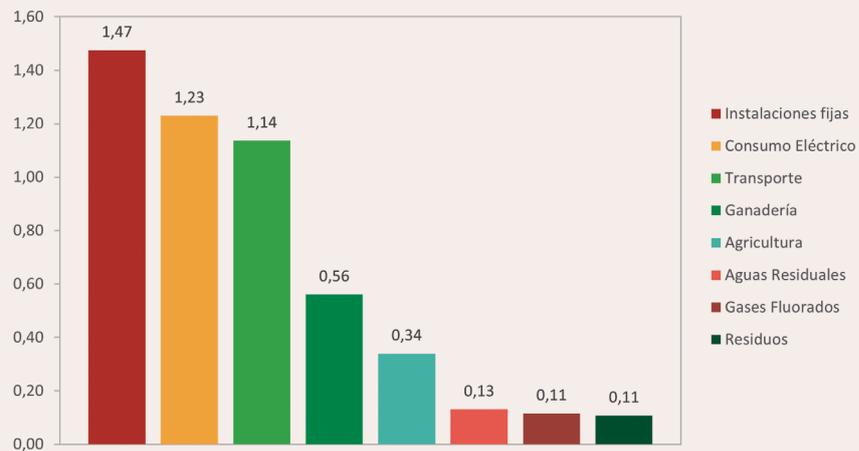
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 19. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Huelva en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 20. Emisiones per cápita (tCO_{2-eq}/habitante) en Huelva por sectores, 2020.



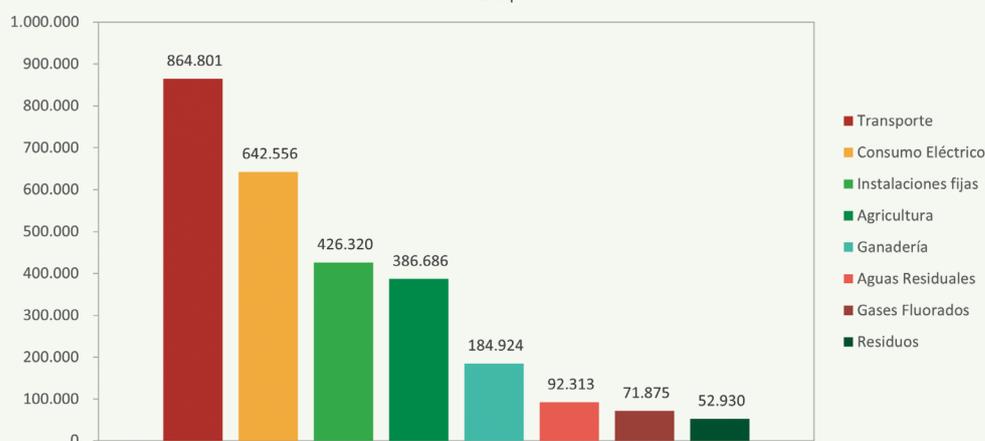
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.2.1.6. JAÉN

En 2020 Jaén ha emitido 2.722.404 tCO_{2-eq} en 2020, un 11,6% menos que el año anterior y un 35,5% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Jaén ha generado un total de 4,31 tCO_{2-eq}/habitante, ligeramente superior a la media andaluza, con una variación interanual del 11,5% y una reducción de las emisiones *per cápita* del 32,5% con respecto a 2005.

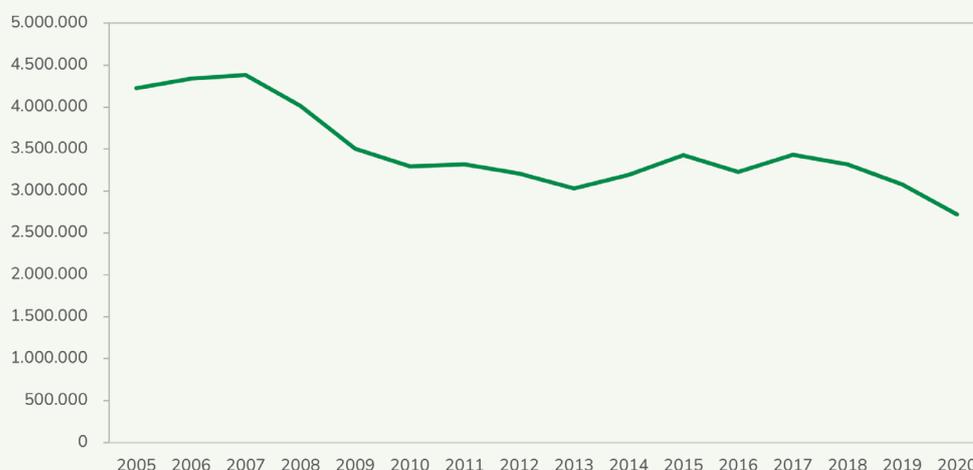
El transporte es el principal sector emisor provincial con el 31,7% del total de las emisiones y 864.800 tCO_{2-eq}, un 19,5% menos que en 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones asociadas a los turismos (59,4%), las furgonetas (26,5%) y los camiones (11,4%). El tipo de transporte menos contaminante es el de los ciclomotores con el 0,5% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 4.094 tCO_{2-eq}.

Gráfico 21. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Jaén por sectores 2020.



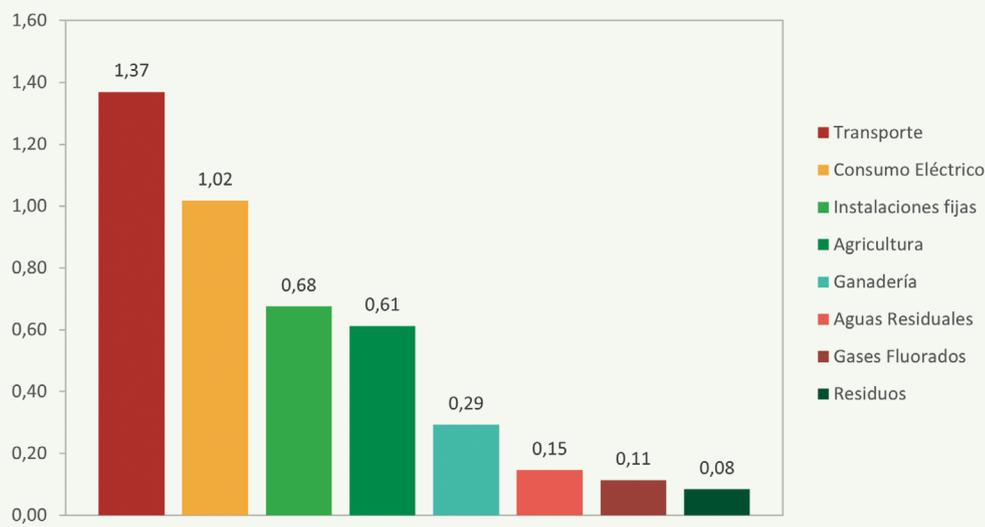
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 22. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Jaén en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 23. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) en Jaén por sectores, 2020.



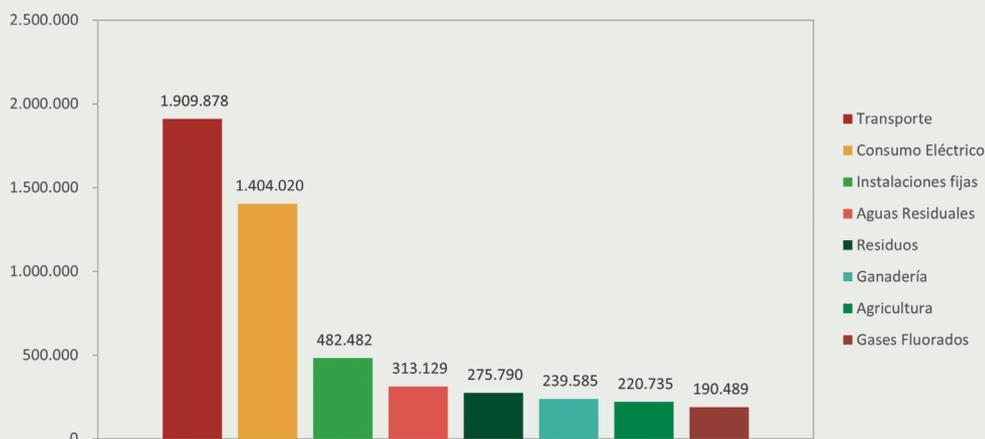
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.2.1.7. MÁLAGA

Málaga ha emitido 5.036.108 tCO_{2-eq} en el 2020 un 17,8% menos que el año anterior y un 38,9% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Málaga ha generado un total de 2,99 tCO_{2-eq}/habitante, mínimo registrado en Andalucía, con una variación interanual del 18,4% y una reducción de las emisiones por habitante del 46,6% con respecto a 2005.

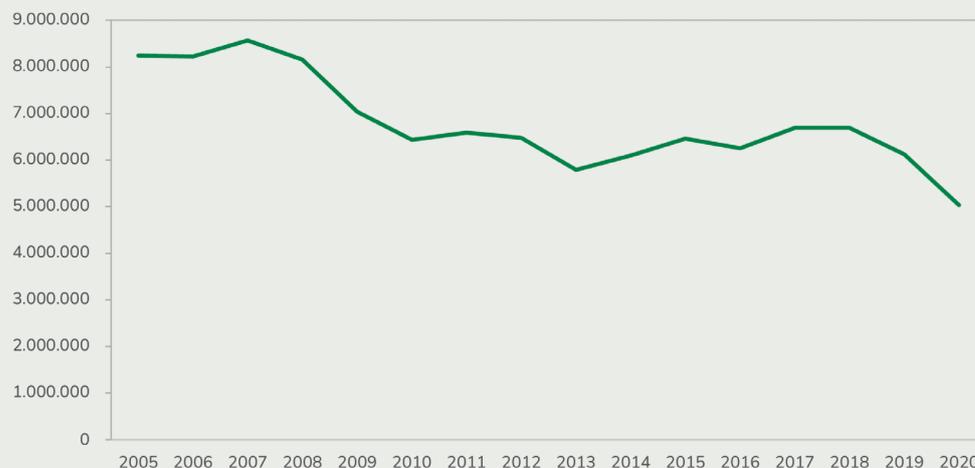
El transporte es el principal sector emisor provincial con el 37,9% del total de las emisiones y 1.909.878 tCO_{2-eq}, valor inferior un 20,2% en relación con 2019. Destacan las emisiones asociadas al transporte privado y comercial, especialmente de los turismos (69,9%), las furgonetas (16,4%) y los camiones (9,7%). La tipología menos contaminante es la de los ciclomotores con el 0,6% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 10.588 tCO_{2-eq}.

Gráfico 24. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Málaga por sectores 2020.



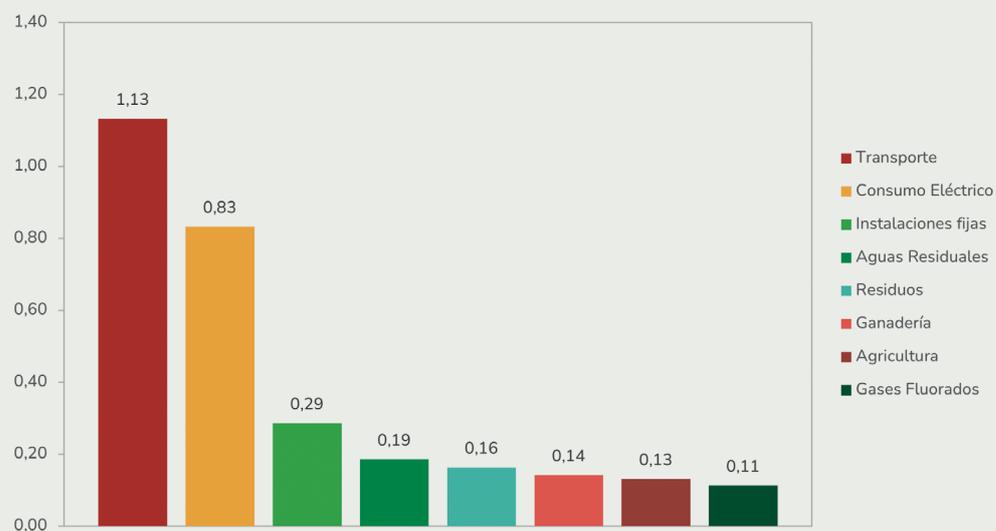
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 25. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Málaga en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 26. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) en Málaga por sectores, 2020.



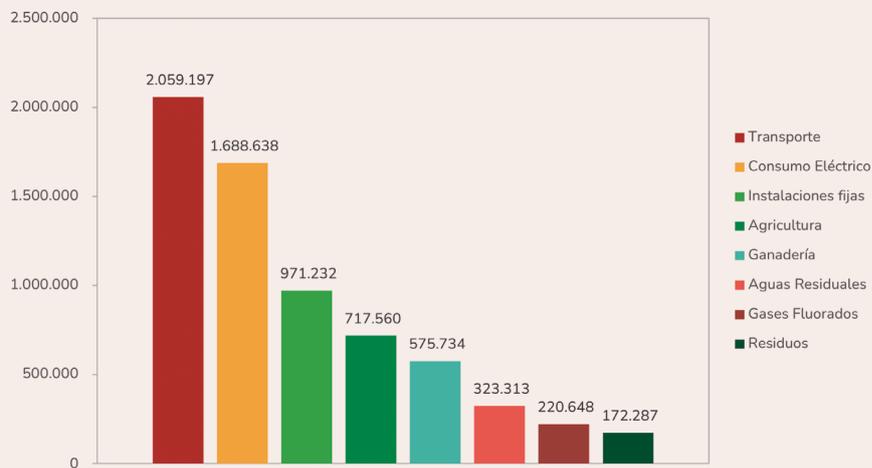
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.2.1.8. SEVILLA

Sevilla ha emitido 6.728.608 tCO_{2-eq} en 2020 un 12,8% menor que el año anterior y un 37,6% menos que en 2005. Con respecto a las emisiones *per cápita*, Sevilla ha generado un total de 3,45 tCO_{2-eq}/habitante, ligeramente inferior a la media andaluza, con una variación interanual del -13% y una reducción de las emisiones *per cápita* del 41,6% con respecto a 2005.

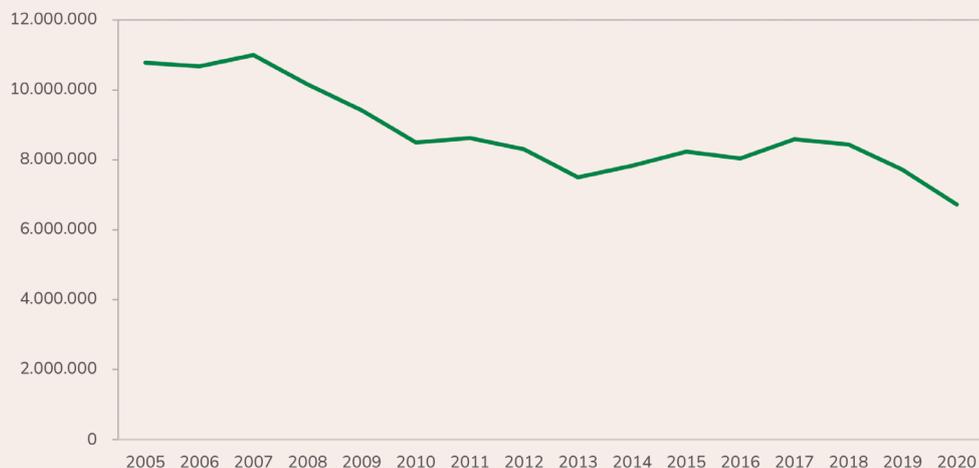
Como es habitual, el transporte es el principal sector emisor provincial con el 30,6% del total de las emisiones y 2.059.196 tCO_{2-eq}, un 19,6% menos que en 2019. Dentro de los transportes destacan las emisiones a los turismos (76,1%), las furgonetas (10,2%) y los camiones (10,1%). El tipo de transporte menos contaminante sigue siendo el de los ciclomotores con el 0,6% de total de las emisiones del sector, equivalentes a 12.321 tCO_{2-eq}.

Gráfico 27. Emisiones (tCO_{2-eq}) en Sevilla por sectores 2020.



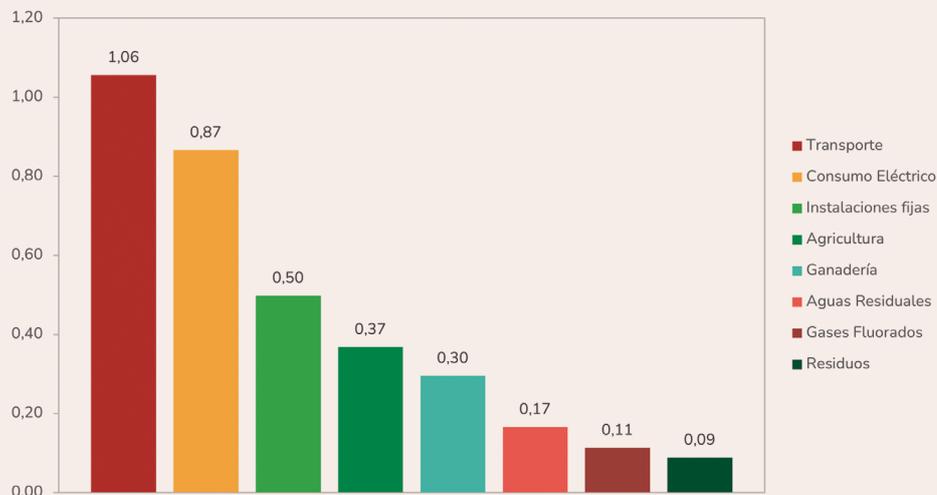
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 28. Evolución de las emisiones (tCO_{2-eq}) en Sevilla en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 29. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq} /habitante) en Sevilla por sectores, 2020.



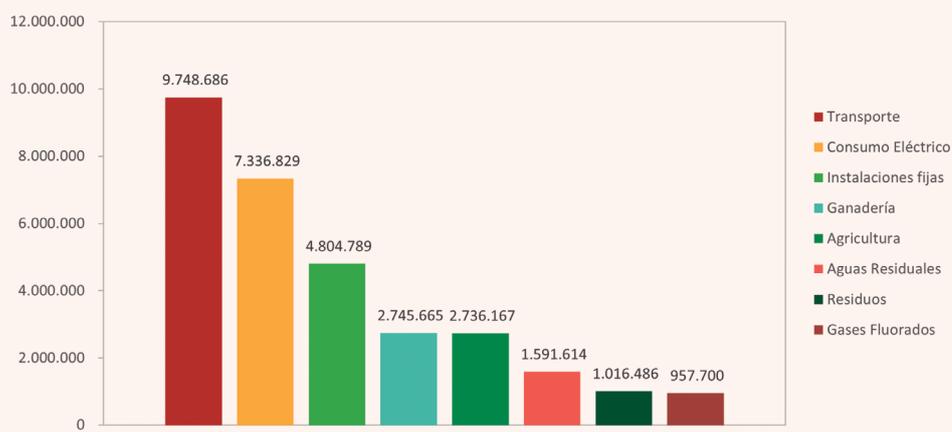
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.3. ESTRUCTURA Y ORIGEN DE LAS EMISIONES

El sector del transporte es el principal sector emisor en Andalucía, responsable en 2020 del 31,5% del total de las emisiones, lo que equivale a 9.748.686 tCO_{2-eq} . Le sigue en importancia el consumo eléctrico con el 23,7% y 7.336.829 tCO_{2-eq} . Entre ambos sectores superan el 55% del total de las emisiones en Andalucía.

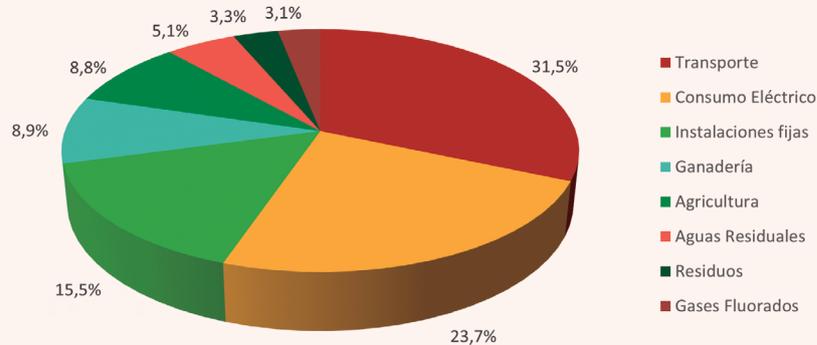
Por el contrario, sectores como los residuos o gases fluorados no alcanzan el 3,5% de las emisiones (3,3% y 3,1%, respectivamente), situándose en el entorno del millón de toneladas de CO_{2-eq} . El resto de los sectores fluctúa entre el 15,5% de las emisiones totales derivadas de las instalaciones fijas de combustión y el 5,1% debidas a la gestión de las aguas residuales. La agricultura y la ganadería alcanzan, de forma conjunta el 17,7% de las emisiones, pero por separado se sitúan en el entorno del 9% (2.745.665 y 2.736.167 tCO_{2-eq} , respectivamente).

Gráfico 30. Emisiones andaluzas (tCO_{2-eq}) por sectores en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 31. Distribución de las emisiones andaluzas por sectores en 2020.

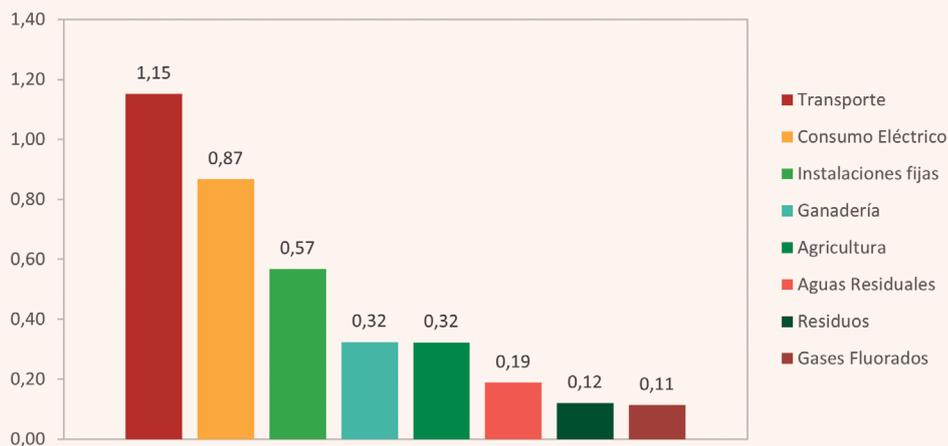


Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

En el caso de las emisiones *per cápita*, el transporte es el sector que más ha aportado a la distribución sectorial de las emisiones andaluzas en 2020, con un total de 1,15 tCO_{2-eq}/habitante. Le siguen en importancia, el consumo eléctrico con 0,87 tCO_{2-eq}/habitante y las instalaciones de combustión fijas con 0,57 tCO_{2-eq}/habitante.

El resto de los sectores ya presentan valores de emisiones en 2020 por debajo de las 0,5 tCO_{2-eq}/habitante, destacando el sector de los gases fluorados que “únicamente” es responsable de 0,11 tCO_{2-eq} *per cápita*.

Gráfico 32. Aporte sectorial *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) a las emisiones andaluzas, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones 2005-2020 en Andalucía tiene mucho que ver con el comportamiento de los diferentes sectores económicos. Así, el periodo de subida entre 2005-2007, está muy relacionado con la situación de crecimiento económico de la región, en los que los datos de emisiones están totalmente acoplados al crecimiento del PIB, con elevadas tasas de emisiones globales, especialmente motivadas por el crecimiento del consumo eléctrico y

los transportes, acompañados, aunque en menor medida, por las emisiones de las instalaciones fijas.

Las emisiones derivadas de estos tres sectores crecieron en este periodo entre el 4,7% de las instalaciones fijas, un 5,5% las del consumo eléctrico y un 6,4% las del transporte, partiendo que estos dos últimos sectores son los que más aportan a la distribución anual de las emisiones.

Tabla 3. Emisiones totales (tCO_{2-eq}), por sectores en Andalucía en el periodo 2005-2020.

Año	Transporte	Consumo Eléctrico	Instalaciones fijas	Ganadería	Agricultura	Aguas Residuales	Residuos	Gases Fluorados
2005	14.941.542	14.892.791	7.225.919	2.916.274	2.746.511	1.835.731	2.304.877	1.963.407
2006	15.408.082	15.145.046	6.594.690	2.914.001	2.820.193	1.856.405	1.975.512	2.393.016
2007	15.891.324	15.710.056	7.562.967	3.087.786	2.889.935	1.599.405	2.026.458	2.787.834
2008	15.234.704	14.042.341	7.686.488	3.016.993	2.361.849	1.634.089	2.035.925	2.968.444
2009	13.686.197	11.610.160	6.390.939	2.819.410	2.471.110	1.508.890	1.873.958	2.738.947
2010	12.667.052	8.934.788	5.965.777	2.465.189	2.686.600	1.652.295	1.746.669	2.752.846
2011	11.804.485	10.439.742	6.161.225	2.661.591	2.447.978	1.713.092	1.683.325	2.781.856
2012	10.381.691	10.984.564	5.368.088	2.535.831	2.397.738	1.635.775	1.612.869	2.871.106
2013	10.748.558	8.286.667	4.220.104	2.460.824	2.571.273	1.698.020	1.224.739	2.911.597
2014	10.985.375	8.530.534	4.426.049	2.513.116	2.861.602	1.668.608	1.332.488	2.885.019
2015	11.315.324	11.509.009	4.566.825	2.598.050	2.832.632	1.647.989	1.406.231	1.675.747
2016	11.198.171	10.674.273	4.754.850	2.637.332	2.683.202	1.614.088	1.315.966	1.648.694
2017	11.542.696	12.970.933	4.827.177	2.653.421	2.883.502	1.620.335	1.082.646	1.355.088
2018	12.037.378	12.261.718	4.797.507	2.653.223	2.797.423	1.557.307	1.087.280	1.163.910
2019	12.143.471	9.339.470	5.238.086	2.719.329	2.794.904	1.564.663	1.119.436	1.096.849
2020	9.748.686	7.336.829	4.804.789	2.745.665	2.736.167	1.591.614	1.016.486	957.700

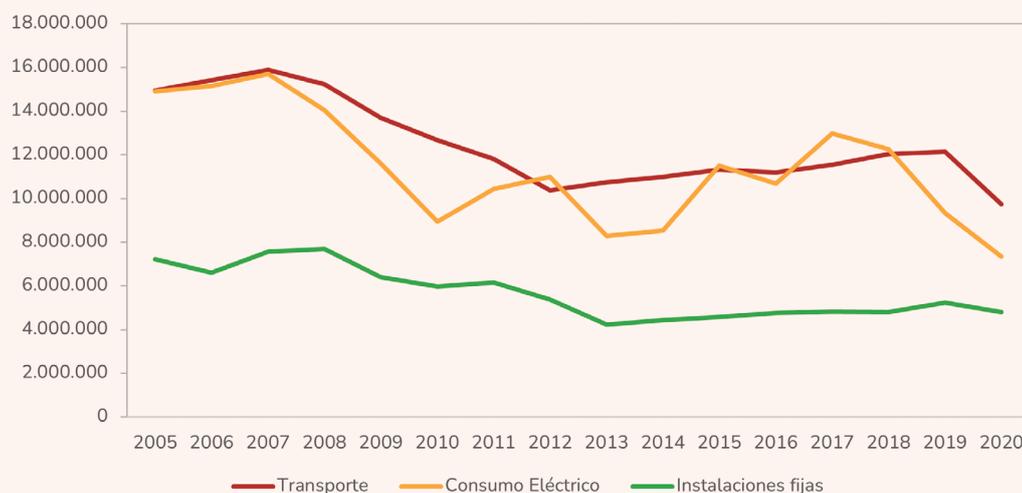
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

El siguiente periodo, de caída sustancial de las emisiones, entre 2007 y 2013, también se ha debido a la importante contribución a esta reducción general de los sectores anteriores, especialmente, el consumo eléctrico cuyas emisiones han caído desde las 15.710.056 tCO_{2-eq} de 2007 hasta 8.286.667 tCO_{2-eq} de 2013, lo que equivale a una reducción de casi la mitad de sus emisiones, alcanzando la 2ª cifra más baja de la serie histórica (2005-2020), exceptuando la excepcionalidad del año 2020.

En segundo lugar, las instalaciones fijas también han mostrado un descenso muy acusado en este periodo, llegando al 44,2% de reducción, hasta situarse en 4.220.104 tCO_{2-eq} en 2013. La reducción del sector transporte ha sido mucho menos acelerada, con valores de emisión anual, en todo este periodo, por encima de los 10 millones de toneladas de CO_{2-eq} y una reducción global del 32,4%.

El resto de los sectores se han mantenido más o menos constante, no ya solo en este periodo de reducción de emisiones, sino a lo largo de toda la serie de análisis, si bien se pueden observar con cierta claridad los 3 periodos de evolución de las emisiones.

Gráfico 33. Evolución de las emisiones del consumo eléctrico, instalaciones fijas y transporte (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Finalmente, en el tercer periodo, el de estabilización de las emisiones y desacople del PIB, todos los sectores se han mantenido constantes, con altibajos anuales, algunos años arrastrados por las variaciones de los factores de emisión más que por los datos de actividad sectorial.

No obstante, de nuevo los sectores consumo eléctrico y transportes han continuado con la tendencia a la baja en sus emisiones sectoriales, contabilizándose reducciones del 11,5% y 9,3%, respectivamente.

Del resto de los sectores, residuos, aguas residuales y, especialmente, gases fluorados han participado de la reducción de las emisiones, aunque con bajadas menos significativas, mientras que la agricultura, la ganadería y las instalaciones fijas han visto al final del periodo aumentada ligeramente sus emisiones, que, en algunos sectores, como instalaciones fijas ha sido de cierta importancia (13,9%).

El comportamiento evolutivo de las emisiones *per cápita* ha sido casi idéntico al de las emisiones globales, si bien el aporte del consumo eléctrico ha sido algo más homogéneo al transporte que en las emisiones globales sectoriales.

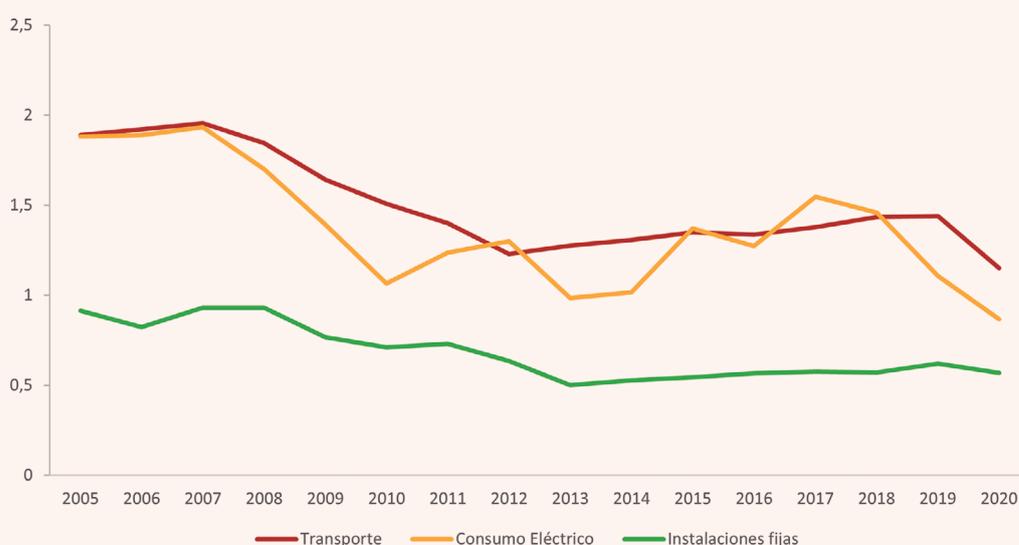
Así el transporte y el consumo eléctrico *per cápita* han copado un promedio del 59% de las emisiones anuales y junto a las instalaciones fijas alcanzan el 73%. Los demás sectores únicamente participan del 27% restante, con porcentajes que van desde el 3,8% de los residuos al 6,8% de la agricultura o la ganadería. Estas dos últimas, conjuntamente, son responsables del 13,6% de las emisiones *per cápita* andaluzas.

Tabla 4. Emisiones *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) por sectores en Andalucía en el periodo 2005-2020.

Año	Transporte	Consumo Eléctrico	Instalaciones fijas	Agricultura	Ganadería	Aguas Residuales	Residuos	Gases Fluorados
2005	1,89	1,88	0,91	0,35	0,37	0,23	0,29	0,25
2006	1,92	1,89	0,82	0,35	0,36	0,23	0,25	0,30
2007	1,95	1,93	0,93	0,36	0,38	0,20	0,25	0,34
2008	1,85	1,70	0,93	0,29	0,37	0,20	0,25	0,36
2009	1,64	1,39	0,77	0,30	0,34	0,18	0,22	0,33
2010	1,51	1,06	0,71	0,32	0,29	0,20	0,21	0,33
2011	1,40	1,24	0,73	0,29	0,32	0,20	0,20	0,33
2012	1,23	1,30	0,64	0,28	0,30	0,19	0,19	0,34
2013	1,28	0,98	0,50	0,31	0,29	0,20	0,15	0,35
2014	1,31	1,02	0,53	0,34	0,30	0,20	0,16	0,34
2015	1,35	1,37	0,54	0,34	0,31	0,20	0,17	0,20
2016	1,34	1,27	0,57	0,32	0,31	0,19	0,16	0,20
2017	1,38	1,55	0,58	0,34	0,32	0,19	0,13	0,16
2018	1,43	1,46	0,57	0,33	0,32	0,19	0,13	0,14
2019	1,44	1,11	0,62	0,33	0,32	0,19	0,13	0,13
2020	1,15	0,87	0,57	0,32	0,32	0,19	0,12	0,11

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 34. Evolución de las emisiones *per cápita* del consumo eléctrico, instalaciones fijas y transporte (tCO_{2-eq}/habitante) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

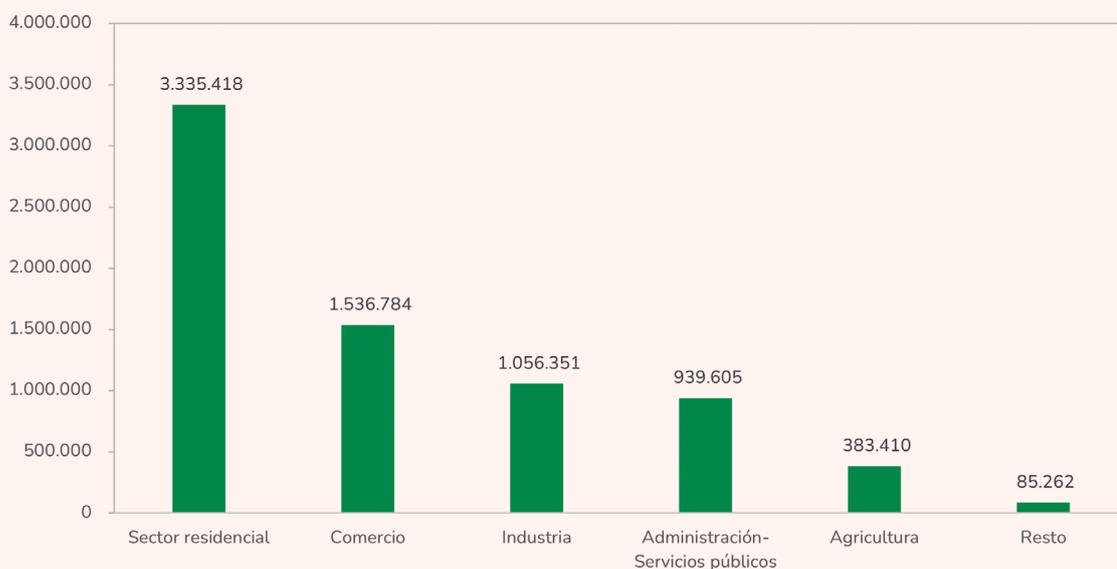
A continuación, se procede a un análisis detallado para cada sector, donde se exponen los datos más relevantes, comparando los datos provinciales y la evolución de las emisiones en el periodo entre 2005 y 2020.

3.3.1. CONSUMO ELÉCTRICO

Las emisiones asociadas a la generación de la energía eléctrica consumida han supuesto 7.336.829 tCO_{2-eq} en 2020, el 23,7% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 21,4% con respecto al 2019. Las emisiones asociadas al consumo eléctrico suponen 0,87 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

Las principales fuentes de emisión han sido el sector residencial con el 45,5% y el comercio con el 20,9%. Las provincias que más han emitido son Sevilla y Málaga con 1.688.638 tCO_{2-eq} y 1.404.020 tCO_{2-eq}, respectivamente, y las que menos Huelva, con 644.585 tCO_{2-eq} y Jaén con 642.556 tCO_{2-eq}. El reparto de las emisiones de este sector por provincias viene determinado principalmente por la variable población, siendo las provincias de Sevilla y Málaga las más pobladas de Andalucía y Jaén y Huelva las que menos.

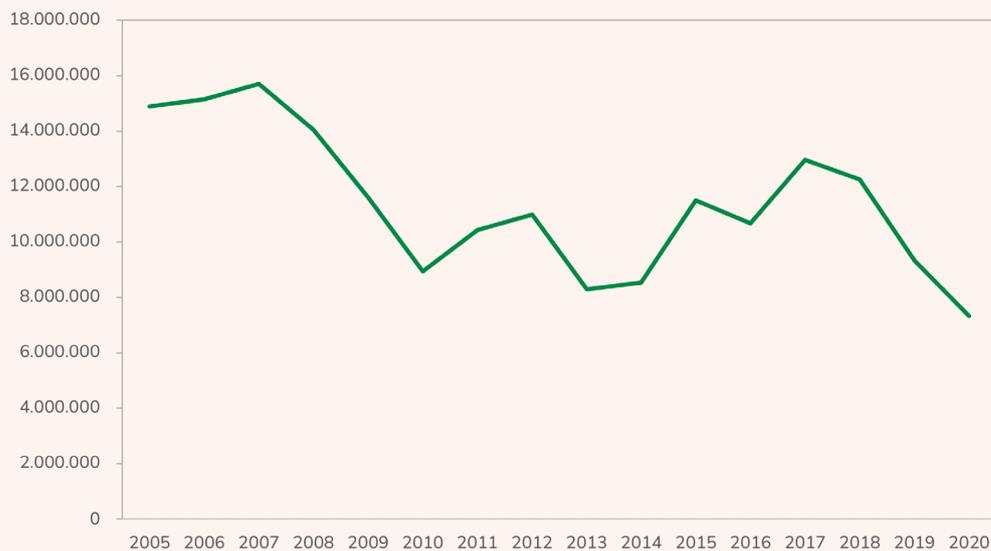
Gráfico 35. Emisiones procedentes del consumo eléctrico (tCO_{2-eq}) por sectores en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución del consumo eléctrico desde 2005 ha seguido un patrón muy similar a las emisiones globales andaluzas, con un descenso continuado desde 2007 aunque no ha sido lineal sino con algunas fluctuaciones. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 50,7%, debido probablemente a la evolución del factor de emisión desde 2005 a 2020, lo que a su vez estaría relacionado con la mayor participación de las energías renovables en el mix de generación español.

Gráfico 36. Evolución de las emisiones por consumo eléctrico (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

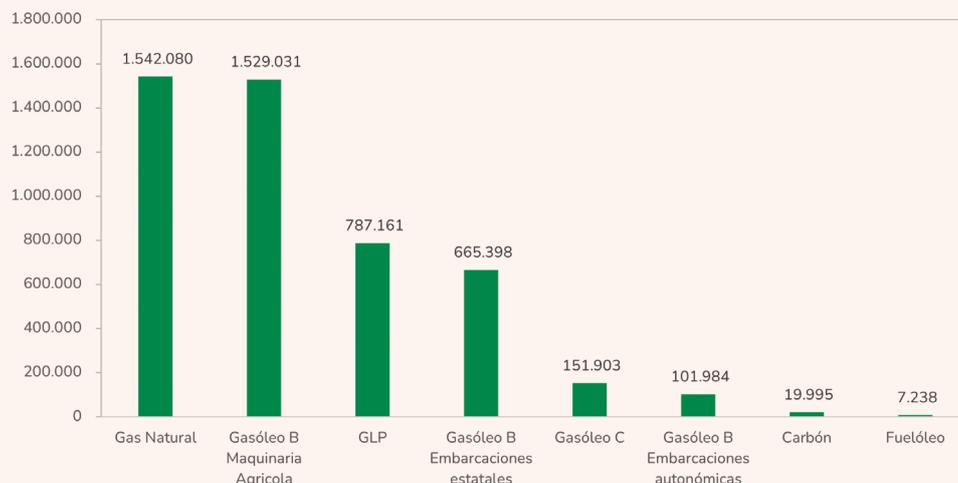
Las principales variaciones entre 2005 y 2020 han tenido su origen en la actividad comercial y en la agricultura, sectores que han reducido sus emisiones un 60% y un 52,6%, respectivamente. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Cádiz con un 60,4% y la menor la comparten Huelva y Almería con un 39,4% y 39,9%, respectivamente.

3.3.2. INSTALACIONES FIJAS

En 2020, las instalaciones fijas han generado 4.804.789 t CO_{2-eq}, el 15,5% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 8,3% con respecto al 2019. Las emisiones de este sector suponen el 0,57 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

Las principales fuentes de emisión han sido el gas natural con el 32% y el gasóleo B de maquinaria agrícola con el 31,8%. Con respecto a las provincias, las que más han emitido son Sevilla con una participación del 20,2% del total y Huelva con un 16,1%. La que menos, Almería con un 8,5%. La distribución provincial de las emisiones viene determinada fundamentalmente por los consumos provinciales de los combustibles fósiles considerados por la aplicación: gas natural, gasóleo B y C, GLP, fuelóleo y carbón.

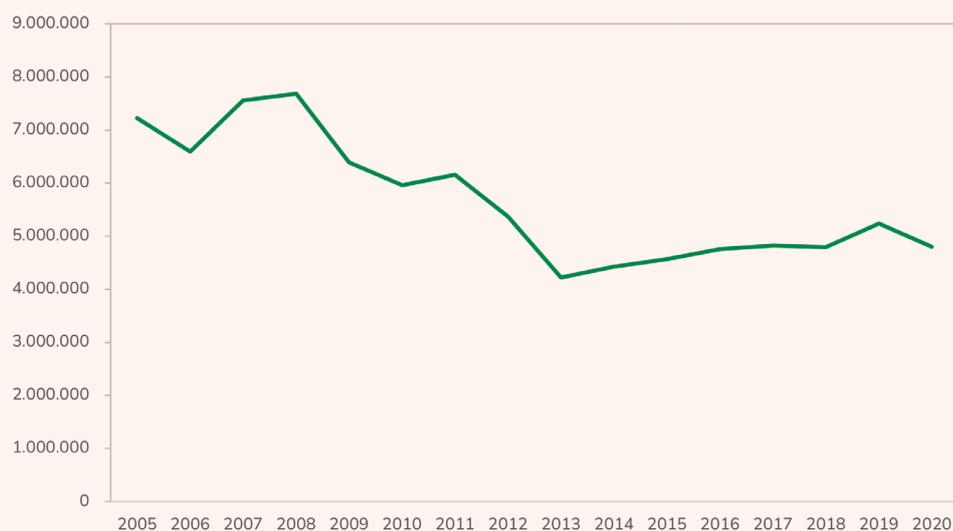
Gráfico 37. Emisiones procedentes de las instalaciones fijas por combustibles (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 ha seguido el patrón de las emisiones en Andalucía, pero con una fase de decrecimiento entre 2007-2013 muy acusada hasta alcanzar su mínimo histórico, para después crecer de manera sostenida hasta 2019 y decaer en 2020. Con respecto a 2005 la reducción global ha sido de un 33,5%.

Gráfico 38. Evolución de las emisiones de las instalaciones fijas (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

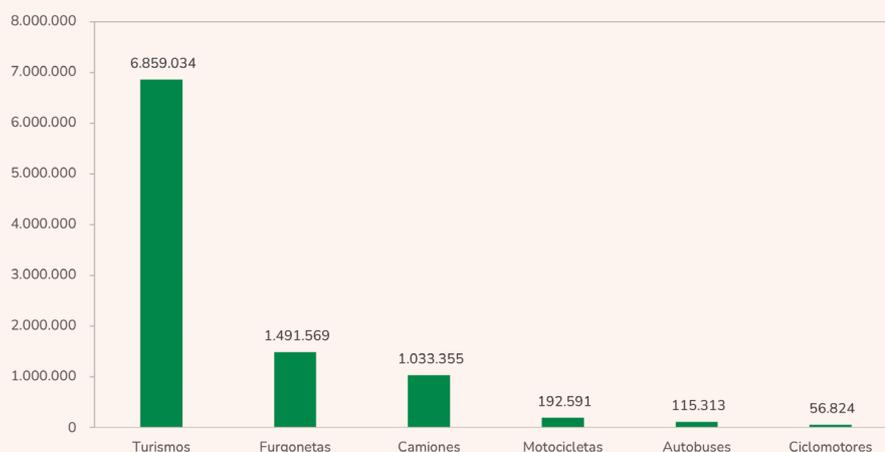
Las principales variaciones entre 2005 y 2020 han tenido su origen en el consumo de fuelóleo, el gasóleo C y el carbón, subsectores que han reducido sus emisiones en un 98,9%, 74%, y un 58%, respectivamente. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Cádiz con un 60,5% y la menor en Jaén con un 8,4%.

3.3.3. TRANSPORTE

El transporte ha generado 9.748.686 t CO_{2-eq} en 2020, el 31,5% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 19,7% con respecto al 2019. Estas emisiones suponen 1,15 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

La principal fuente de emisión han sido los turismos con el 70,4% y con carácter secundario, las furgonetas con el 15,3% y los camiones con el 10,6%. Las provincias que más han emitido son Sevilla con una participación del 20,2% sobre el total y Málaga con un 19,6% debido a que son las dos provincias con mayor número de vehículos. La que menos, Huelva con un 6%.

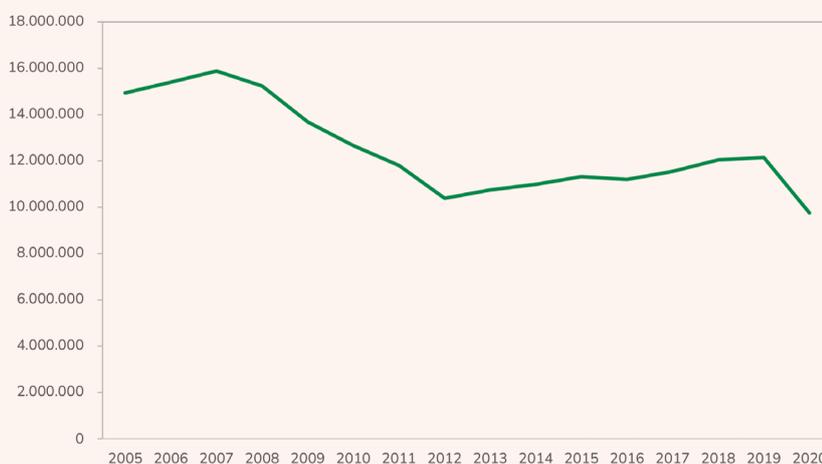
Gráfico 39. Emisiones (tCO_{2-eq}) procedentes del transporte por tipología de vehículos en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 ha seguido el mismo patrón que el resto de las emisiones, pero no tan acusado como otros sectores. Tras una importante caída de las emisiones desde 2007, en 2012 comienza un paulatino aumento entre un 1 y 4,5% hasta que en 2020 se desploman. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 34,8%.

Gráfico 40. Evolución de las emisiones del transporte (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

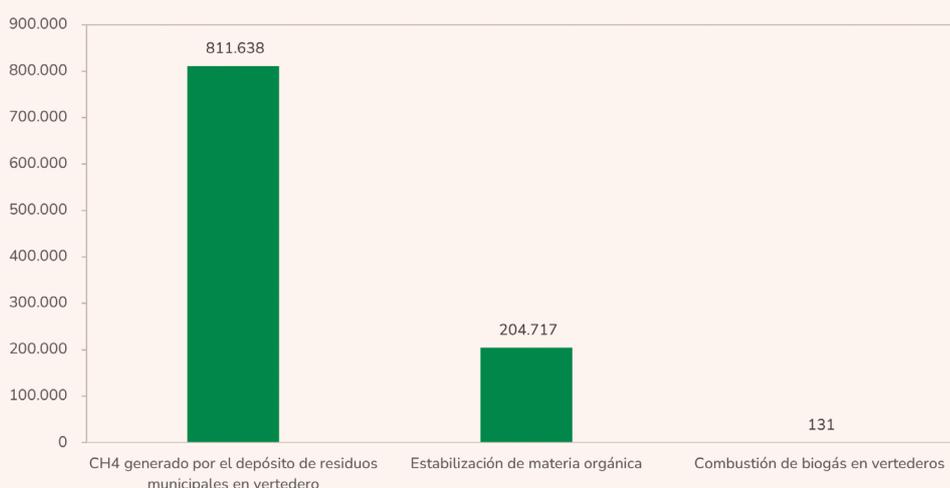
Las principales variaciones entre 2005 y 2020 han tenido su origen en las emisiones de autobuses, camiones y ciclomotores que han reducido sus emisiones en un porcentaje similar, en un 62,1%, 60,7%, y un 59,9% respectivamente. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Cádiz con un 35,7% y la menor en Huelva con un 28,9%.

3.3.4. RESIDUOS

El tratamiento de residuos ha generado 1.016.486 t CO_{2-eq} en 2020, el 3,2% del total de las emisiones en Andalucía, y ha supuesto una reducción del 9,2% con respecto al 2019. Estas emisiones suponen 0,12 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

La principal fuente de emisión es el metano generado por el depósito de residuos municipales en vertedero que representa el 79,8%. La provincia que más ha emitido es Málaga con un 27,1% del total de emisiones de Andalucía y Jaén la que menos con un 5,2%. El reparto provincial de las emisiones está motivado por las cantidades de residuos generadas y por las características de las instalaciones de tratamiento existentes en cada una de las provincias.

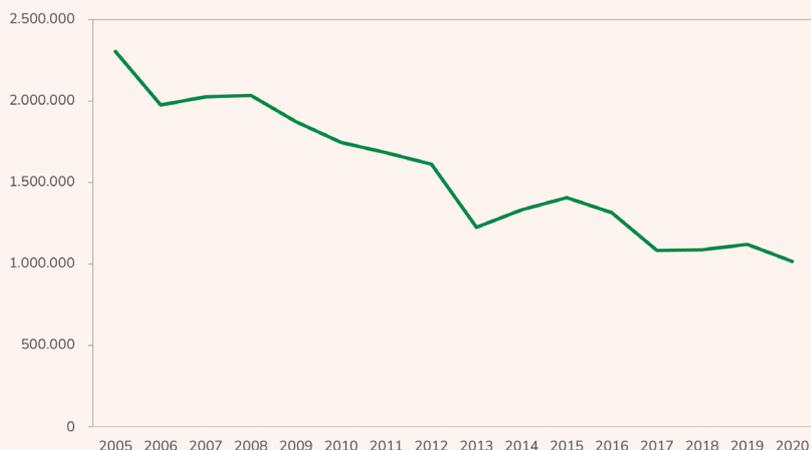
Gráfico 41. Emisiones procedentes del tratamiento de residuos (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones de los residuos desde el 2005 ha seguido un patrón de decrecimiento continuado desde el máximo alcanzado en ese año (2.304.877 tCO_{2-eq}). Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 55,9%.

Gráfico 42. Evolución de las emisiones del tratamiento de residuos (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

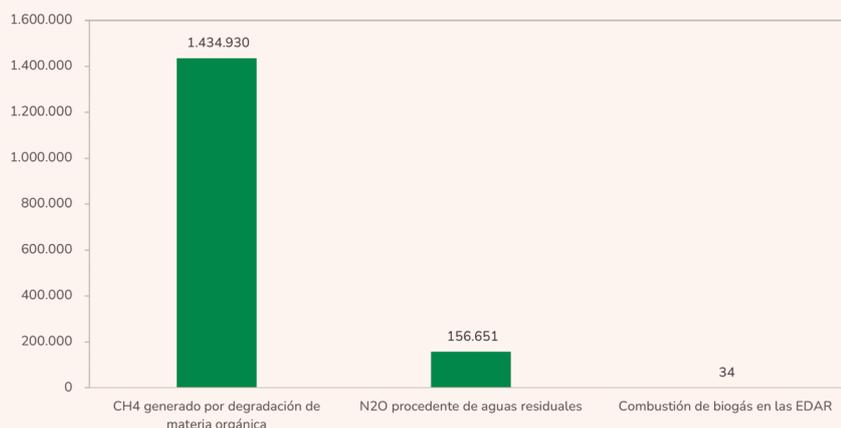
Las principales variaciones entre 2005 y 2020 han tenido su origen en la producción de metano que se ha reducido en un 62,2% debido a las diferentes medidas de mejora puestas en marcha en la gestión de residuos, especialmente, el aumento de la recuperación y compostaje de materia orgánica y de la producción de biogás en vertedero. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Jaén con un 70% y en Sevilla con un 67,1% y la menor en Málaga con un 40,2%.

3.3.5. AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales ha generado 1.591.614 tCO_{2-eq} en 2020, el 5,1% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto un aumento del 1,7% con respecto al 2019. El tratamiento de las aguas residuales supone 0,19 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

La principal fuente de emisión ha sido el CH_4 generado por la degradación de la materia orgánica con el 90,2%. Las provincias que más han emitido son Sevilla, con una participación del 20,3% sobre el total, Málaga con un 19,7% y Cádiz con un 19%. La que menos, Huelva con un 4,3%. Estos datos se justifican debido a que Sevilla y Málaga cuentan con mayor población que el resto de las provincias y Huelva es la provincia con menor población.

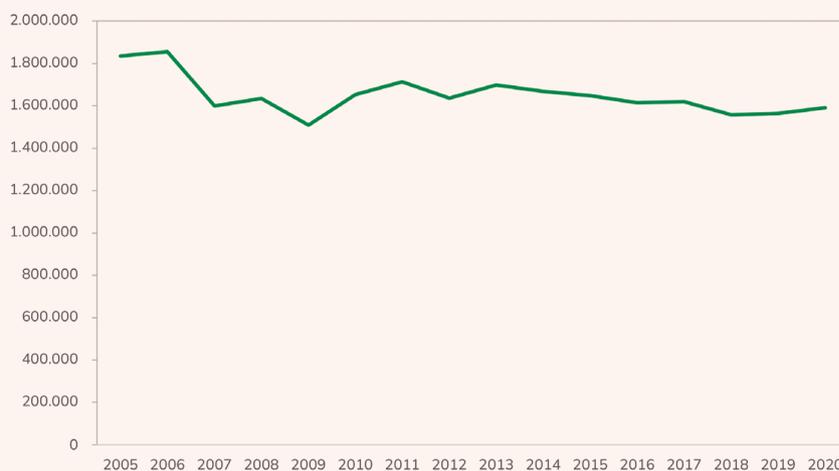
Gráfico 43. Emisiones procedentes del tratamiento de las aguas residuales (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 se ha mantenido bastante estable, con valores entre 1.500.000 y 1.860.000 tCO_{2-eq}. A pesar de esto, se observa un primer tramo hasta 2011 con bastantes fluctuaciones anuales. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 13,3%.

Gráfico 44. Evolución de las emisiones del tratamiento de aguas residuales (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

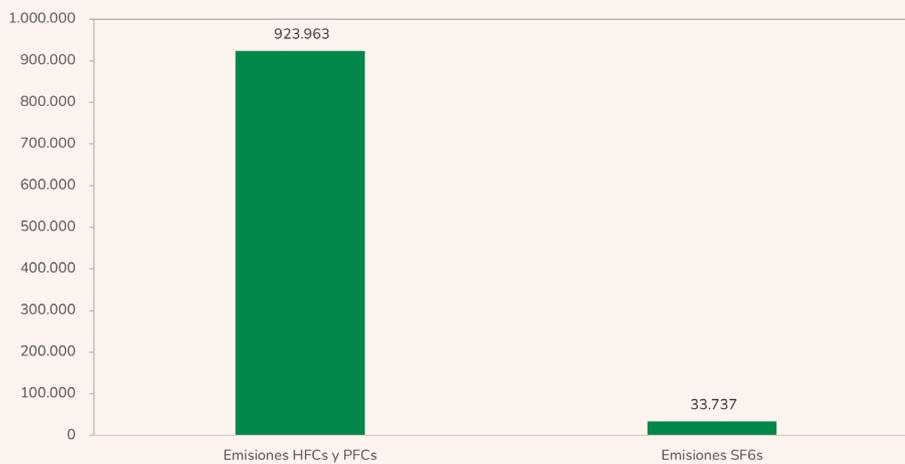
La principal variación entre 2005 y 2020 han tenido su origen en la producción de metano que se ha reducido en un 14,7%. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Sevilla con un 26,5% y la menor en Granada con un 5,74%. La única provincia donde ha crecido es en Almería con un 5,1%.

3.3.6. GASES FLUORADOS

Los gases fluorados han generado 957.700 tCO_{2-eq} en 2020, el 3,1% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 12,7% con respecto a 2019. La emisión de gases fluorados supone 0,11 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

Las principales fuentes de emisión han sido las procedentes de HFCs y PFCs con el 96,5%. Las provincias que más han emitido son Sevilla con una participación del 23% sobre el total y Málaga con un 19,9%. La que menos, Huelva con un 6,3%. Estos datos también se justifican debido a la población, dado que Sevilla y Málaga cuentan con mayor población que el resto de las provincias, mientras que Huelva es la provincia con menor población.

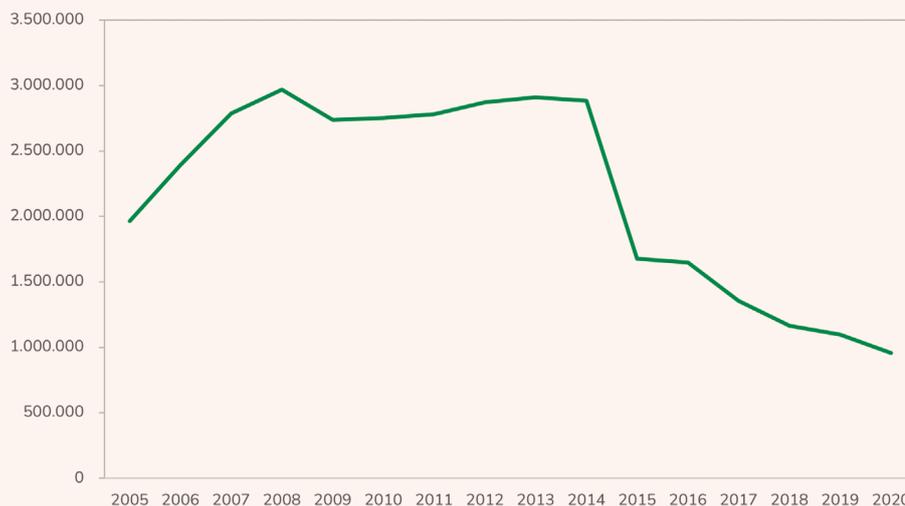
Gráfico 45. Emisiones procedentes de gases fluorados (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 ha seguido un patrón totalmente diferenciado del resto de los sectores, con un primer periodo de subida, similar al resto, pero más acusado. A continuación, no se ha producido un descenso como en el resto, sino que se ha estabilizado en el entorno de los 2,5-3 millones de toneladas hasta 2014, cuando se ha producido un cambio de tendencia con un descenso abrupto en 2015, continuado, posteriormente, aunque en menor proporción. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 51,2%.

Gráfico 46. Evolución de las emisiones de los gases fluorados (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

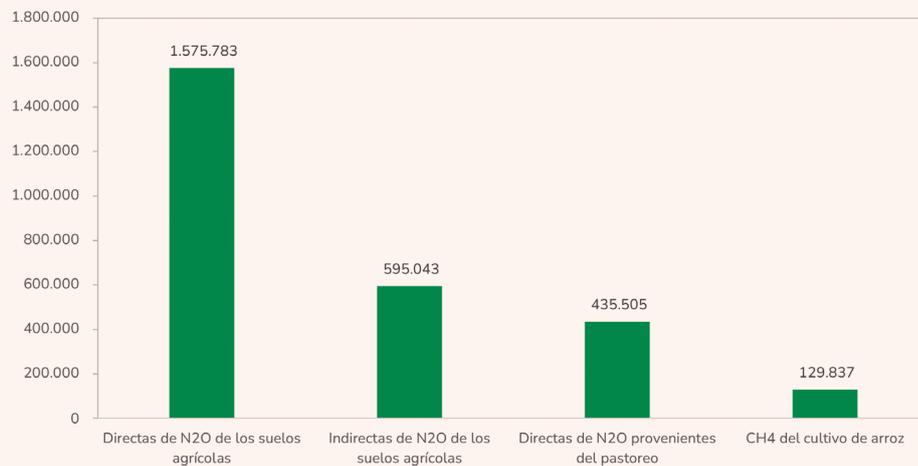
La principal variación entre 2005 y 2020 ha tenido su origen en las emisiones de HFCs y PFCs que se ha reducido en un 52,2%. Por provincias, la mayor reducción ha tenido lugar en Córdoba con un 54,7% y la menor en Almería con un 46,5%.

3.3.7. AGRICULTURA

La agricultura ha generado 2.736.167 tCO_{2-eq} en 2020, el 8,8% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 2,1% con respecto al 2019. Estas emisiones suponen 0,32 tCO_{2-eq} *per cápita* en Andalucía.

La principal fuente de emisión ha sido la procedente de N₂O de los suelos agrícolas, tanto, directas (57,5%) como indirectas (21,8%). La provincia que más ha emitido es Sevilla con un 26,2% sobre el total y la que menos, Huelva con un 6,5%, básicamente debido a que ambas provincias son las de mayor y menor extensión de tierras cultivadas de Andalucía (664.946 y 127.597 hectáreas, respectivamente), según los datos de *Distribución general de la tierra por aprovechamiento*, 2020 de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (SIMA-IECA).

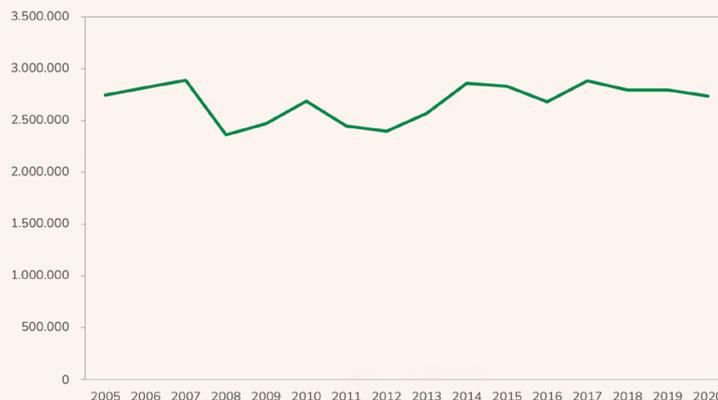
Gráfico 47. Emisiones procedentes de la agricultura (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación *Huella de Carbono de los municipios de Andalucía* (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 ha mantenido cierta estabilidad con pequeñas oscilaciones entre 2.900.000 y 2.400.000 tCO_{2-eq}. En los últimos 3 años las variaciones son mínimas. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 0,4%, lo que sitúa a la agricultura como el sector que menos ha reducido sus emisiones.

Gráfico 48. Evolución de las emisiones de la agricultura (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación *Huella de Carbono de los municipios de Andalucía* (aplicación HCM).

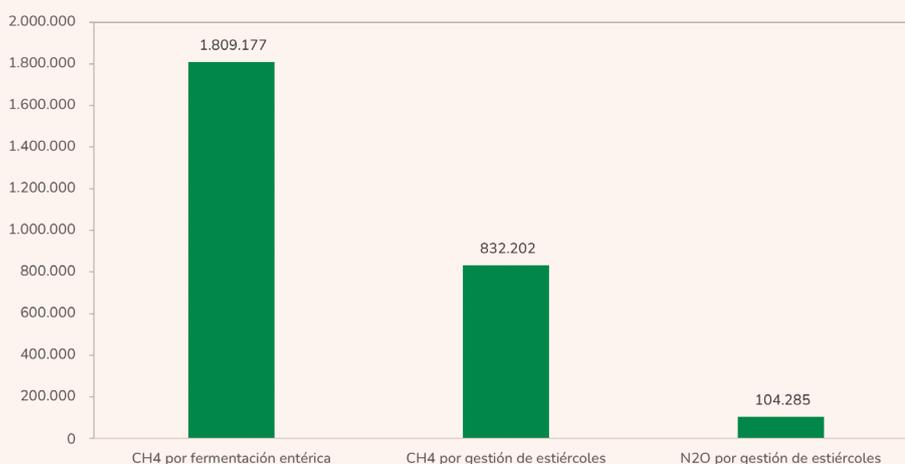
La principal variación entre 2005 y 2020 han tenido su origen en las emisiones directas de NO_2 provenientes del pastoreo que se han reducido en un 20,5%. Con respecto a la variación por provincias, las emisiones han crecido en la mitad de ellas. Las que más crecido son en Almería con un 63,3% y Huelva con un 27,8%, las que más han decrecido son Málaga con un 24,6% y Cádiz con un 15%.

3.3.8. GANADERÍA

La ganadería ha generado 2.745.665 $\text{tCO}_{2\text{-eq}}$ en 2020, el 8,9% del total de las emisiones en Andalucía y ha supuesto una reducción del 1% con respecto a 2019. Estas emisiones suponen 0,32 $\text{tCO}_{2\text{-eq}}$ *per cápita* en Andalucía.

Las principales fuentes de emisión han sido las procedentes del CH_4 por fermentación entérica con un 65,9% y por la gestión de estiércoles con un 30,3%. Las provincias que más han emitido son Córdoba con un 21,6% y Sevilla con un 21%. La que menos Jaén con un 6,7%. La distribución provincial de las emisiones viene dada por el número de cabezas de ganado de cada tipología existentes, ya que los factores de emisión de las emisiones por fermentación entérica y gestión del estiércol dependen del tipo de ganado, siendo los más elevados los correspondientes al vacuno de leche.

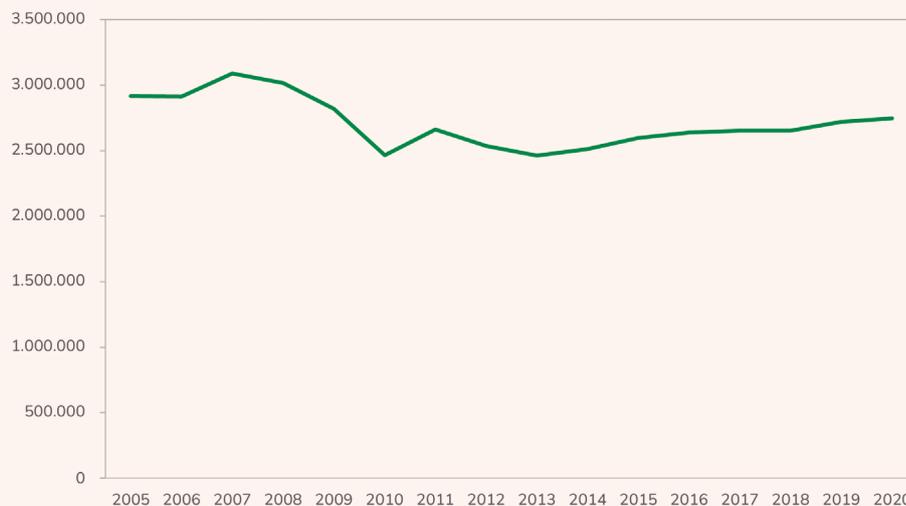
Gráfico 49. Emisiones procedentes de la ganadería ($\text{tCO}_{2\text{-eq}}$) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La evolución de las emisiones desde el 2005 se ha comportado algo diferente al patrón seguido por el resto sectores. Se ha mantenido bastante constante a lo largo de todo el periodo, casi siempre por encima de los 2.500.000 $\text{tCO}_{2\text{-eq}}$. Si bien los primeros años del ciclo de análisis, la evolución se identifica mejor con el resto, aunque con aumentos y reducciones menores, a partir de 2011 se ha estabilizado bastante y, en todo caso, han ido aumentando las emisiones, aunque a un ritmo muy suave. Con respecto a 2005 la reducción ha sido de un 5,9%.

Gráfico 50. Evolución de las emisiones de la ganadería (tCO_{2-eq}) en el periodo 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La principal variación entre 2005 y 2020 ha tenido su origen en las emisiones de NO₂ procedentes de la gestión del estiércol con un aumento de las emisiones del 10,8%. Desde la perspectiva provincial, las emisiones han crecido en dos de ellas; en Granada con un 14,2% y en Almería en un 8,3%. Las mayores reducciones han tenido lugar en Jaén y Cádiz, con un 17,4% y un 17,3%, respectivamente.

3.4. ANÁLISIS MUNICIPAL DE LAS EMISIONES

La aplicación HCM tiene como objetivo fundamental facilitar a los responsables municipales información de base sobre el estado pasado y presente de GEI a nivel local que permita la planificación y seguimiento de medidas para hacer frente al cambio climático. Por tanto, su ámbito de aplicación es sustancialmente municipal.

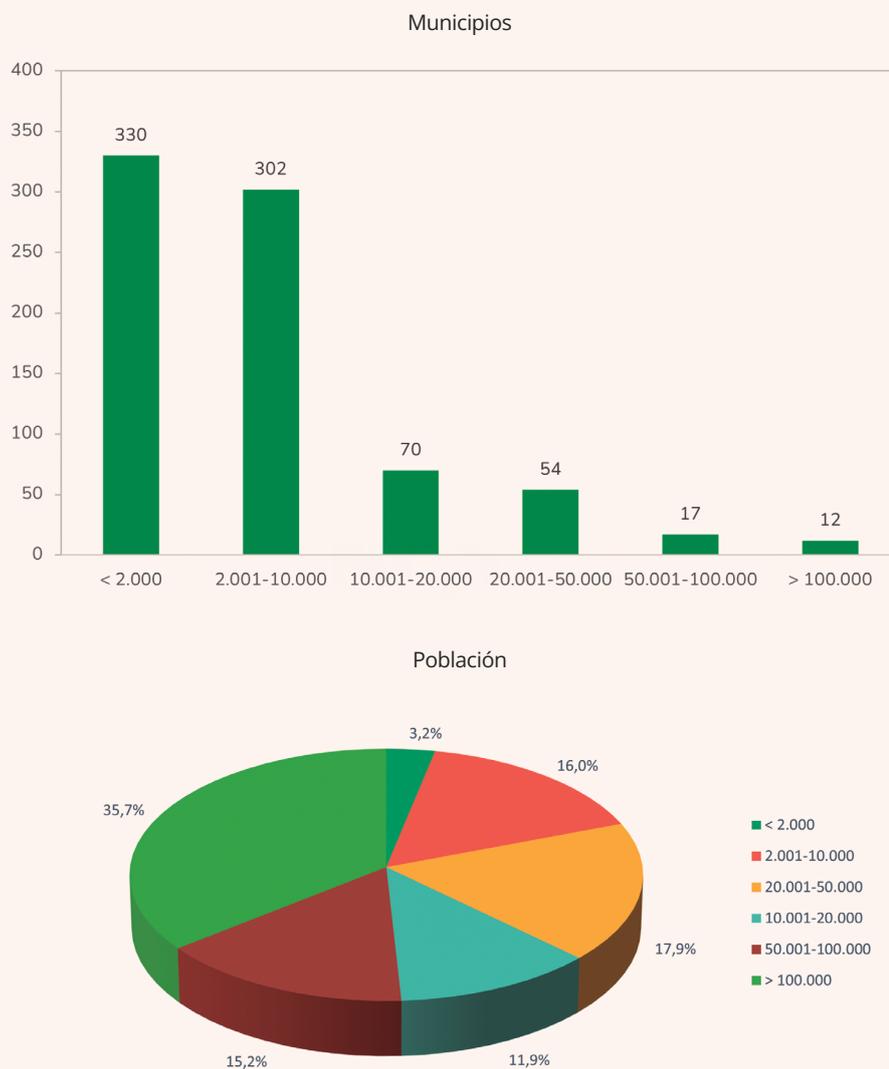
Es evidente, que por la dimensión de este informe anual no es posible abarcar información pormenorizada a nivel de todos los municipios andaluces. Sin embargo, y en relación con el objetivo de la aplicación HCM, este apartado, junto con el contexto municipal del consumo de energías renovables, incorpora un análisis municipal por tamaños de población, considerando desde municipios muy pequeños, principalmente de ámbito muy rural (<2.000 habitantes) hasta las grandes urbes andaluzas (>100.000 habitantes). Para ello, se han establecido seis rangos de población, además de los dos ya citados; los municipios entre 2.000-10.000 habitantes, 10.000-20.000 habitantes, 20.000-50.000 habitantes y 50.000-100.000 habitantes.

Andalucía cuenta con 785 municipios para un total de 8.464.411 habitantes en el año 2020 (Padrón municipal de habitantes del INE). Por tamaños de población, destaca por una presencia masiva de municipios, relativamente, pequeños (<10.000 habitantes), en conjunto el 80,5% de todos los municipios andaluces. Sin embargo, la población se concentra en las grandes ciudades y sus aglomeraciones urbanas. Así, los 12 grandes municipios andaluces (>100.000

habitantes) concentran el 35,7% de la población andaluza, que sumada al 15,2% de la población de los 17 municipios entre 50.000 y 100.000 habitantes, suponen más de la mitad de toda la población andaluza.

El resto de las categorías presentan valores de población muy similares, entre el millón y el millón y medio de habitantes, exceptuando los municipios muy pequeños (<2.000 habitantes), que para un total de 330 municipios solo suponen el 3,2% de la población total de Andalucía.

Gráfico 51. Población andaluza por rangos de población municipal, 2020.



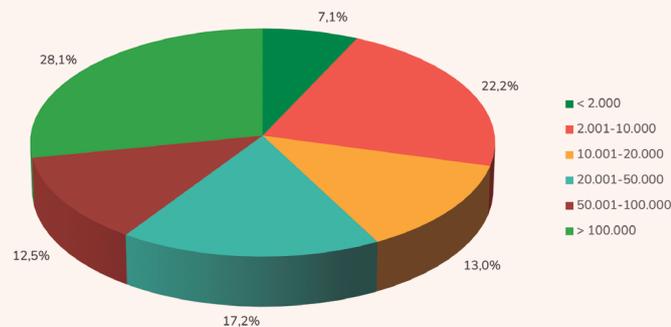
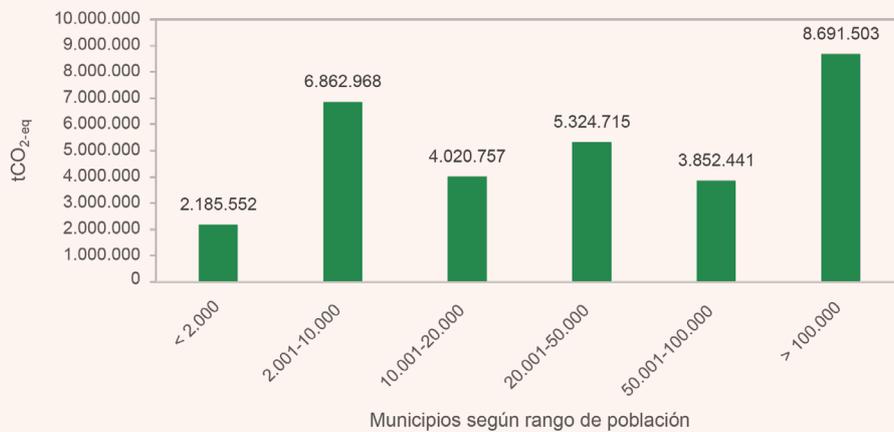
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Esta distribución poblacional tiene su reflejo en las emisiones globales, sobre todo en las provincias más pobladas, Sevilla y Málaga y en aquellos sectores económicos con una clara vinculación entre población y emisiones, caso del consumo eléctrico o el transporte.

Las 12 grandes ciudades andaluzas son responsables del 28,1% del total de las emisiones (8.691.503 tCO_{2-eq}), que sumadas a las 3.852.441 tCO_{2-eq} de las 17 entre 50.000-100.000 habitantes (12,5%) suponen más del 40,5% de total de las emisiones municipales. Los pequeños municipios (<2.000 habitantes), que, aunque son mayoría en cuanto número, implican muy poca población total, son los menos emisores de todos los rangos con solo el 7,1% y 2.185.552 tCO_{2-eq}. No obstante, destacan las poblaciones entre 2.000-10.000 habitantes, segundas en cuanto a número de municipios (302) y terceras en población con un total de 1.356.807 habitantes, pero que presentan unas emisiones globales muy elevadas (6.862.968 tCO_{2-eq}), solo por detrás de las grandes ciudades.

La principal razón está en que estas poblaciones concentran la mayor parte de las emisiones sectoriales derivadas de la agricultura y la ganadería, por su característica rural. Así en los municipios <10.000 habitantes las emisiones de la agricultura alcanzan casi el 52% del total del sector y las de la ganadería, incluso superan el 67,5%.

Gráfico 52. Emisiones en Andalucía por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

A nivel provincial, las dos provincias mencionadas junto con la provincia de Cádiz pasan por ser las tres provincias con mayores emisiones globales de toda Andalucía y concentran esas emisiones, especialmente, en sus grandes ciudades (>100.000 habitantes); Sevilla, 2.107.394 tCO_{2-eq}; Málaga, 1.914.894 tCO_{2-eq} y Cádiz, 1.257.840 tCO_{2-eq}.

El resto de las provincias presentan las mayores emisiones en otros rangos de población, generalmente, en los municipios entre 2.000-10.000 habitantes, debido, fundamentalmente, al carácter más rural de éstas, excepto Almería donde sus tres grandes núcleos de población (capital, Roquetas de Mar y El Ejido) son responsables del 44,2% de las emisiones provinciales.

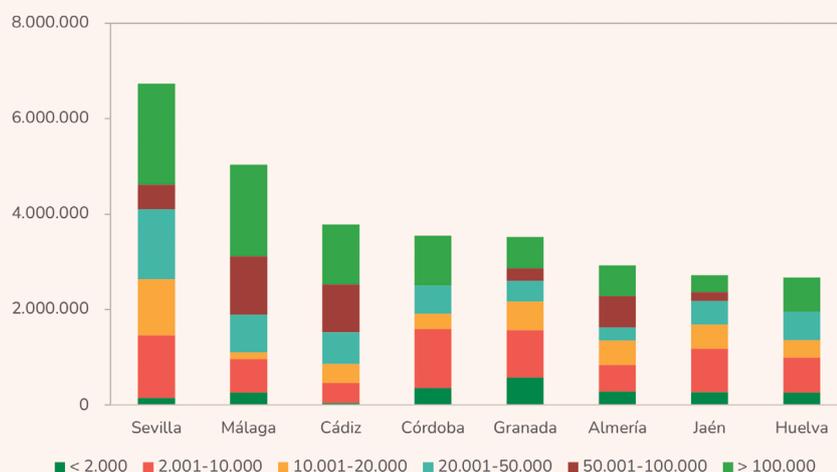
El caso más evidente de la distribución de las emisiones municipales en entornos rurales es la provincia de Jaén, en la que los municipios de menos de 10.000 habitantes casi triplican las emisiones de la capital; 1.183.825 tCO_{2-eq} por las 350.785 tCO_{2-eq} de Jaén capital.

Tabla 5. Emisiones provinciales por rangos de población, 2020.

Provincia	< 2.000	2.001-10.000	10.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	> 100.000
Almería	274.475	556.406	517.800	281.682	653.494	639.204
Cádiz	40.991	425.108	391.943	664.498	1.001.610	1.257.840
Córdoba	354.593	1.237.519	320.930	589.994		1.047.246
Granada	570.984	994.448	603.274	433.197	265.652	657.903
Huelva	264.761	727.406	362.694	598.925		716.236
Jaén	272.773	911.053	504.377	495.247	188.170	350.785
Málaga	262.822	696.447	141.470	796.502	1.223.974	1.914.894
Sevilla	144.154	1.314.581	1.178.268	1.464.669	519.542	2.107.394
Andalucía	2.185.552	6.862.968	4.020.757	5.324.715	3.852.441	8.691.503

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Gráfico 53. Distribución provincial de las emisiones por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

A nivel de sectores existe una dualidad entre las emisiones directamente relacionadas con la población municipal, caso del transporte, el consumo eléctrico, las emisiones derivadas de la gestión de los residuos o de las aguas residuales y los gases fluorados, y los sectores agrícola y ganadero que dependen de la superficie vegetal y del número de cabezas de ganado, según el censo ganadero, existentes en cada municipio. En estos dos últimos sectores, las mayores emisiones se dan en municipios pequeños de hasta 10.000 habitantes, mucho más relacionados con el mundo rural.

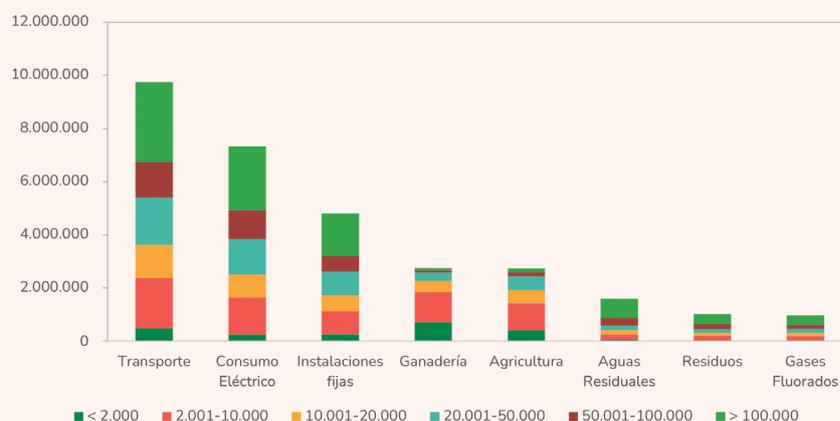
En Andalucía en casi todos los sectores, las mayores emisiones globales se dan en las grandes ciudades, especialmente en el transporte (3.006.427 tCO_{2-eq}), el consumo eléctrico (2.405.513 tCO_{2-eq}) y la combustión en instalaciones fijas (1.602.925 tCO_{2-eq}). Ocurre, igualmente, en la gestión de las aguas residuales, residuos y gases fluorados, mientras que, en agricultura y ganadería, las mayores emisiones se dan en municipios entre 2.000-10.000 habitantes (1.026.655 y 1.148.024 tCO_{2-eq}, respectivamente).

Tabla 6. Emisiones sectoriales por rangos de población, 2020.

Provincia	< 2.000	2.001-10.000	10.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	> 100.000
Transporte	480.831	1.900.512	1.247.079	1.764.107	1.349.730	3.006.427
Consumo eléctrico	232.274	1.400.408	873.376	1.331.676	1.093.583	2.405.513
Instalaciones fijas	255.725	868.294	609.981	886.942	580.922	1.602.925
Ganadería	708.509	1.148.024	404.792	320.420	72.549	91.371
Agricultura	394.025	1.026.655	496.412	522.836	148.679	147.560
Aguas residuales	44.402	206.803	165.510	174.004	281.575	719.319
Residuos	38.785	157.726	109.347	153.084	180.070	377.474
Gases fluorados	31.001	154.547	114.259	171.647	145.333	340.913

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Gráfico 54. Distribución sectorial de las emisiones por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Este patrón de distribución sectorial a nivel regional se repite de forma bastante fiel en casi todas las provincias andaluzas. Este orden solo sufre pequeñas alteraciones en el caso de provincias con mayor o menor presencia de superficie agrícola o cabaña ganadera, como ya se ha adelantado previamente, exceptuando los casos de Cádiz y Huelva. En primer lugar, por la importancia de las emisiones del sector aguas residuales, debidas fundamentalmente a la presencia de numerosos grandes grupos de población. Y en el caso de Huelva, por la relevancia de las emisiones debidas a las instalaciones fijas, claramente, relacionadas con la actividad industrial del polo químico del área metropolitana de la capital.

Gráfico 55. Distribución por provincias de las emisiones sectoriales por rangos de población, 2020.



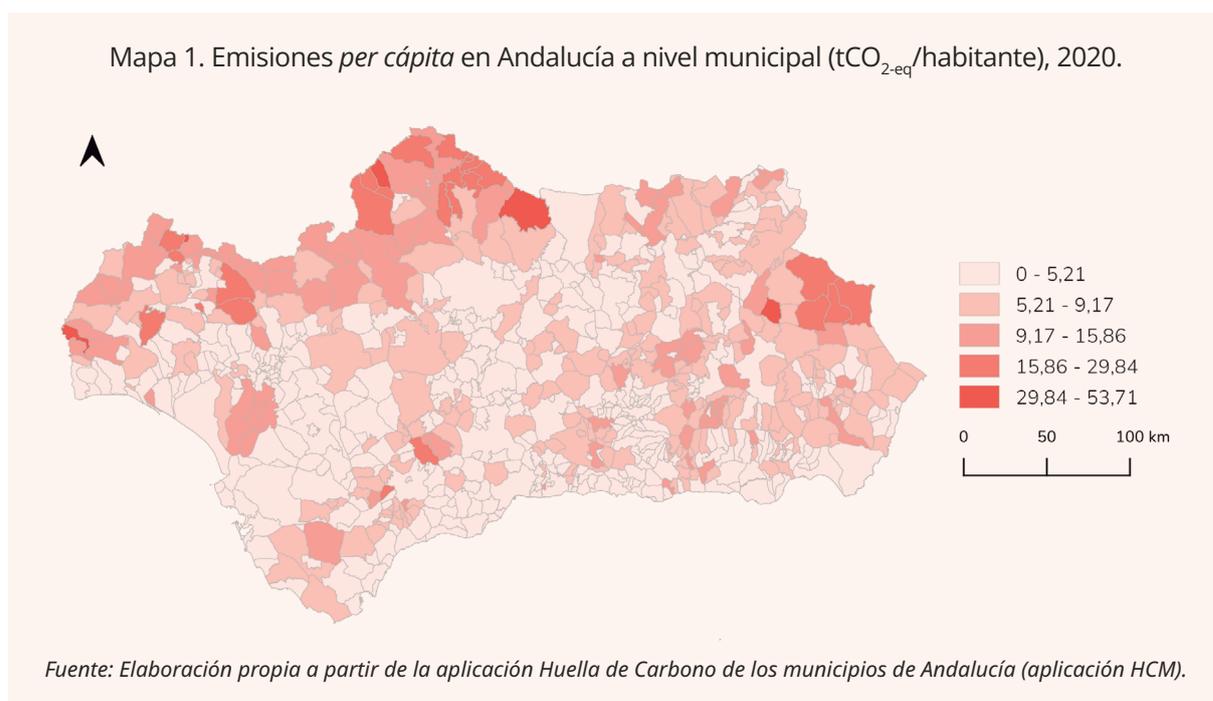
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

3.4.1. EMISIONES PER CÁPITA EN EL ÁMBITO MUNICIPAL

Las emisiones *per cápita* ponen de manifiesto algunas situaciones municipales con características particulares, sobre todo relaciones inversas entre tamaño de la población y emisiones por habitante. En la mayoría de los casos, esto se debe a la existencia de una importante actividad agroganadera en el municipio. Sin embargo, hay casos en los que la justificación se debe a características particulares del municipio en cuestión.

Como se puede observar en los siguientes mapas de emisiones *per cápita* más elevadas se localizan al norte de Andalucía y en municipios que no destacan por especialmente poblados, en zonas de sierra de Córdoba, Granada y, especialmente, Huelva, hasta tal punto que, de los 10 municipios con mayores emisiones *per cápita*, todos con emisiones por encima de las 26 tCO_{2-eq}/habitante, únicamente, Montejaque (Málaga) está más al sur, aunque también localizado en zonas serranas (Serranía de Ronda).

En casi todos estos municipios se da la circunstancia que la cabaña ganadera local es el principal responsable de estas emisiones elevadas.



En cambio, algunos municipios más o menos grandes, caso de San Fernando (95.001 habitantes), La Línea de la Concepción (63.630 habitantes) o Rincón de la Victoria (48.768 habitantes), según los datos del Padrón municipal para el año 2020 (SIMA-IECA), presentan emisiones *per cápita* muy por debajo de la media andaluza, incluso algunos de ellos entre los 10 municipios andaluces que están por debajo de las 2 tCO_{2-eq}/habitante; San Fernando y Rincón de la Victoria 1,97 tCO_{2-eq} *per cápita*.

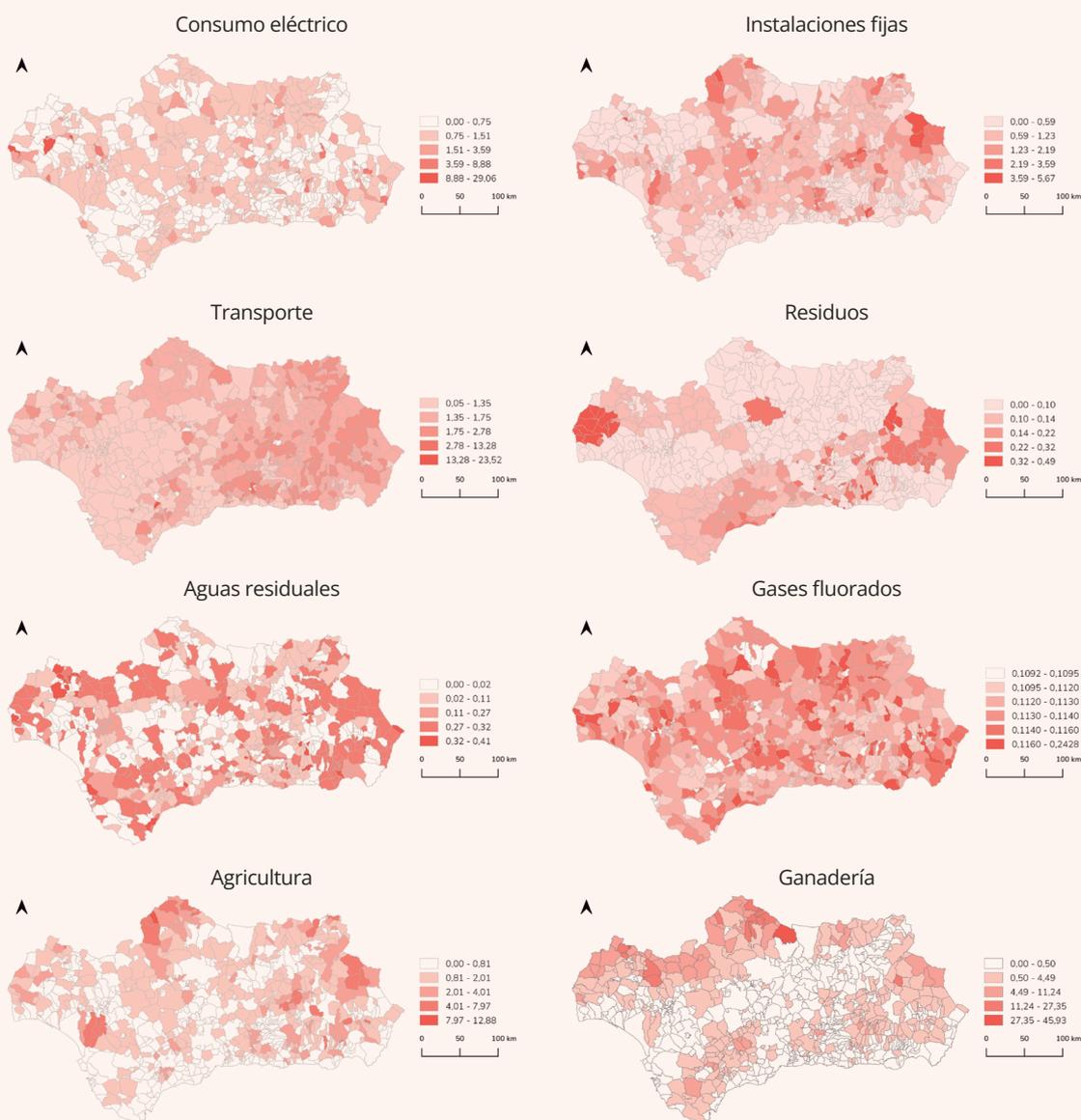
Igualmente, algunas capitales andaluzas con emisiones globales muy elevadas presentan emisiones *per cápita*, en algunos casos, bastante moderadas. Así de las tres capitales que superan el millón de toneladas de CO₂ de emisiones globales, solo Córdoba está por encima de la media andaluza con 4,54 tCO_{2-eq}/habitante, mientras que Sevilla (3,45 tCO_{2-eq}/habitante) y, especialmente, Málaga (2,99 tCO_{2-eq}/habitante), están por debajo.

Por otro lado, en cuanto a la distribución territorial en Andalucía de las emisiones sectoriales *per cápita* es destacable que las emisiones derivadas del sector transporte, al ser el sector con mayores emisiones en Andalucía, presenta una implantación homogénea en toda la región, aunque con un desplazamiento hacia Andalucía oriental en los municipios con mayores emisiones *per cápita*.

Del resto de sectores, en las emisiones del sector de residuos se observa una concentración en el sur y noroeste de Andalucía, especialmente, en municipios al noroeste de Huelva y norte de Almería con elevadas tasas de emisión. En cuanto a las aguas residuales, es el sector con mayor número de poblaciones en el tramo más alto de emisiones *per cápita* de todos los sectores.

Por último, la ganadería presenta una concentración de sus emisiones en la Sierra Morena occidental, desde Huelva hasta Córdoba.

Mapa 2. Emisiones municipales *per cápita* (tCO_{2-eq}/habitante) por sectores, 2020.



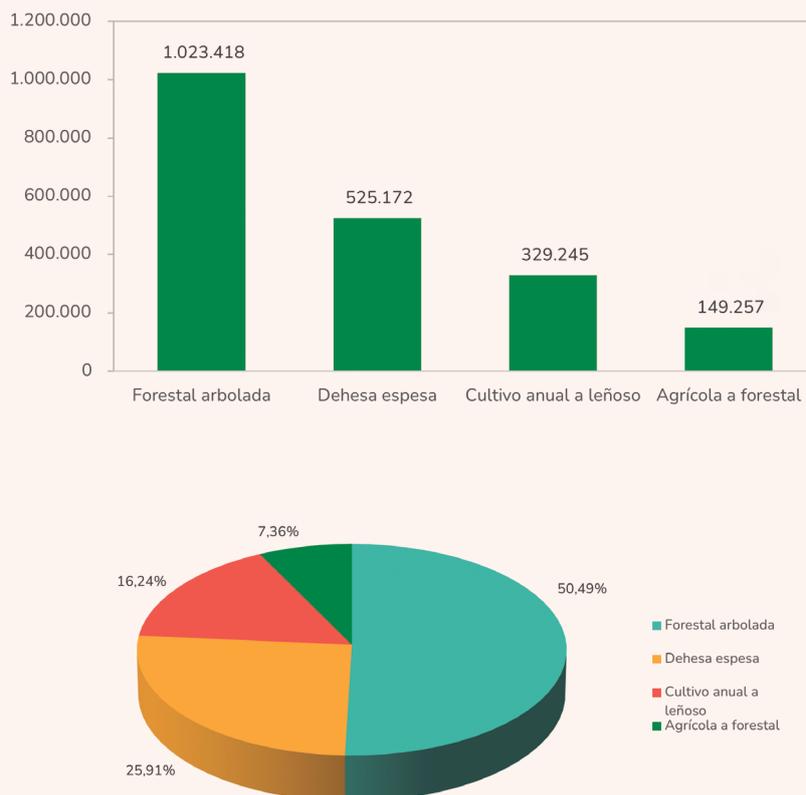
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.5. CAPACIDAD DE SUMIDERO

La capacidad de sumidero de Andalucía se calcula en base al censo forestal elaborado periódicamente por la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. La última edición cargada en la aplicación HCM es del año 2012, de ahí que la capacidad de sumidero de los municipios andaluces se haya mantenido constante desde ese año.

En 2020 el total de superficie de Andalucía que actúa como sumidero de CO₂ es de 2.027.091 hectáreas. De entre los usos del suelo, las formaciones forestales arboladas suponen el 50,5% del total de superficie andaluza con capacidad de absorción de CO₂. Le siguen en importancia la dehesa espesa (25,9%) y la superficie cultivo anual que pasa a leñoso (16,2%). Por último, la superficie agrícola que pasa a forestal solo supone el 7,4% del total de la superficie andaluza que actúa como sumidero de CO₂.

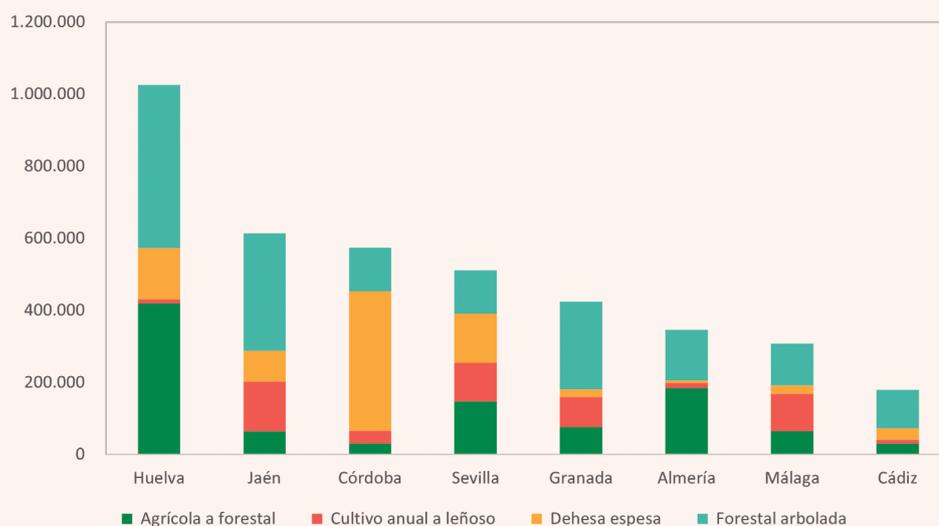
Gráfico 56. Superficie (ha) por usos de suelo en Andalucía en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Esta distribución superficial tiene su reflejo directo en la cantidad anual de absorciones en Andalucía. Así, las absorciones totales suponen 3.976.571 tCO_{2-eq}, equivalentes a 1,96 tCO_{2-eq} por hectárea de sumidero, destacando las absorciones derivadas de la superficie forestal arbolada que supone un total de 1.623.810 tCO_{2-eq} (40,8%), seguida de la superficie agrícola transformada a forestal con 1.012.457 tCO_{2-eq} (25,5%). Entre ambas suponen el 66,3% del total de las absorciones andaluzas. La superficie con menor cantidad de absorciones anuales es la dedicada a cultivos anuales que pasan a leñoso con 507.037 tCO_{2-eq} (12,8%).

Gráfico 57. Absorciones totales (tCO_{2-eq}) por tipo de uso de suelo y provincia en 2020.



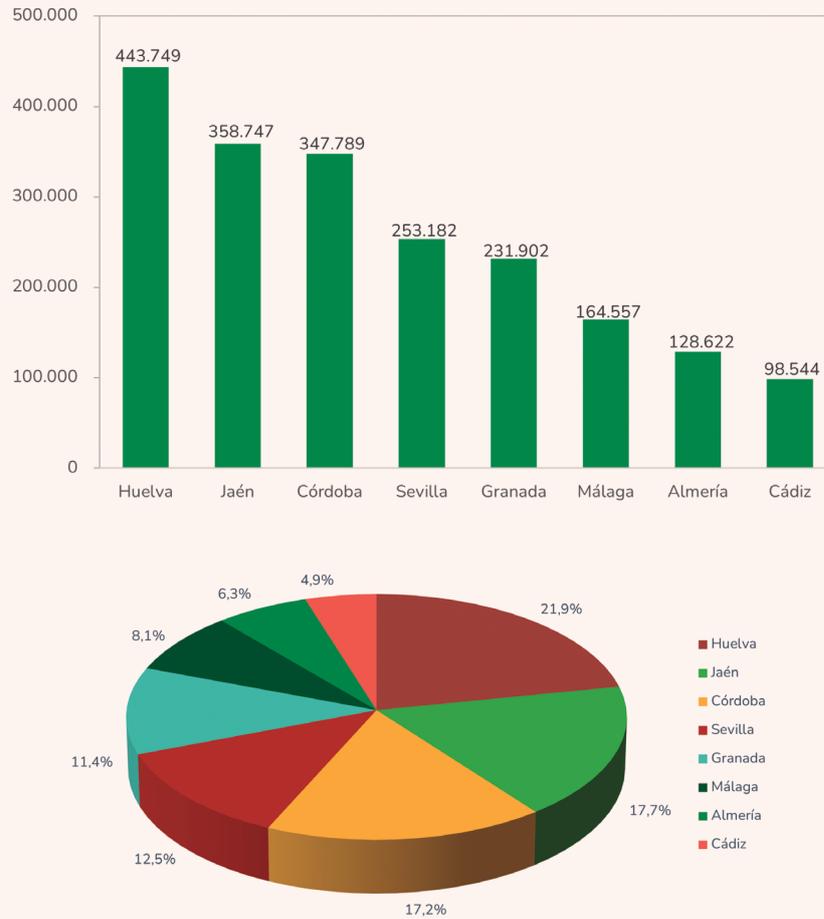
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Sin embargo, la capacidad de absorción, medida en tCO_{2-eq}/hectárea, indica que las superficies agrícolas transformadas a forestal presentan una capacidad de sumidero muy superior al resto de superficies. Así este tipo de superficies tiene una capacidad de absorción de 6,78 tCO_{2-eq}/hectárea, muy alejada del resto de superficies que disponen de capacidades en torno 1,5-1,6 tCO_{2-eq}/hectárea.

3.5.1. CAPACIDAD DE SUMIDERO POR PROVINCIA

La capacidad de sumidero en Andalucía está íntimamente ligada a la distribución de la vegetación a nivel provincial, lo que genera una elevada variabilidad entre las provincias. Huelva con 443.749 hectáreas es la provincia andaluza con mayor superficie vegetal con capacidad para actuar como sumidero de CO₂, lo que supone el 21,9% del total superficial andaluz. Por su parte, Cádiz con 98.544 hectáreas, solo el 4,9% de la superficie total, es la que dispone de menos superficie. Jaén y Córdoba son otras dos provincias con importante presencia de superficie con capacidad de sumidero, concretamente el 17,7 y 17,2%, respectivamente.

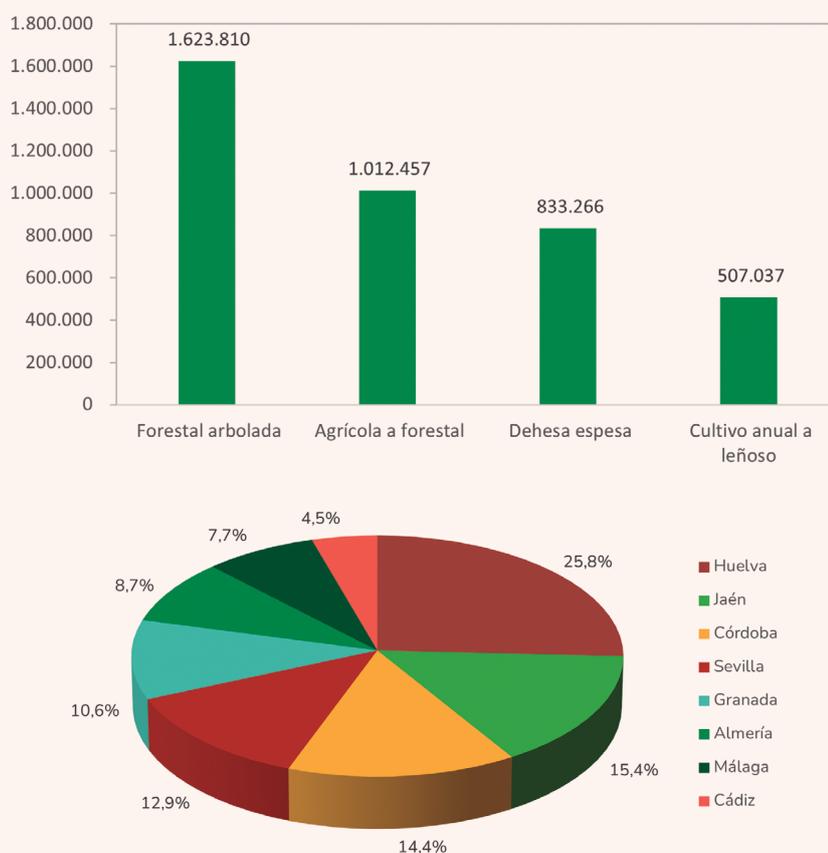
Gráfico 58. Superficies (ha) de sumidero por provincias en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Es lógico suponer que Huelva es la provincia andaluza con las mayores absorciones totales en el cómputo de la distribución provincial. En total dispone de 1.024.723 tCO_{2-eq} de absorciones, lo que equivale al 25,8% del total andaluz, valores muy por encima del resto de las provincias. Jaén le sigue a bastante distancia con 613.215 tCO_{2-eq} y el 15,4% de las absorciones totales, mientras que Cádiz con 178.881 tCO_{2-eq} y el 4,5% es la provincia con menores absorciones disponibles.

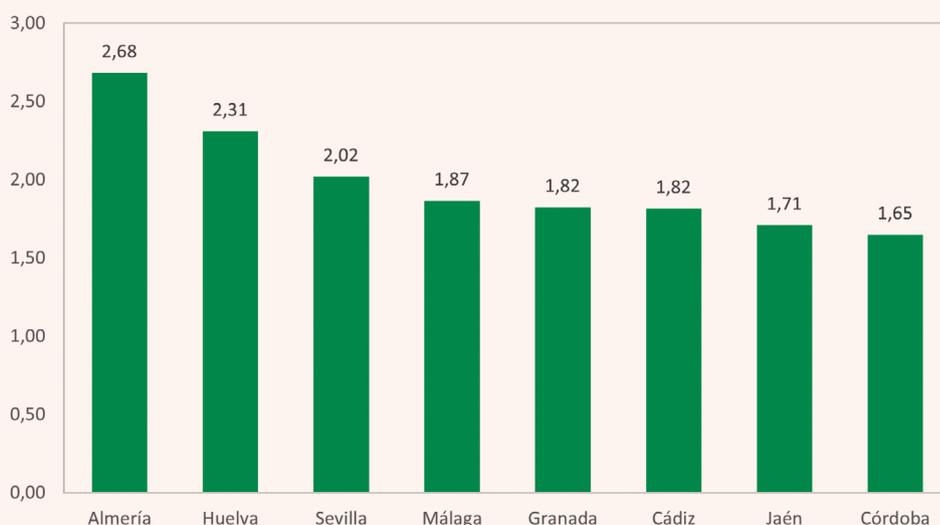
Gráfico 59. Absorciones provinciales totales (tCO_{2-eq}) por sectores en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Sin embargo, desde el punto de vista de la capacidad de absorción, relación entre la superficie disponible y cantidad de absorciones totales, la provincia de Almería es la que presenta una mayor relación superficie-absorciones con un valor de 2,68 tCO_{2-eq}/hectárea, seguida de Huelva (2,31 tCO_{2-eq}/hectárea) y Sevilla (2,02 tCO_{2-eq}/hectárea), las únicas provincias que superan las 2 toneladas/hectárea. El resto de las provincias andaluzas presentan una capacidad de absorción entre las 1,87 tCO_{2-eq}/hectárea de Málaga y las 1,65 tCO_{2-eq}/hectárea de Córdoba.

Gráfico 60. Capacidad de absorción por superficie (tCO_{2-eq}/hectárea) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

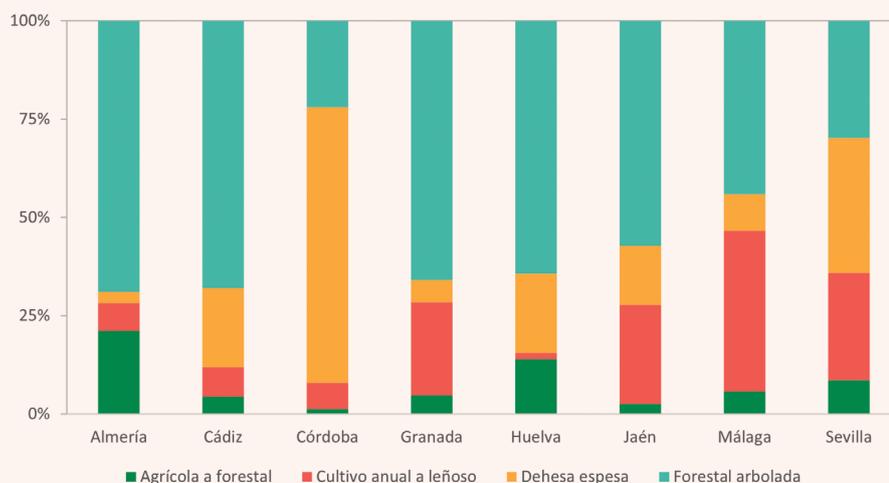
3.5.2. CAPACIDAD DE SUMIDERO POR SUPERFICIE

En el marco de las cuatro categorías de superficies contabilizadas para definir los sumideros de CO₂ en Andalucía, la distribución provincial es bastante desigual, partiendo que la superficie forestal arbolada es el sumidero predominante. Así podemos encontrar dos tipologías de superficies con una clara inclinación hacia una provincia en concreto, mientras que las otras dos tipologías de superficies presentan una distribución más homogénea entre provincias.

Por un lado vemos como la dehesa espesa está especialmente representada en Córdoba con el 46,4% de la superficie total de esta categoría en Andalucía. Por otro lado, la superficie agrícola transformada a forestal supone, en Huelva, el 41,4% del total andaluz. En el resto de las provincias la distribución es bastante menor, casi siempre por debajo del 10% de presencia territorial, si exceptuamos la dehesa espesa que en las provincias de Huelva y Sevilla supone el 17 y 16,5%, respectivamente, y la superficie agrícola transformada a forestal que en Sevilla es el 14,5% de total de este tipo de superficie en Andalucía.

En el caso de la superficie forestal arbolada está mayormente representada en las provincias de Huelva (27,9%), Jaén (20,1%) y Granada (14,9%) y un reparto muy homogéneo en el resto de las provincias (promedio del 6,6%). La superficie de cultivo anual transformada a cultivo leñoso está muy presente en cuatro provincias andaluzas; Jaén (27,5%), Sevilla (21%), Málaga (20,5%) y Granada (16,7%), mientras que en el resto de las provincias es muy residual, excepto en Córdoba que tiene el 7,1% del total andaluz de este tipo de superficie.

Gráfico 61. Distribución provincial de los usos del suelo en Andalucía en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Esta distribución de las superficies tiene su reflejo en las absorciones totales por cada tipología y provincia. Así, mientras la superficie forestal arbolada presenta absorciones, en general, por encima de las 100.000 tCO_{2-eq} en todas las provincias y, especialmente en Granada (242.505 tCO_{2-eq}), Jaén (325.960 tCO_{2-eq}) y Huelva (452.365 tCO_{2-eq}), las superficies de cultivo anual transformadas a leñoso escasamente llegan a ese umbral, solo ligeramente superado por Málaga (103.701 tCO_{2-eq}), Sevilla (106.679 tCO_{2-eq}) o Jaén (139.371 tCO_{2-eq}).

Tabla 7. Absorciones provinciales (tCO_{2-eq}) por tipo de superficie en 2020.

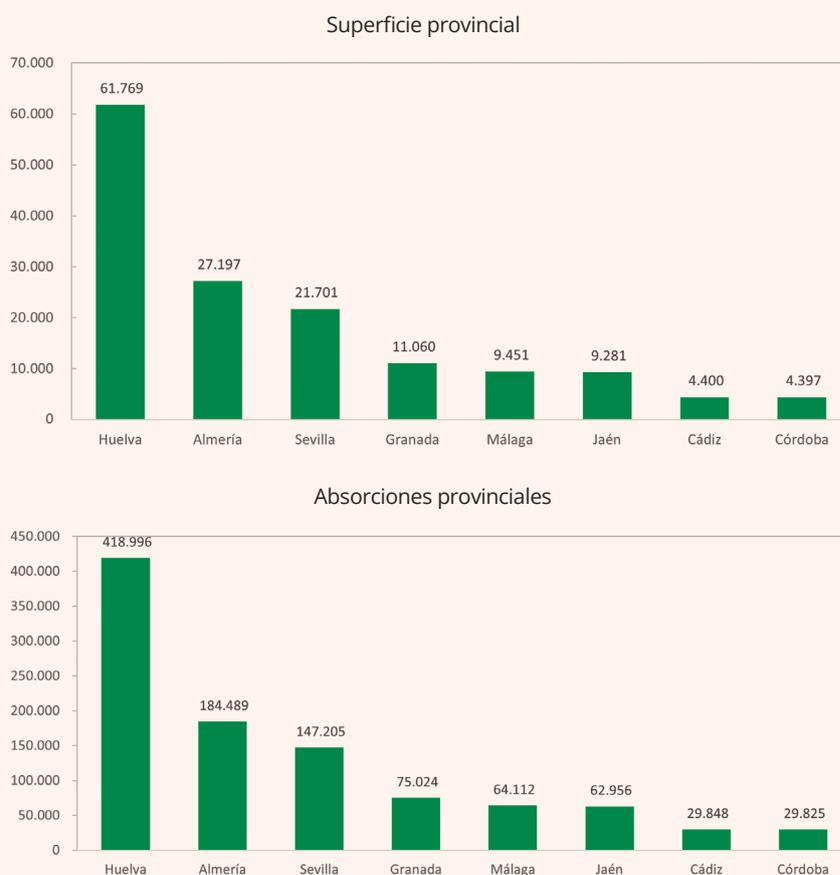
Provincia	Forestal arbolada	Dehesa espesa	Cultivo anual a leñoso	Agrícolas a forestal	Total
Almería	140.553	6.016	13.934	184.489	344.993
Cádiz	106.218	31.529	11.286	29.848	178.881
Córdoba	121.309	386.445	35.999	29.825	573.578
Granada	242.505	20.606	84.722	75.024	422.858
Huelva	452.365	142.017	11.345	418.996	1.024.723
Jaén	325.960	84.928	139.371	62.956	613.215
Málaga	115.107	24.148	103.701	64.112	307.069
Sevilla	119.794	137.576	106.679	147.205	511.255
Andalucía	1.623.810	833.266	507.037	1.012.457	3.976.571

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.5.2.1. SUPERFICIE DE AGRÍCOLA A FORESTAL

El total de superficie de sumidero en Andalucía asociada a la transformación del uso agrícola a forestal es de 149.257 hectáreas, el 7,4% del total de la superficie de sumidero andaluza, que generan anualmente un total de 1.012.457 tCO_{2-eq}, lo que supone el 25,5% de todas las absorciones debido a una capacidad de sumidero muy elevada de 6,78 tCO_{2-eq}/hectárea.

Gráfico 62. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a la superficie de cultivo transformada a forestal (tCO_{2-eq}) en 2020.



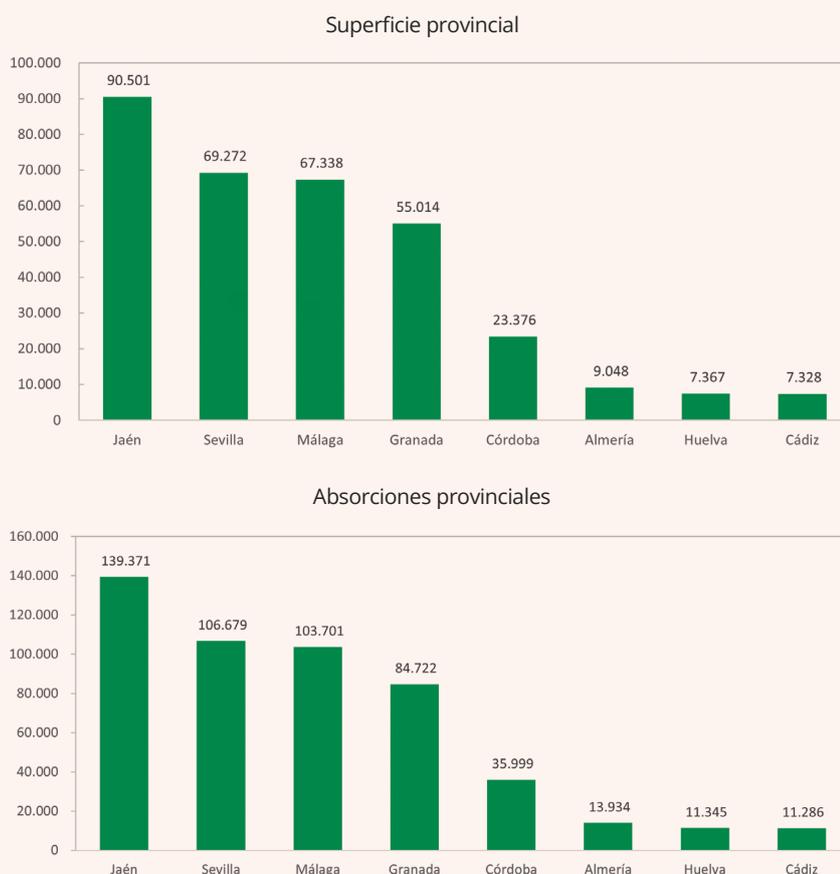
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Cabe destacar que Huelva con el 41,4% es la provincia andaluza con mayor superficie y es la responsable de 418.996 tCO_{2-eq}. Junto con Almería, 18,2% y 184.489 tCO_{2-eq}, y Sevilla, 14,5% y 147.205 tCO_{2-eq}, conforman más del 74% del total de la superficie andaluza de sumidero agrícola transformada en forestal y de las absorciones asociadas. En el lado contrario, Cádiz y Córdoba, ambas con el 2,9% de la superficie y un total de 29.848 y 29.825 tCO_{2-eq} respectivamente, son las que menos capacidad de sumidero tienen de toda Andalucía.

3.5.2.2. SUPERFICIE DE CULTIVO ANUAL A LEÑOSO

La superficie de cultivo anual transformada en leñoso es destacable con 329.245 hectáreas que supone el 16,2% del total de la superficie de sumidero en Andalucía. Esta tipología de superficie genera anualmente un total de 507.037 tCO_{2-eq}, el 12,8% de todas las absorciones.

Gráfico 63. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a cultivos leñosos (tCO_{2-eq}) en 2020.



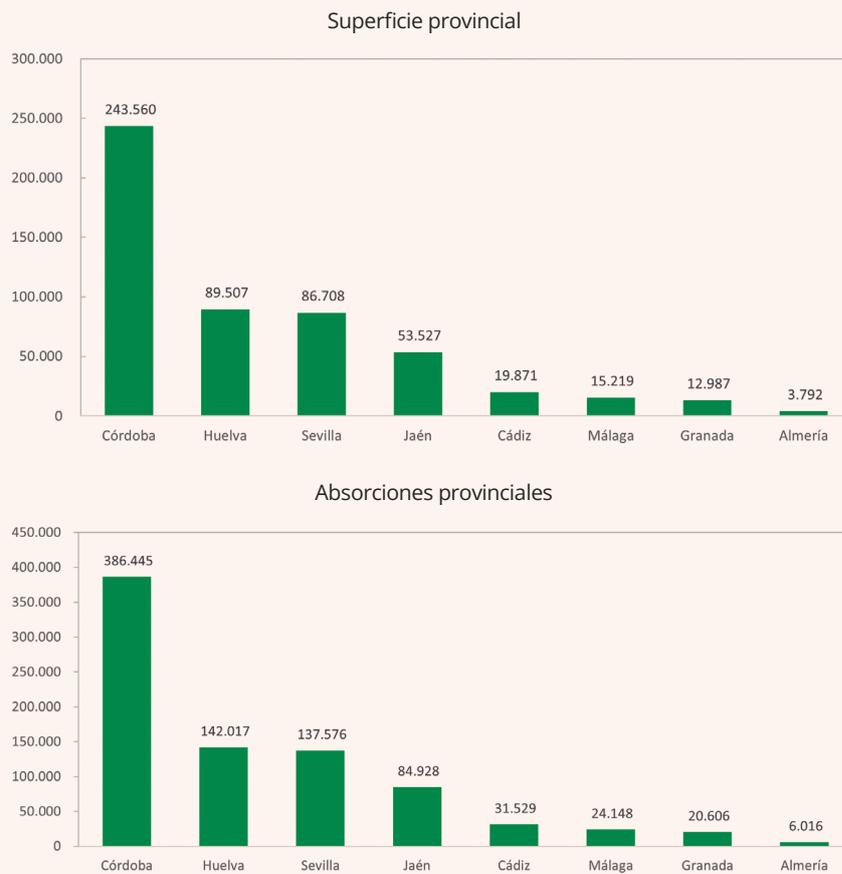
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Así vemos como Jaén con el 27,5% es la provincia andaluza con mayor superficie y es la responsable de 139.371 tCO_{2-eq}. Junto con Sevilla, 21% y 106.679 tCO_{2-eq}, y Málaga, 20,5% y 103.701 tCO_{2-eq} conforman más del 69% del total de la superficie andaluza de sumidero de cultivos anuales transformada en leñoso y de las absorciones asociadas. En el lado contrario, Cádiz y Huelva, ambas con el 2,2% de la superficie y un total de 11.286 y 11.345 tCO_{2-eq} respectivamente, son las que tienen menos capacidad de sumidero de toda Andalucía.

3.5.2.3. SUPERFICIE DE DEHESA ESPESA

La superficie de dehesa espesa en Andalucía asciende a 525.172 hectáreas, el 25,9% del total de la superficie de sumidero andaluza que genera anualmente un total de 833.266 tCO_{2-eq}, el 21% de todas las absorciones debido a una capacidad de sumidero bastante reducida de tan solo 1,59 tCO_{2-eq}/hectárea.

Gráfico 64. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a la dehesa espesa (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La provincia de Córdoba con el 46,4% es la de mayor superficie, además, de ser el porcentaje más alto de ninguna de las superficies y es la responsable de 386.445 tCO_{2-eq}. Junto con Huelva, 17% y 142.017 tCO_{2-eq}, y Sevilla, 16,5% y 137.576 tCO_{2-eq}, conforman casi el 80% del total de la superficie de dehesa espesa de Andalucía y de las absorciones asociadas. En el lado contrario, Almería con el 0,7% de la superficie y un total de 6.016 tCO_{2-eq} es la provincia con menor capacidad de sumidero asociada a esta tipología de toda Andalucía.

3.5.2.4. SUPERFICIE FORESTAL ARBOLADA

El total de superficie de sumidero en Andalucía ocupada por superficies forestales arboladas es de 1.023.418 hectáreas, el 50,5% del total de la superficie de sumidero andaluza. Generan anualmente un total de 1.623.810 tCO_{2-eq}, lo que supone el 40,8% de todas las absorciones debido a una capacidad de sumidero muy reducida 1,59 tCO_{2-eq}/hectárea.

Gráfico 65. Superficie provincial (ha) y absorciones asociadas a la superficie forestal arbolada (tCO_{2-eq}) en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

La provincia de Huelva con el 27,9% es la de mayor superficie y la responsable de 452.365 tCO_{2-eq}. Junto con Jaén, 20,1% y 325.960 tCO_{2-eq}, y Granada, 14,9% y 242.505 tCO_{2-eq}, conforman más del 63% del total de la superficie andaluza ocupada por formaciones forestales arboladas y de las absorciones asociadas. En el lado contrario, esta Cádiz con el 6,5% de la superficie y un total de 106.218 tCO_{2-eq} es la que tiene menos capacidad de sumidero de toda Andalucía.

3.6. ENERGÍAS RENOVABLES

El análisis de las energías renovables difiere de lo anteriormente expuesto, ya que no incluye el cálculo de las emisiones o absorciones de GEI. En su lugar, contempla la estimación del consumo, en MWh, de estas energías limpias a nivel municipal, ya que se estima como un parámetro relevante para la definición de los aspectos energéticos considerados en los Planes Municipales contra el Cambio Climático (PMCC).

Cabe destacar, que no se ha realizado un análisis de la evolución de las energías renovables en el periodo 2005-2020 porque para algunas de las tecnologías, como la solar térmica, solar fotovoltaica o el consumo de biomasa, los datos comienzan a estar disponibles a partir de 2019 y, por tanto, la comparativa para el periodo completo no es viable, por lo que el análisis se circunscribe únicamente al año 2020 y su comparativa con el año 2019.

En este sentido, las energías renovables aportaron al consumo total de energía en Andalucía en 2020 20.667.099 MWh, un 3,5% más que en 2019 (19.964.386 MWh). Este consumo total equivale a 2,44 MWh/habitante año, un 3,2% más que el año anterior (2,37 MWh/habitante año).

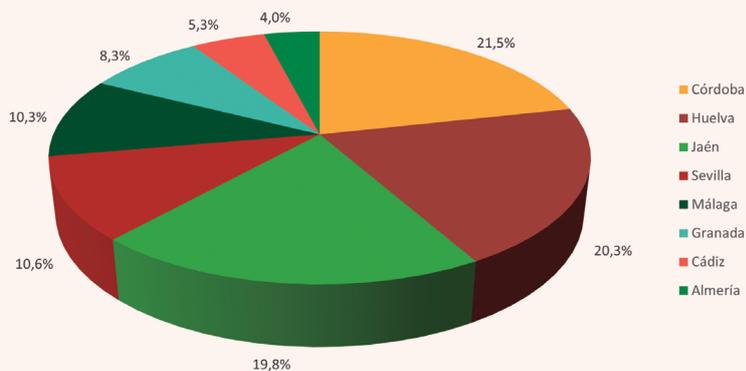
3.6.1. CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES POR PROVINCIAS

En 2020, las provincias de Córdoba, Huelva y Jaén son las que más han aportado al consumo de energías renovables (21,5, 20,3 y 19,8%, respectivamente), sobre todo por la participación de la biomasa que, entre las tres provincias aportan el 61,7% del total andaluz.

El hecho de ser provincias no especialmente pobladas implica que el consumo *per cápita* provincial también está dominado por estas mismas provincias, si bien, el orden entre ellas se modifica sustancialmente, pasando a encabezar el ranking andaluz la provincia de Huelva (8 MWh *per cápita*), muy por encima de la media andaluza y completamente asociado a la presencia de biomasa que supone el 90,5% del consumo de energías renovables de la provincia.

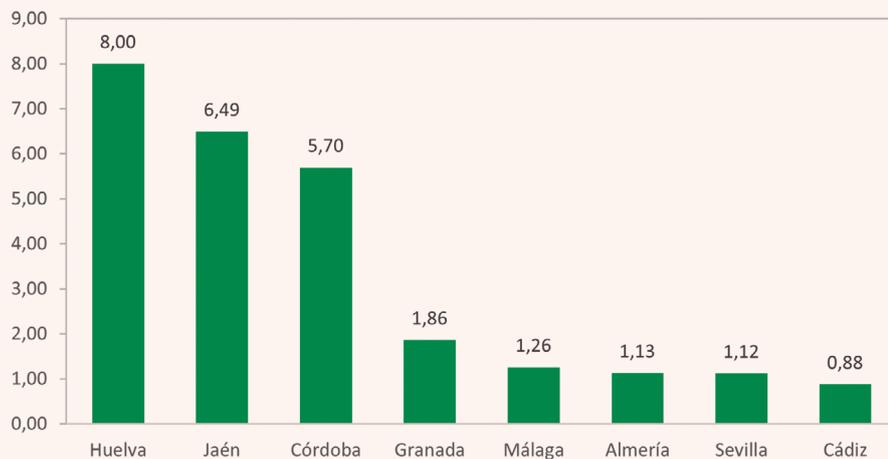
Por el lado contrario, Cádiz y, especialmente, Almería son las provincias que menos aporte anual tienen al consumo *per cápita* de energías renovables con el 5,3 y 4,0%, respectivamente. Cádiz presenta los valores más bajos de toda Andalucía, con sólo 0,88 MWh/habitante, en parte debido a la escasa presencia de biomasa a nivel provincial como fuente energética renovable (0,32 MWh/habitante), muy por debajo de la media andaluza (1,78 MWh/habitante), incluso superada en esta provincia por la aportación de la fracción biogénica de combustibles de automoción (0,36 MWh/habitante).

Gráfico 66. Consumo provincial de energías renovables (MWh), 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 67. Consumo per cápita de energías renovables (MWh/habitante), 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Con respecto al 2019, las provincias que más han crecido en consumo de energía renovables son Almería, Sevilla y Cádiz con un 9%, 8,5% y 6,8%, respectivamente. Este crecimiento se debe, principalmente, a un crecimiento combinado entre el despliegue de la energía fotovoltaica, que en las tres provincias ha superado con creces el 100% de crecimiento, llegando en Sevilla al 160,5%, y al consumo energía eléctrica de origen renovable, que en las tres provincias ha estado entre el 58-68% de crecimiento. En otras provincias, se han producido crecimientos importantes de alguna de estas dos tecnologías, pero de forma individual, caso de Jaén y la energía fotovoltaica (156,6%) o Huelva y el consumo de energía eléctrica de origen renovable (65,2%).

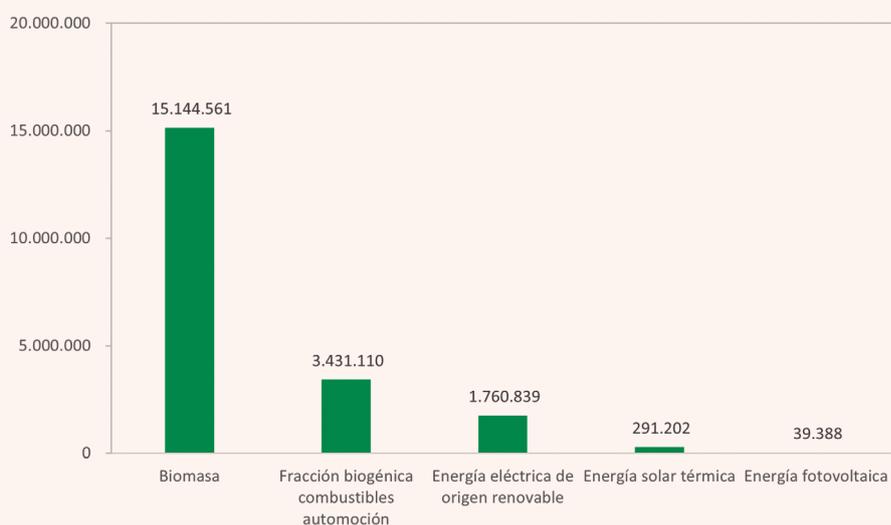
Las provincias con un menor crecimiento han sido Jaén (2%) y, especialmente, Huelva (1,5%), a pesar de que en 2019 y 2020 han estado a la cabeza del consumo provincial de energías renovables en Andalucía, con valores por encima de los 4.000.000 MWh. Esto se debe a que ambas provincias son las mayores consumidoras de biomasa, y dicha fuente presenta una variación interanual muy poco significativa. En el caso de Huelva es llamativo el mínimo aumento de la energía fotovoltaica, con solo un 1,1% más que en 2019, el más bajo con mucha diferencia de esta tecnología en todas las provincias.

3.6.2. CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES POR FUENTES

El aporte de la biomasa como fuente de energía renovable ha supuesto el 75,5% en 2020 y el 73,3% en 2019, con más de 15 millones de MWh en cada año y una tasa de crecimiento interanual del 0,5%. Le sigue ya a mucha distancia la fuente fracción biogénica de los combustibles de automoción con 3.431.110 MWh de consumo en 2020, el 16,6% del total del consumo anual y una tasa de variación con relación al año anterior de -0,9%.

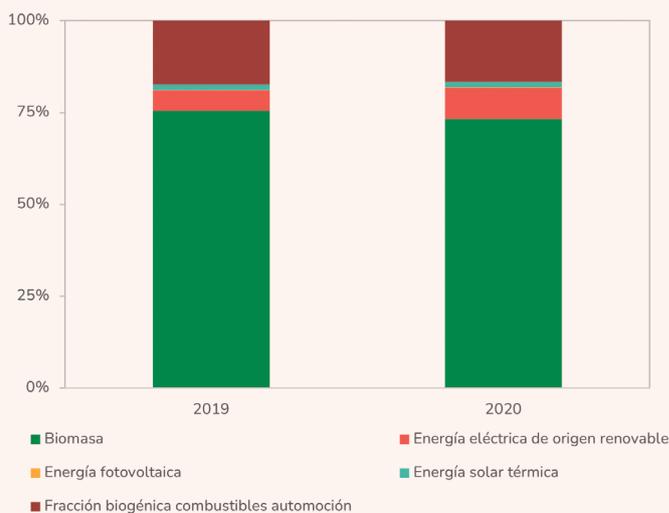
Por el contrario, el aporte de la energía fotovoltaica ha sido residual en toda la Comunidad Autónoma con solo el 0,2% del total renovable, si bien con relación a 2019 su crecimiento ha sido llamativo con un 96,4% de aumento interanual. La energía eléctrica de origen renovable, aun siendo en 2020 un aporte poco relevante en el contexto del consumo total de energías renovables (8,5%), también ha experimentado un crecimiento anual muy elevado, alcanzando el 58% con relación al año anterior.

Gráfico 68. Consumo de energía renovable (MWh) por fuentes en Andalucía en 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Gráfico 69. Participación de las energías renovables (MWh) en 2020 y 2019 en Andalucía.



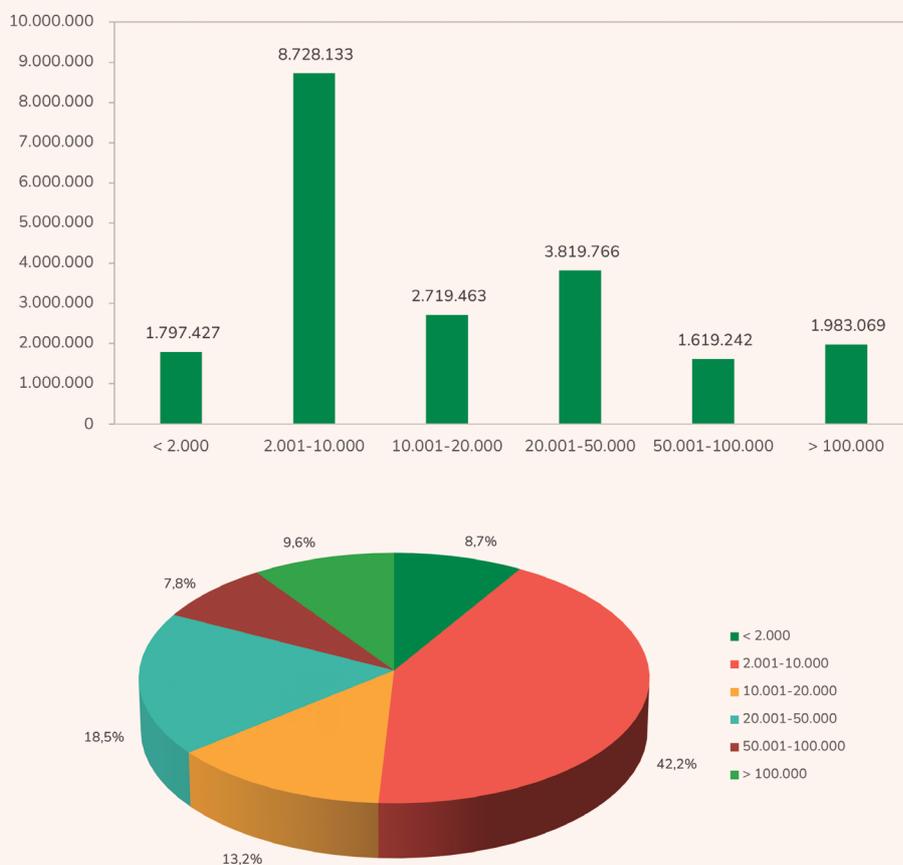
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

3.6.3. CONTEXTO MUNICIPAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En cuanto al ámbito municipal y manteniendo un análisis de contexto territorial por tamaños de población, como ya se ha introducido previamente (4.3.9 Análisis municipal), destaca el consumo de energías renovables en los municipios pequeños, especialmente entre 2.000-10.000 habitantes, con un total de 8.728.133 MWh en 2020, que junto al resto de municipios de <2.000 habitantes suponen casi el 51% de toda la energía renovable consumida en Andalucía.

Por el contrario, las grandes ciudades, donde se agrupa la mayor cantidad de población de Andalucía, solo han consumido este año 1.983.069 MWh (9,6% del total). Estos datos revelan que el consumo de energías renovables en Andalucía se concentra en los núcleos rurales y es básicamente debido al peso del consumo de biomasa en dichos núcleos, como se explica más adelante en el análisis sectorial, aunque dependiendo de la fuente energética se pueden observar algunas variaciones entre ciudades medias y grandes y núcleos más pequeños.

Gráfico 70. Consumo de energías renovables (MWh) en Andalucía por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

En ámbito provincial, destacan las provincias de Córdoba, Huelva y Jaén que presentan los mayores consumos de energías renovables con 4.451.340 MWh (21,5%), 4.193.384 MWh (20,3%) y 4.193.384 MWh (19,8%), respectivamente. Estas tres provincias suponen el 61,6% del consumo de energías renovables en Andalucía.

En el caso de Córdoba, al igual que en Cádiz, el consumo se concentra en las ciudades medias (20.000-50.000 habitantes), mientras que en Huelva y Jaén se desplaza a poblaciones más pequeñas (2.000-10.000 habitantes). Este último patrón se repite en las provincias de Almería, Málaga y Granada.

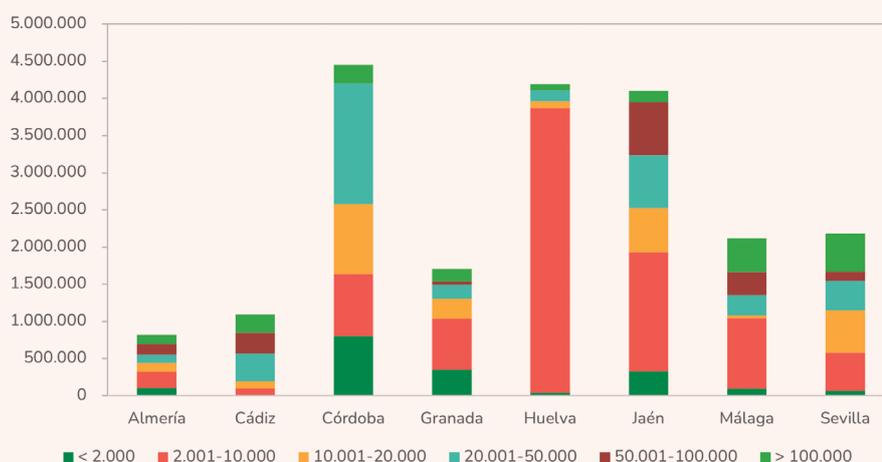
Sevilla, en cambio, presenta una distribución del consumo de energías renovables repartida con cierta similitud entre los municipios con rangos de población entre 2.000-10.000 habitantes; 10.000-20.000 habitantes y los dos grandes núcleos de población; Sevilla capital y Dos Hermanas (>100.000 habitantes).

Tabla 8. Consumos provinciales de energías renovables por rango de población, 2020.

Provincia	< 2.000	2.001-10.000	10.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	> 100.000
Almería	106.142	219.127	113.562	116.633	144.411	121.528
Cádiz	9.854	88.474	96.360	372.849	281.496	241.070
Córdoba	805.888	829.411	943.117	1.625.162		247.761
Granada	351.326	685.491	271.129	183.548	45.776	172.302
Huelva	39.300	3.832.701	92.251	148.271		80.861
Jaén	326.630	1.605.859	592.726	712.218	715.038	146.457
Málaga	93.624	951.882	37.472	269.166	309.745	457.815
Sevilla	64.662	515.187	572.846	391.919	122.777	515.274

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Gráfico 71. Distribución provincial del consumo de energías renovables (MWh) por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

En el contexto sectorial, las grandes ciudades (>100.000 habitantes) presentan un mayor consumo de energías renovables que el resto de los rangos poblacionales, en la mayoría de las fuentes energéticas, menos la energía solar térmica y, especialmente, la biomasa.

La biomasa es especial porque es la energía renovable de mayor consumo en Andalucía en 2020 con 15.144.561 MWh, muy alejada de la siguiente opción tecnológica, la fracción biogénica de los combustibles de automoción, con un consumo de 3.431.110 MWh. Esta enorme diferenciación entre tecnologías condiciona cualquier tipo de análisis de consumo sectorial a nivel municipal.

Así comprobamos como la biomasa se consume, mayoritariamente, en los municipios con un rango de población entre 2.000-10.000 habitantes con 7.641.621 MWh, el 50,4% del total de esta tecnología, que sumados al 1.558.424 MWh de los municipios más pequeños (<2.000 habitantes) suponen el 60,7% del total de la biomasa consumida en Andalucía y es la principal causa de que el consumo de energías renovables se concentre en los entornos rurales y municipios pequeños (<10.000 habitantes). De hecho, el consumo de biomasa en los grandes núcleos urbanos (>100.000 habitantes) desciende notablemente hasta los 287.133 MWh, lo que representa tan solo el 1,9% del total.

En el caso de la solar térmica, el reparto del consumo es muy similar en casi todos los rangos poblacionales, exceptuando los municipios más pequeños (<2.000 habitantes) en los que el consumo es bastante menor que en el resto. Así comprobamos como los valores de solar térmica oscilan entre un máximo de 68.921 MWh (20.000-50.000 habitantes) y un mínimo de 43.202 MWh (10.000-20.000 habitantes). Resulta llamativo que las ciudades más grandes de Andalucía (>50.000 habitantes) presenten valores menores que municipios mucho más pequeños, por ejemplo; las ciudades de más de 100.000 habitantes ocupan el 3º lugar en este ranking de consumo con 54.522 MWh.

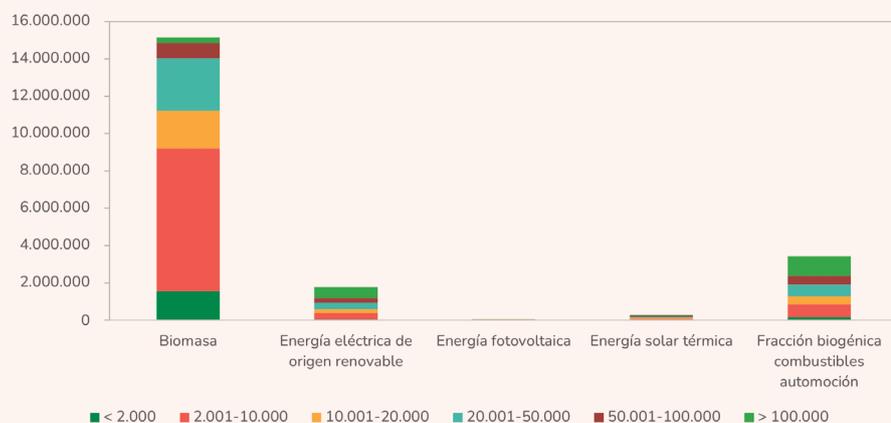
Parece evidente que hay un mayor despliegue de esta tecnología energética en los ámbitos de ciudades medias en los que el número de viviendas unifamiliares, principal destino de esta fuente energética es muy elevado en relación con las grandes ciudades en las que hay una importante concentración de edificios residenciales que usan otras fuentes energéticas. En el caso de los municipios más pequeños el consumo es mínimo, fundamentalmente, por el escaso número de viviendas existentes en estos núcleos de población que limita el despliegue de la solar térmica, además de otras potenciales razones, sobre todo económicas.

Tabla 9. Consumo sectorial de energías renovables por rangos de población, 2020.

Sectores	< 2.000	2.001-10.000	10.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	> 100.000
Biomasa	1.558.424	7.641.621	2.020.512	2.802.776	834.095	287.133
Energía eléctrica de origen renovable	55.746	336.098	209.610	319.602	262.460	577.323
Energía fotovoltaica	2.663	10.876	5.758	6.654	1.878	11.560
Energía solar térmica	10.963	68.042	43.202	68.921	45.552	54.522
Fracción biogénica combustibles automoción	169.631	671.496	440.381	621.813	475.258	1.052.531

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

Gráfico 72. Distribución del consumo de energías renovables (MWh) en Andalucía por rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

En todas las provincias, excepto Almería y Cádiz, coinciden las tres principales fuentes de consumo de energías renovables; biomasa, seguida de la fracción biogénica de combustibles de ignición y de la energía eléctrica de origen renovable, aunque no hay un patrón similar en el consumo por tecnologías y rangos de población.

Así comprobamos como en casi todas las provincias, a excepción de Córdoba y Sevilla, el consumo de biomasa se concentra en municipios pequeños, sobre todo entre 2.000-10.000 habitantes, tal y como indica el patrón andaluz y originado por el sesgo del consumo de biomasa a nivel general. Destaca por encima del resto de las provincias el caso de Huelva donde el 97,7% del consumo de biomasa se concentra en municipios entre 2.000-10.000 habitantes. En la provincia de Sevilla el consumo de biomasa se reparte casi igualmente entre municipios menores de 10.000 habitantes y entre 10.000-20.000 habitantes, superando ligeramente este rango al anterior.

El consumo de la fracción biogénica de los combustibles de automoción si presenta una correlación más directa con la distribución de la población en cada provincia. En aquellas provincias cuya población se concentra en grandes ciudades como Sevilla, Málaga y, especialmente, Cádiz, el consumo es muy superior al resto de los municipios de estas provincias.

En conjunto, el consumo total de las grandes ciudades andaluzas (>100.000 habitantes) asciende a 1.052.531 MWh lo que equivale al 30,7% del consumo total de esta fuente energética en toda Andalucía. Destacan las grandes ciudades como Sevilla y Málaga, que conjuntamente, representan el 51,3% del total del consumo de esta fuente en Andalucía para este rango poblacional.

Por otro lado, en las provincias de Granada, Huelva y Jaén el mayor consumo se desplaza hacia los municipios entre 2.000-10.000 habitantes, mientras que, en Almería, este consumo está totalmente relacionado con las poblaciones de Roquetas de Mar y El Ejido (50.000-100.000 habitantes).

En cuanto al consumo de energía eléctrica de origen renovable, directamente relacionado con la población, tampoco se mantiene un patrón común en la mayoría de las provincias, aunque sí guardan ciertas similitudes entre varias de ellas. En Sevilla, Málaga y Córdoba el consumo se realiza en mayor medida en las grandes ciudades (>100.000 habitantes). En cambio, en Huelva y Jaén el consumo es mayor en los municipios pequeños (2.000-10.000 habitantes), mientras que en Cádiz y Almería se reparte casi por igual entre dos rangos de población; en Cádiz, por la importante presencia de ciudades medias y grandes, se concentra en estos rangos por encima de los 50.000 habitantes, y en Almería en municipios pequeños (2.000-10.000 habitantes) y los dos núcleos urbanos entre 50.000-100.000 habitantes.

Por último, las fuentes energéticas solar térmica y fotovoltaica tienen una escasa presencia aún en 2020 en todo el territorio andaluz y su aporte al consumo total es mínimo. Este despliegue tiene su refrendo en la presencia provincial de estas fuentes, mínimamente significativo en el caso de solar térmica en Cádiz, bastante repartida en todos los rangos de población excepto los municipios muy pequeños con poca implantación provincial, y Sevilla, donde se concentra en ciudades pequeñas y medias (entre 2.000-50.000 habitantes), y alguna presencia en los grandes municipios de Almería y Málaga. La solar fotovoltaica en 2020 aún es un aporte testimonial en todos los rangos de población y provincias andaluzas. Ya se ha explicado anteriormente la relación existente entre solar térmica y viviendas unifamiliares, que, en el caso de la fotovoltaica, más allá de la implantación en parques solares sobre suelo o edificios, está también muy presente.

Gráfico 73. Distribución por provincias del consumo de energías renovables (MWh) por tecnologías y rangos de población, 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM) y del Padrón municipal de habitantes del INE, 2020.

3.6.3.1. DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL DEL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES

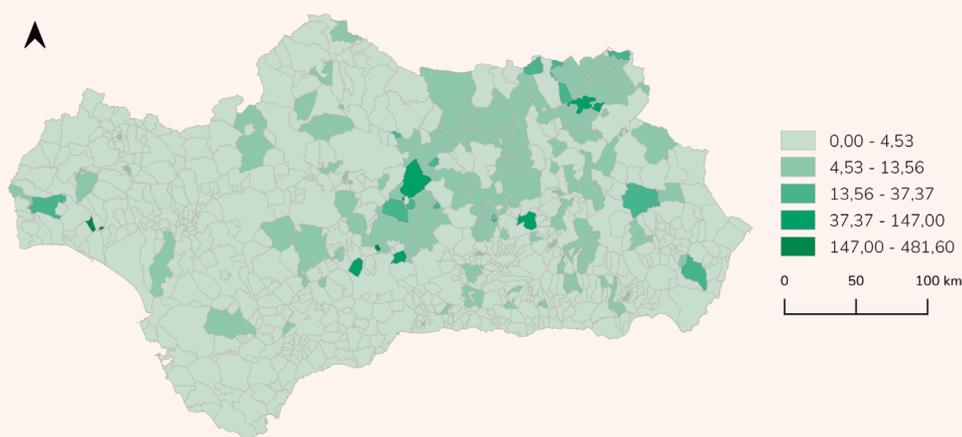
Se presenta, a continuación, un análisis cartográfico del consumo de energías renovables *per cápita* con el objeto de conocer, por un lado, aquellos municipios que destacan por presentar características específicas que los diferencian del resto de municipios andaluces y, por otro, la distribución territorial del consumo de energías renovables en Andalucía, tanto del consumo total, como por cada fuente energética; biomasa, energía eléctrica de origen renovable, energías fotovoltaica y solar térmica y fracción biogénica de combustibles fósiles.

Llaman la atención, particularmente, algunos municipios que presentan valores muy elevados de consumo de energías renovables *per cápita*, muy por encima de la media regional y provincial concentrados, especialmente, en la zona oriental andaluza.

Así municipios nororientales de la provincia de Jaén; Villanueva del Arzobispo, Castellar o Villarrodrigo, del centro y norte de Granada; Píñar y Cúllar, del sur de la provincia de Córdoba y norte de Málaga; Baena, Cabra, Lucena, Zuheros, Palenciana, Fuente de Piedra y Villanueva de Algaida, e incluso, del sureste de Almería; Sorbas, presentan consumos *per cápita* muy elevados, que en la mayoría de los casos superan los 20-25 MWh/habitante, llegando incluso en casos como Fuente de Piedra (147,03 MWh/habitante), Villanueva de Algaidas (67,81 MWh/habitante) o Villanueva del Arzobispo (64,61 MWh/habitante) a ser los más altos de toda Andalucía.

Estos valores tan llamativos son el resultado de la presencia en muchos de estos municipios de instalaciones industriales generadoras de electricidad a partir de la biomasa, procedente en algunos casos de los subproductos del olivar (orujo, orujillo, hueso de aceituna, ...).

Mapa 3. Consumo municipal *per cápita* de energía renovable (MWh/habitante), 2020.



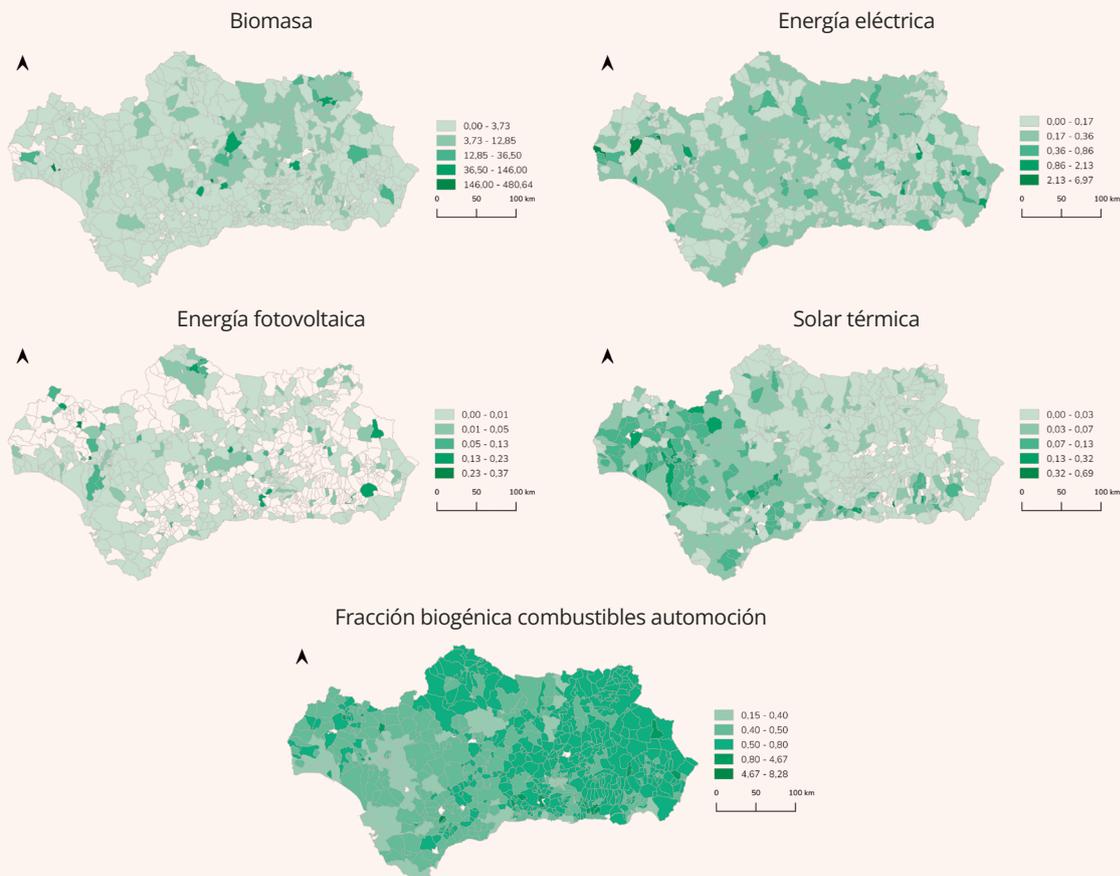
Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Como ya se ha indicado anteriormente, el consumo de energías renovables a nivel municipal está muy influenciado por el uso de biomasa. Tal es así que la distribución territorial de las energías renovables en su conjunto y de la biomasa son casi completamente coincidentes cartográficamente y que los municipios con los mayores consumos anuales de energías renovables dependen mayoritariamente del aporte anual de esta fuente energética.

Por regla general, su implantación territorial está fuertemente relacionada con la presencia del cultivo del olivar y sus industrias derivadas en las provincias de Córdoba y Jaén y de una importante cobertura forestal local; entorno de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, Sierra Norte de Málaga, Sierras Subbéticas, etc.

En todos estos municipios con los consumos *per cápita* más elevados, la biomasa supone más del 90% de ese consumo renovable, llegando en algunos municipios a superar el 95-96%.

Mapa 4. Consumo municipal *per cápita* de energía renovable por fuentes, (MWh/habitante), 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación Huella de Carbono de los municipios de Andalucía (aplicación HCM).

Por último, cabe destacar que la distribución municipal del resto de las fuentes si presenta variaciones sustanciales en relación con el patrón general de las emisiones *per cápita* de tal forma que para cada fuente se observa una distribución territorial bastante diferenciada. Así la energía eléctrica de origen renovable tiene una distribución bastante homogénea a nivel municipal sin grandes zonas con picos muy elevados, más allá de algunos municipios muy concretos, caso de El Granado, Calañas o Gerena.

La distribución territorial del consumo de energía eléctrica de origen renovable y de la fracción biogénica de los combustibles de automoción está determinada por el consumo de las fuentes de energía de las que se obtienen ya que su cálculo proviene de aplicar un porcentaje a la energía eléctrica o a los combustibles de automoción consumidos, según la metodología de cálculo implementada en la aplicación HCM.

Por otro lado comprobamos que la energía solar fotovoltaica actualmente posee un escaso consumo andaluz, ya que los municipios con mayores consumos *per cápita* no sobrepasan los 0,37 MWh/habitante y su distribución es bastante aleatoria en el territorio andaluz. En cuanto al consumo de la energía solar térmica, ésta se concentra especialmente en municipios de las provincias de Huelva, Sevilla y Málaga, mientras que la fracción biogénica de combustibles de automoción lo hace en Andalucía oriental (Córdoba Granada, Jaén y Almería).



4.

Glosario y acrónimos de referencia

4.1. GLOSARIO

- **Fracción biogénica de los combustibles.** Combustibles líquidos o gaseosos de origen renovable, procedentes de la biomasa y destinados al transporte. Se utilizan como sustitutos (puros o mezclados en distintas proporciones) o aditivos de los carburantes convencionales: gasóleos y gasolinas.
- **Biomasa.** Materia orgánica susceptible de ser utilizada como fuente de energía.
- **Cambio climático.** Variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc., a muy diversas escalas de tiempo.
- **Capacidad de absorción.** Posibilidad de retención de CO₂ o de otros gases de efecto invernadero.
- **Clasificación climática de Köppen.** Proyección climática sobre el comportamiento del clima en el mundo. Identifica 5 tipos de clima principales que se subdividen en treinta clases con una serie de letras.
- **Conferencia de las Partes.** Cumbre anual que realiza la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- **Cultivos leñosos.** Cultivos que ocupan el terreno durante largos periodos y no necesitan ser replantados después de cada cosecha. Incluye tierras ocupadas por árboles frutales, nogales y árboles de fruto seco, olivos, vides, etc., pero excluye la tierra dedicada a árboles para la producción de leña o madera.
- **Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.** Hoja de ruta para avanzar hacia la neutralidad climática en el horizonte 2050, con hitos intermedios en 2030 y 2040.
- **Huella de carbono.** Medida que cuantifica la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos de manera directa o indirecta por una persona, producto, empresa u organización.
- **Índice de calentamiento global.** Valoración de la variación de la temperatura a lo largo de un periodo analizado.
- **Potencial de calentamiento global.** Medida que determina la contribución de un determinado gas de efecto invernadero al calentamiento global.
- **Sumidero.** Proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera los gases de efecto invernadero o uno de sus precursores, o bien un aerosol y que lo almacena.
- **Tonelada equivalente de dióxido de carbono (tCO_{2-eq}).** Medida en toneladas de gases de efecto invernadero que se transforman a unidades equivalentes mediante el potencial de calentamiento global de cada gas de efecto invernadero.

4.2. ACRÓNIMOS

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

COM: Comunicación de la Comisión Europea

COP: Conferencia de las Partes.

EDAR: Estación depuradora de aguas residuales

ELP 2050: Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

HCM: *Huella de Carbono de los Municipios de Andalucía.*

HFC: Hidrofluorocarbonos

IECA: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (de sus siglas en inglés, *Intergovernmental Panel on Climate Change*)

MINCONTUR: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico

MWh: Megavatio hora.

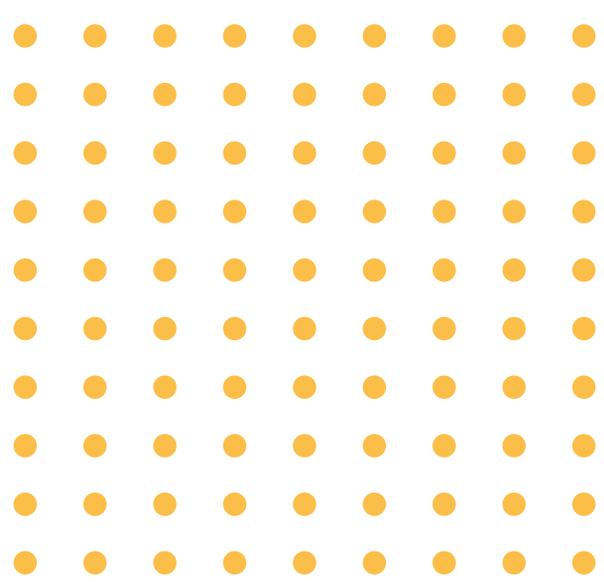
PCG: Potencial de Calentamiento Global.

PIB: Producto Interior Bruto.

PFC: Perfluorocarburos

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

SIMA: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía.



Consejería de Sostenibilidad,
Medio Ambiente y Economía Azul

Dirección General de Sostenibilidad Ambiental
y Cambio Climático