

Estrategia de Energía, Clima y Aire

Horizonte 2030



Índice de contenidos

PRESENTACIÓN.....	19
1. INTRODUCCIÓN.....	24
1.1 Contexto internacional.....	26
1.2 Unión Europea.....	33
1.3 España.....	43
1.4 Marco de la Comunidad de Madrid.....	53
1.4.1 Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid.....	53
1.4.2 Plan Azul+ de la Comunidad de Madrid.....	54
1.4.3 Plan Energético 2016-2020.....	56
1.4.4 Plan Estratégico de Canal de Isabel II.....	56
1.4.5 Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.....	59
1.4.6 Otros planes relacionados con el cambio climático.....	60
2. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID.....	62
2.1. Situación actual de la Comunidad de Madrid.....	62
2.1.1 Marco socioeconómico y geográfico.....	62
2.1.2 Diagnóstico energético.....	66
2.1.3 Diagnóstico de la Calidad del Aire.....	91
2.1.4. Diagnóstico climático.....	114
2.2. Escenarios tendenciales de Energía, Clima y Calidad del Aire.....	125
2.2.1 Escenario Tendencial de Energía - 2030.....	125
2.2.2 Escenario Tendencial de las emisiones a la atmósfera 2030.....	136
2.2.3 Escenario Tendencial Clima 2030.....	145
2.3 Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización.....	152
2.4 Conclusiones del diagnóstico.....	154
3 . BASES DE LA ESTRATEGIA.....	157
3.1. Análisis Estratégico.....	159
3.1.1. Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.....	159
3.1.2. Orientación en el diseño de las medidas (CAME).....	164
3.2. Identificación de los sectores relevantes.....	169
3.2.1. Sector de Transporte y movilidad: situación y barreras.....	169



3.2.2.	Sectores residencial, comercial e institucional: situación y barreras....	172
3.2.3.	Sectores de la energía, la industria, las <i>utilities</i> y los residuos: situación y barreras	173
3.2.4.	Agricultura y medio natural: situación y barreras	175
4.	DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	178
4.1.	Papel de la Administración Autonómica en la Estrategia.....	179
4.2.	Misión y Visión: Descarbonizar para seguir creciendo.....	181
4.3.	Valores de la estrategia.....	181
4.4.	Estudio del nivel de ambición de la Estrategia.....	183
4.5.	Objetivos Estratégicos Horizonte 2030	185
4.5.1.	Establecimiento de los objetivos estratégicos	185
5.	ÁREAS DE ACTUACIÓN	193
5.1.	Áreas de Actuación en el Sector del Transporte y la movilidad.....	193
5.2.	Áreas de Actuación en el Sector Residencial, comercial e institucional.....	196
5.3.	Áreas de Actuación en el Sector de la energía, la industria y las <i>utilities</i> (agua y residuos).....	198
5.4.	Áreas de actuación del sector de la agricultura y el medio natural	202
5.5.	Áreas de actuación transversales.....	208
5.6.	Equivalencia DAFO-CAME-áreas de actuación.....	212
6.	EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA	230
6.1.	Ejecución de la Estrategia.....	230
6.2.	Gobernanza de la Estrategia	232
6.3.	Fuentes de financiación	235
6.3.1.	Next Generation EU	236
6.3.2.	Mecanismos de financiación y asignaciones específicas de la Comunidad de Madrid.....	240
6.4.	Indicadores de evaluación y seguimiento	240
	(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables	242
	(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.....	245
	(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono	248

(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.....	250
(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.....	252
(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.....	253
(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.....	256
6.5. Correspondencia entre los Objetivos estratégicos y las Áreas de actuación	257
7. ESCENARIOS.....	262
7.1. Proceso de análisis en materia energética 2030.....	263
7.1.1. Modelado energético.....	263
7.1.2. Objetivos en materia energética.....	266
7.2. Proceso de análisis en materia de Clima y Calidad del Aire 2030.....	268
7.3. Definición de escenarios por sectores.....	271
7.4. Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030.....	278
7.4.1. Sector de Transporte y movilidad.....	279
7.4.2. Sector residencial, comercial e institucional (RCI, edificios y servicios)	280
7.4.3. Otros sectores.....	281
7.4.4. Resumen.....	282
7.5. Modelización del resultado de las Áreas de actuación en la calidad del aire.	283
7.5.1. Simulación de la calidad del aire en 2030.....	283
7.6. Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030.	285
7.6.1. Transporte.....	285
7.6.2. Doméstico.....	286
7.6.3. Servicios.....	287
7.6.4. Industria.....	288
7.6.5. Sector primario.....	288
7.6.6. Ahorro acumulado de energía final.....	289



8.	INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA	291
8.1.	Planificación de infraestructuras energéticas	291
8.1.1.	Infraestructuras de gas natural.....	291
8.1.2.	Infraestructura de electricidad.....	294
8.1.3.	Seguridad y calidad de suministro	298
8.2.	Generación de energía eléctrica en la región.....	300
8.3.	Generación de energía térmica	304



Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa de valores guía de la OMS de 2005 y 2021 y valores límite del Real Decreto 102/2011 de los principales contaminantes (Fuente: Elaboración propia).....	33
Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijadas en la Directiva de Techos y los escenarios previstos el PNCCA (Fuente: Datos del resumen ejecutivo del I-PNCCA). 52	
Tabla 3 Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom).....	67
Tabla 4. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€ ₂₀₁₅ . (Fuente: Fenercom).....	68
Tabla 5. Parque de vehículos registrados de la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom, DGT). Otros indican vehículos movidos por GLP, GNC, vehículos híbridos y eléctricos, etc.	74
Tabla 6. Detalle del parque de vehículos de combustibles alternativos de la Comunidad de Madrid para el año 2019. (Fuente: Fenercom)	74
Tabla 7. Generación eléctrica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom) 76	
Tabla 8. Generación de energía térmica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom).....	77
Tabla 9. Generación energética de centrales hidráulicas en Comunidad Madrid (MWh). (Fuente: Fenercom).....	77
Tabla 10. Generación energética a partir de residuos valorizables energéticamente en la Comunidad de Madrid (MWh). Año 2020 (Fuente: Fenercom)	80
Tabla 11. Evolución de sistemas solares térmicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom).....	81
Tabla 12. Evolución de sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom).....	82
Tabla 13. Evolución de instalaciones geotérmicas en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom).....	82
Tabla 14. Evolución de energía eléctrica generada por cogeneración en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)	83
Tabla 15. Estaciones de servicio en la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom)	86
Tabla 16. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO ₂ en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021, según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia).....	99
Tabla 17. Evolución de la calidad del aire para el NO ₂ en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia).....	100
Tabla 18. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa).....	118

Tabla 19. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia).	125
Tabla 20. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD).127	
Tabla 21. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	128
Tabla 22. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom). Nota: la tabla incluye los valores correspondientes a los sectores de transporte, doméstico, servicios, industria y primario. Se ha excluido el sector “energético” según nomenclatura de Fenercom del cómputo total (desajuste: 0,3%; 11.399 ktep vs. 11.358 ktep).....	129
Tabla 23. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	131
Tabla 24. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	132
Tabla 25. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	132
Tabla 26. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	133
Tabla 27. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	134
Tabla 28. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en 2020-2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	145
Tabla 29. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018. (Fuente: Tragsatec).....	146
Tabla 30. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos (Fuente: Elaboración propia).	242
Tabla 31. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	242
Tabla 32. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).	243
Tabla 33. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).	244
Tabla 34. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	246



Tabla 35. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	247
Tabla 36. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	248
Tabla 37. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030. (Fuente: Elaboración propia).	249
Tabla 38. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	250
Tabla 39. Correspondencia entre los objetivos estratégicos y las áreas de actuación (Fuente: Elaboración propia).	261
Tabla 40. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)).....	266
Tabla 41. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas , BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom.....	267
Tabla 42. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).....	268
Tabla 43. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos)...	273
Tabla 44. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta, media y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).....	274
Tabla 45. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de mantenimiento y de aumento del consumo energético (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).	276
Tabla 46. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).....	276
Tabla 47. Proyección del consumo de energía final para el sector primario en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).....	277

Tabla 48. Proyección del consumo de energía final por sectores en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).....	278
Tabla 49. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector transporte/movilidad (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).....	280
Tabla 50. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector residencial, comercial e institucional (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).....	281
Tabla 51. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles del resto de sectores (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).....	282
Tabla 52. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado (Fuente: Elaboración propia).....	283
Tabla 53. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).....	296
Tabla 54. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2021-2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).....	296
Tabla 55. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).....	297
Tabla 56. Generación de energía eléctrica mediante hidráulica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	300
Tabla 57. Generación de energía eléctrica mediante RSU – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia):.....	301
Tabla 58. Generación de energía eléctrica mediante “tratamiento de residuos” – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	301
Tabla 59. Generación de energía eléctrica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	302
Tabla 60. Generación de energía eléctrica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	302
Tabla 61. Generación de energía eléctrica mediante eólica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	303
Tabla 62. Potencia instalada (MW) y generación eléctrica (ktep) de solar fotovoltaica – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	303
Tabla 63. Generación de energía térmica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	304
Tabla 64. Generación de energía térmica mediante solar térmica – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	305

Tabla 65. Generación de energía térmica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).....	305
Tabla 66. Potencia (térmica) instalada (MW) y generación (ktep) - geotermia – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).	305



Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Demanda global de combustibles (Fuente: IEA, Fossil fuel demand in the Stated Policies Scenario, 1900-2050) Oil:petróleo, coal: carbón, natural gas: gas natural).....	28
Ilustración 2. Consumo de energía final por sectores en la UE (2020). (Fuente: Eurostat).	34
Ilustración 3. Intensidad energética de los países de la UE en 2020 (Kilogramos equivalentes de petróleo (KGOE) por 1000 € de Estándar de Poder Adquisitivo). (Fuente: Eurostat).....	34
Ilustración 4. Generación eléctrica bruta por origen renovable para toda la UE-28 (GWh) (1990-2019).....	36
Ilustración 5. Principales mecanismos y desarrollos regulatorios en torno al Objetivo 55 del Pacto Verde Europeo. (Fuente: Comisión Europea).	39
Ilustración 6. Diagrama de Sankey de la Energía en España (2019) (ktep). (Fuente: MITERD).	43
Ilustración 7. Desglose del consumo de energía final en España 2019 por combustibles. (Fuente: MITERD).	44
Ilustración 8. Consumo de energía final en España por sectores 1990-2019. (Fuente: IDAE).....	44
Ilustración 9. Estructura de generación de energía eléctrica en España en 2020. (Fuente: Red Eléctrica de España, “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020”).....	45
<i>Ilustración 10. Esquema general de estos programas y medidas del Plan Azul+. (Fuente: elaboración propia).....</i>	55
Ilustración 11. Mapa físico de la Comunidad de Madrid (Fuente: IGN).....	63
Ilustración 12. Población histórica y proyectada de la Comunidad de Madrid (número de habitantes). (Fuente: Elaboración propia basada en INE (proyección de la población 2022-2072, publicado el 13/10/2022) y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (padrón continuo, series anuales desde 1998)).....	64
Ilustración 13. (a) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2020 (estimación del INE). (b) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2035 (Fuente: Proyección del INE).....	64
Ilustración 14. PIB de la Comunidad de Madrid a precios de mercado (miles de euros). (Fuente: INE)	65
Ilustración 15. PIB per cápita a precios de mercado de la Comunidad de Madrid (Euros por habitante). (Fuente: INE).....	65
Ilustración 16. Valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad (2018): Precios corrientes para el periodo. Unidades: miles de euros (Fuente: INE).....	66
Ilustración 17. Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (2020). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)	67

Ilustración 18. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€ ₂₀₁₅ . (Fuente: Fenercom).....	68
Ilustración 19. Evolución del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid por habitante y año. (Fuente: Fenercom).....	69
Ilustración 20. Intensidad energética de energía final para varias CC.AA. y el conjunto nacional. Año 2017. (Fuentes: Agencia Andaluza de la Energía, Instituto Catalán de Energía, Eustat, Fenercom, Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, INEGA, Gobierno de Navarra, MITERD)	69
Ilustración 21. Estructura sectorial de consumo de energía final en la Comunidad de Madrid para el año 2020. (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom).....	70
Ilustración 22. Consumo energético del sector doméstico por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom).....	70
Ilustración 23. Consumo energético del sector servicios por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom).....	71
Ilustración 24. Consumo energético del sector transporte por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Fenercom).....	72
Ilustración 25. Distribución del reparto público y privado del transporte mecanizado en la Comunidad de Madrid (Fuente: CRTM – Encuesta de Movilidad 2018).....	73
Ilustración 26. Parque de turismos por distintivo medioambiental en la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Fuente: DGT).....	75
Ilustración 27. Consumo energético del sector industrial por combustible de uso final. Unidades: ktep. (Fuente: Fenercom).....	75
Ilustración 28. Producción eléctrica por tecnologías de Canal 2018–2021. (Fuente: Canal de Isabel II).....	79
Ilustración 29. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2019. (Fuente: Elaboración propia). Nota: las “importaciones” hacen referencia a los flujos energéticos producidos fuera de la Comunidad de Madrid.	84
Ilustración 30. Mapa de red de distribución de hidrocarburos en España. (Fuente: Exolum).....	85
Ilustración 31 Mapa de red de distribución de hidrocarburos en la Comunidad de Madrid. (Fuente: CLH)	86
Ilustración 32 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en España. (Fuente: ENTSOE)	87
Ilustración 33 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en la Comunidad de Madrid. (Fuente: ENTSOE).....	88
Ilustración 34 Evolución de la demanda de gas natural en España. (Fuente: Enagás) ..	89
Ilustración 35. Red de transporte de gas natural en España. (Fuente: Enagás).....	90
Ilustración 36. Red de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid y alrededores (Fuente: Enagás).....	90

Ilustración 37. Empresas distribuidoras de gas natural en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: DG Descarbonización y Transición Energética).....	91
Ilustración 38. Relación entre cambio climático y los efectos en la salud de la contaminación atmosférica. (Fuente: Adaptado de Gunnelle E. Sandanger.)	92
Ilustración 39. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad).....	94
Ilustración 40. Red de estaciones fijas de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid (Fuente: Ayuntamiento de Madrid y Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad).....	95
Ilustración 41. Evolución del valor límite anual de NO ₂ en µg/m ³ en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 – 2021. (Fuente: Elaboración propia)	97
Ilustración 42. Valor límite anual de NO ₂ en µg/m ³ en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015 – 2021 (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).....	98
Ilustración 43. Evolución de la calidad del aire de PM ₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia)	101
Ilustración 44. Evolución de la calidad del aire de PM ₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).....	101
Ilustración 45. Evolución de la situación de la calidad del aire para PM ₁₀ en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Fuente: Elaboración propia).....	102
Ilustración 46. Evolución de la calidad del aire de PM ₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).....	102
Ilustración 47. Evolución de la calidad del aire de PM _{2,5} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia)	103
Ilustración 48. Evolución de la calidad del aire de PM _{2,5} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).....	104
Ilustración 49. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O ₃ para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia)	105

Ilustración 50. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O ₃ para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).....	106
Ilustración 51. Evolución de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión (Fuente: Elaboración propia en base a datos del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).....	110
Ilustración 52. Evolución de las emisiones de NO _x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	111
Ilustración 53. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	111
Ilustración 54. Evolución de las emisiones de SO _x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	112
Ilustración 55. Evolución de las emisiones de NH ₃ en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	112
Ilustración 56. Evolución de las emisiones de PM _{2,5} en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	113
Ilustración 57. Emisiones de los principales contaminantes atmosféricos por sectores en el año 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	114
Ilustración 58. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde año base hasta 2020. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	115
Ilustración 59. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	115
Ilustración 60. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).....	116
Ilustración 61. Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Atlas Climático Ibérico (1971-2000), AEMET).....	117
Ilustración 62. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).....	120

Ilustración 63. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).....	121
<i>Ilustración 64. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).....</i>	<i>122</i>
Ilustración 65. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD)	127
Ilustración 66. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)	128
Ilustración 67. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).	129
Ilustración 68. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)	130
Ilustración 69. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)	131
Ilustración 70. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).....	132
Ilustración 71. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)	133
Ilustración 72. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)	134
Ilustración 73. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2030 – escenario tendencial. (Fuente: elaboración propia).....	135
Ilustración 74. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	137
Ilustración 75. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)	138
Ilustración 76. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	139
Ilustración 77. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).....	139
Ilustración 78. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	140
Ilustración 79. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).....	140

Ilustración 80. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	141
Ilustración 81. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).....	141
Ilustración 82. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	142
Ilustración 83. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).....	143
Ilustración 84. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).....	144
Ilustración 85. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).....	144
Ilustración 86. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).....	147
Ilustración 87. Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios (Fuente: Elaboración propia).....	148
Ilustración 88. Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).	149
Ilustración 89. Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).....	150
Ilustración 90. Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).....	151
Ilustración 91. Riesgo de incendios sobre el medio natural población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).	152
Ilustración 92. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente de energía (Fuente: Elaboración propia).	158
Ilustración 93. Porcentaje de emisiones equivalente de CO ₂ eq por sector en la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia).....	159
Ilustración 94. Sectores estratégicos de actuación. (Fuente: Elaboración propia).....	169
Ilustración 95. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Dirección General de Tráfico 2021 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid).....	170
Ilustración 96. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep). (Fuente: Fenercom).....	171

Ilustración 97. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios. (Fuente: Fenercom).....	172
Ilustración 98. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (Fuente: Fenercom).....	174
Ilustración 99. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura. (Fuente: Fenercom).....	176
Ilustración 100. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	178
Ilustración 101. Representación del papel de la administración regional en el desarrollo de la Estrategia (izquierda) y el papel de la empresa en el desarrollo de la Estrategia (derecha). (Fuente: Elaboración propia).....	180
Ilustración 102. Pasos a seguir para facilitar el cambio. (Fuente: Elaboración propia).....	182
Ilustración 103. Modelo de ficha de la Estrategia (Fuente: Elaboración propia).....	211
Ilustración 104. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030 (Fuente: Elaboración propia).....	231
Ilustración 105. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030 (Fuente: Elaboración propia).....	234
Ilustración 106. Proyección de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	243
Ilustración 107. Proyección del consumo energético por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	244
Ilustración 108. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	245
Ilustración 109. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	246
Ilustración 110. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	247
Ilustración 111. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	248
Ilustración 112. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	249
Ilustración 113. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	250
Ilustración 114: Enfoque metodológico del análisis energético.....	263
Ilustración 115 Diagrama Sankey con el balance energético de la Comunidad de Madrid (2019). (Fuente: Elaboración propia).....	265
Ilustración 116. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia e INE).....	265
Ilustración 117. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD,	

(estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)).....	266
Ilustración 118. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas, BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom.....	267
Ilustración 119. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).....	268
Ilustración 120 Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)...	285
Ilustración 121. Proyección del consumo de energía final en el sector transporte por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (ktep) (Fuente: Elaboración propia).....	286
Ilustración 122. Proyección del consumo de energía final en el sector doméstico por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (Fuente: Elaboración propia)	287
Ilustración 123. Proyección del consumo de energía final en el sector servicios por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (Fuente: Elaboración propia).....	287
Ilustración 124. Proyección del consumo de energía final en el sector industria por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (ktep) (Fuente: Elaboración propia)	288
Ilustración 125. Proyección del consumo de energía final en el sector primario por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)	289
Ilustración 126. Objetivo acumulado de ahorro de energía final 2021-2030 (ktep) de la Comunidad de Madrid para 2021-2030. (Fuente: Elaboración propia). Nótese que el total de ahorro suma 8.495 ktep en lugar de 8.503 ktep, dado un desajuste de casación..	289
Ilustración 127. Reparto por sectores de los ahorros acumulados (período 2021-2030) de energía final en la Comunidad de Madrid para 2030 (Fuente: Elaboración propia)	290
Ilustración 128. TIEPI (horas) por Comunidad Autónoma para el período 2014-2020. (Fuente: MITERD.)	299

PRESENTACIÓN

La Estrategia de Energía, Clima y Aire – Horizonte 2030 de la Comunidad de Madrid (en adelante, «Estrategia» o «ECAM») pretende establecer un marco de actuación a medio y largo plazo para descarbonizar la economía de la Comunidad de Madrid. La Estrategia incluye integradamente los aspectos de «Energía», «Clima» y «Aire» por estar fuertemente interrelacionados. Esta Estrategia da continuidad al trabajo que viene realizando la Comunidad de Madrid en estos ámbitos durante las últimas décadas.

Los diferentes esfuerzos realizados por la Comunidad de Madrid tanto a nivel de desarrollo de normativa como de diferentes estrategias y planes con relación directa o indirecta con el cambio climático y con la calidad del aire, han sido la piedra angular en el desarrollo de la Estrategia. Algunos de los planes, programas y estrategias regionales más relevantes se encuentran actualmente en desarrollo y suponen una base de partida para la definición de las medidas a considerar en la ECAM.

La elaboración de una nueva Estrategia es un ejercicio complejo, amplio y transversal, que requiere de la participación de las distintas administraciones y de la implicación de los diversos actores sociales y económicos de nuestra región. Por ello, la Estrategia es el fruto del trabajo conjunto de los distintos centros directivos y organismos dependientes de las consejerías que conforman el Gobierno regional, especialmente de aquellas que desarrollan competencias en materias tales como transporte y vivienda, así como de otras entidades e instituciones públicas implicadas en la lucha contra la contaminación atmosférica. En este sentido, es imprescindible destacar el papel desempeñado por la **Comisión Interdepartamental de Cambio Climático** de la Comunidad de Madrid, órgano colegiado integrado por representantes de las distintas Consejerías que forman el Gobierno regional, cuya labor ha sido y es clave en la interlocución de todos los agentes responsables, así como en el diseño de nuevas medidas para la reducción de la contaminación atmosférica en nuestra Región.

A su vez, las aportaciones del **Comité Científico-Técnico sobre Cambio Climático** durante la redacción del documento han resultado esenciales para otorgar el rigor sobre el que se consolidan necesariamente las propuestas que aquí se recogen. Dicho Comité está integrado por expertos que forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia.

Cabe señalar, asimismo, que para los trabajos de elaboración de la Estrategia se ha contado con la asistencia de **TECNALIA**, como apoyo técnico para el desarrollo de aquellas materias relacionadas con el ámbito de la energía, y con **IDOM CONSULTING ENGINEERING ARCHITECTURE, S.A.U.**, que ha prestado su apoyo y colaboración durante el desarrollo de las tareas de planificación relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático, que han culminado con la redacción de este documento.



Por otra parte, se consideró fundamental que la Estrategia se redactara de forma consensuada, sistemática y participada. Por ello, antes de iniciarse los trabajos de redacción, la Comunidad de Madrid elaboró un documento preliminar de la Estrategia en el que se realizó una propuesta inicial de estructura y contenido. En dicho documento se identificaron los objetivos a alcanzar y se propusieron las grandes líneas de actuación a desarrollar, con un horizonte temporal a 2030 y una visión de largo plazo proyectada a 2050. Una vez finalizada la redacción de este documento, se llevó a cabo un proceso de consulta pública a través del portal de transparencia de la Comunidad de Madrid, cuya información estuvo activa para poder recibir aportaciones de cualquier persona u organización interesada desde el 4 hasta el 24 de junio de 2021. Durante este periodo se recibieron alegaciones por parte de 6 organismos, cuyas sugerencias se han tenido en cuenta en la redacción del documento.

Cabe señalar que, posteriormente, se encomendaron a la entonces Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, las competencias que en materia de energía estaban atribuidas a la extinta Consejería de Economía, Empleo y Competitividad. Por este motivo, se hizo imprescindible analizar de nuevo la situación para integrar en un mismo instrumento de planificación, además de las competencias en materia de cambio climático y calidad del aire, sobre las que ya se estaba trabajando, las relativas a energía. Por ello, al haberse incorporado los aspectos relacionados con la energía en el documento estratégico, se consideró indispensable volver a someter de nuevo a consulta pública el proyecto de Decreto por el que se apruebe la futura Estrategia. Por ello, durante el mes de abril de 2023 (del 30 de marzo al 21 de abril), se llevó a cabo un nuevo proceso de consulta en el que se recibieron un total de 10 alegaciones, mayoritariamente de asociaciones y entidades relacionadas con la energía y medio ambiente, cuyas aportaciones han sido analizadas y recogidas en la elaboración del presente documento.

Además, para la elaboración de la ECAM se ha contado con la colaboración de cualificados expertos de las principales instituciones del sector energético y medioambiental regional, entre las que cabe destacar universidades públicas y privadas, así como colegios profesionales y asociaciones empresariales relacionadas con estos ámbitos. El trabajo realizado ha implicado un esfuerzo de análisis y reflexión, que ha abarcado las cuestiones fundamentales que afectan a la Comunidad de Madrid en esas materias con el objetivo de impulsar una transición eficaz y justa en todas sus vertientes.

En esta línea, destaca la participación del **Comité Científico-Técnico sobre Cambio Climático**, formado por entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, que ha sido convocado en varias ocasiones durante la elaboración de la Estrategia, la última de ellas en el mes de abril de 2023, momento en el que se presentó formalmente la ECAM como paso previo a su aprobación.

En síntesis, esta Estrategia se concibe como un instrumento que permite **facilitar el desarrollo de una serie de objetivos** deseables como sociedad, en este caso en los

ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y la adaptación al cambio climático, así como la calidad del aire en las mejores condiciones posibles.

Por lo tanto, la presente **Estrategia se debe entender como una guía** para que los distintos niveles de la Administración, los diferentes organismos y las empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos establecidos en la misma. Pretende, asimismo, servir de referencia para el papel esencial de la ciudadanía en la transición hacia un modelo descarbonizado.

La estructura de la ECAM sigue un esquema asimilable al de cualquier documento de planificación estratégica. En el **capítulo 1** se presentan los principales antecedentes a considerar, tales como políticas, compromisos, estrategias o iniciativas de interés, así como la necesidad de acción que la situación de partida requiere, tanto los propios de la Comunidad de Madrid, como también aquellos en los que se enmarca nuestra región, tanto a nivel nacional como europeo y global.

A continuación, en el **capítulo 2**, se ofrece la caracterización de los aspectos socioeconómicos, energéticos y ambientales relevantes, con especial atención a la situación en cuanto al cumplimiento de los objetivos en materia de energía, calidad del aire y cambio climático, así como a la evolución de las emisiones y las condiciones del clima en la región, y sus potenciales consecuencias a futuro.

Una vez introducidos todos los temas relevantes a nivel regional y normativo, en el **capítulo 3** se sientan las bases de la Estrategia, donde se contrastan los resultados del diagnóstico con el análisis de las oportunidades y amenazas existentes en esta área, las debilidades y fortalezas de la Comunidad de Madrid para afrontarlas, así como las potenciales áreas de actuación por sectores relevantes y las barreras a las que estos mismos sectores se enfrentarían para desarrollarlas.

En el **capítulo 4**, de definición de la estrategia, se establece el papel de la Comunidad de Madrid en este proceso, con una misión y una visión claramente definidas, a fin de alcanzar una economía descarbonizada en el largo plazo, proyectada a 2050. Posteriormente, se introducen los valores que han de configurar el desarrollo de futuros planes y programas a partir de esta Estrategia y se concretan, finalmente, los objetivos estratégicos para orientar las actuaciones en el horizonte temporal a 2030.

En el **capítulo 5, relativo a las áreas de actuación**, se identifican los principales sectores estratégicos involucrados en la consecución de los objetivos planteados. Estos sectores, aunque se han identificado sobre la base de la situación específica de la Comunidad de Madrid y el análisis de contribución de fuentes llevado a cabo, se alinean con los planteados en los planes, programas, estrategias, políticas o iniciativas precedentes a la Estrategia y, en concreto, con el denominado Plan de Descarbonización y Cuidado del Medio Ambiente (PDCM), que es la hoja de ruta del Gobierno de la Comunidad de Madrid para avanzar en tales materias.

De esta forma, en este **capítulo 5** se enumeran las áreas en las que se debe actuar para alcanzar los objetivos en cada uno de estos sectores estratégicos, así como las medidas transversales a todos ellos. No sólo se han planteado medidas centradas en la

mitigación, sino que también se proponen actuaciones para adaptar la región y hacerla más resiliente a los efectos del cambio climático. Para ello, se ha realizado previamente un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático, incluido como anexo de esta Estrategia, para poder prever los principales efectos sobre el territorio. A su vez, se incluyen como anexo del presente documento las fichas con el detalle de cada una de áreas de actuación.

En el **capítulo 6** se detalla un elemento indispensable en toda planificación estratégica, un esquema de gobernanza que permita, por un lado, poner en marcha los programas, planes, medidas y actuación que se impulsarán a lo largo de los años para la implementación de la Estrategia y, por otro, evaluar su grado de efectividad para alcanzar los objetivos propuestos. Con este objeto, se establece una serie de indicadores estratégicos a 2030, que permitirán seguir el grado de avance de la Comunidad en los objetivos recogidos establecidos en la Estrategia a lo largo de los próximos años. Se añaden igualmente las fuentes de financiación existentes para los programas que se pueden incluir en esta Estrategia.

El **capítulo 7** está dedicado a la descripción de la metodología de trabajo que ha regido la elaboración de los distintos escenarios para 2030, partiendo de un análisis específico del sector energético, por un lado, y de las cuestiones de clima y calidad del aire, por otro, para luego integrar en una visión única los resultados obtenidos. En esa sección se resumen los trabajos realizados en el marco del Convenio de colaboración firmado con la Comunidad de Madrid para la realización del proyecto de investigación “Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid”.

En el **capítulo 8** se describen los objetivos relacionados con el despliegue de infraestructuras en la Comunidad de Madrid, dentro de las competencias atribuidas a la región, con el despliegue de nuevas instalaciones que permitan alcanzar los objetivos establecidos en la presente estrategia, siempre de conformidad con la planificación energética estatal. Asimismo, se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación eléctrica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030.

A continuación se adjuntan una serie de **anexos**, entre los que destaca el Plan de mejora de la Calidad del Aire 2023-2030, documento derivado de la presente Estrategia pero que es necesario individualizar a fin de profundizar en el cumplimiento de la normativa en esta materia y en la nueva Directiva actualmente en elaboración en la Unión Europea, con el objeto de aproximarse a las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud.

Asimismo, se ha elaborado el Documento Ambiental Estratégico, que se incorpora entre los anexos de la estrategia, y cuyo contenido responde a los fines previstos en los artículos 29 y siguientes de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Otros anexos relevantes son los que contemplan los fundamentos metodológicos tales como el análisis de contribución de fuentes, el estudio de nivel de ambición y la evaluación del efecto de las medidas de la estrategia, realizados por la Universidad

Politécnica de Madrid (UPM) en el marco del citado convenio de colaboración, que tiene una duración de 3 años y permite a la Comunidad de Madrid, por un lado, definir, evaluar y realizar un seguimiento de las áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y a la lucha contra el cambio climático y, por otro, posibilita a la UPM evolucionar sus técnicas de modelización, aumentando paralelamente su capacidad docente y de investigación.

No deberíamos acabar esta presentación sin adelantar que el documento debe ser considerado como una herramienta viva, que será actualizado con una frecuencia periódica, a la vista de los esperables cambios que se prevén, no solo legislativos, sino también derivados de la evolución de la sociedad madrileña y su entorno, que obligarán sin duda en el futuro a complementar objetivos y definir nuevas líneas de actuación.



1. INTRODUCCIÓN

La energía siempre ha estado en el centro de la actividad humana y juega un papel determinante en el crecimiento económico y en el progreso social. El suministro energético en adecuadas condiciones de seguridad y calidad constituye un aspecto esencial para garantizar el nivel de vida de los ciudadanos y es, por ello, uno de los pilares fundamentales de las políticas públicas. Sin embargo, la sociedad es cada vez más consciente de los efectos medioambientales de la producción y la utilización de la energía y del carácter limitado de los recursos energéticos y, por tanto, de su cada vez más elevado coste.

Existe actualmente un amplio consenso científico sobre el problema del cambio climático antropogénico. Las principales organizaciones científicas mundiales llaman la atención sobre la insostenibilidad del actual modelo a largo plazo, dado que más del 80 % del consumo energético primario mundial procede de los combustibles fósiles. Estos también provocan la emisión de gases contaminantes, un problema que, dada la creciente sensibilización de los ciudadanos, conscientes de que tener un aire cada vez más limpio redundará en la mejora de su calidad de vida y de su salud, sirve, asimismo, de acicate para la actuación de las diferentes administraciones.

Las principales herramientas para avanzar en la transición a otro modelo energético son el ahorro, la eficiencia y la generación de energía a partir de fuentes renovables. Se trata de consumir menos energía para producir lo mismo y mantener o mejorar el bienestar de los ciudadanos, a la vez que se es más respetuoso con el medio ambiente.

La Unión Europea considera la inversión en eficiencia energética como la manera más directa de reducir el coste de la energía para administraciones, empresas y ciudadanos (*RePowerUE*), de ahí que el principio básico que inspira las directivas europeas en la materia es el de «lo primero, la eficiencia».

Además, el desarrollo de las **energías renovables** constituye el otro pilar en que se sustenta la reducción del contenido de carbono del sistema energético. Su fuerte expansión en todo el mundo es el resultado de un esfuerzo innovador de muchas décadas que, gracias a la apuesta de los investigadores, de los gobiernos, de las empresas y de los ciudadanos, ha permitido el despliegue comercial de muchas tecnologías, algunas de las cuales han superado ya el umbral de competitividad frente a las fuentes tradicionales. Gracias a la sostenibilidad de sus fuentes y al componente tecnológico que incorporan, las energías renovables contribuyen a la reducción de las emisiones contaminantes y a la disminución de la dependencia energética de los países y constituyen la principal apuesta para configurar en las próximas décadas una matriz

energética sostenible, en sus vertientes económica, social y medioambiental. No obstante, su despliegue debe tener en cuenta una adecuada integración en el territorio, a fin de limitar sus potenciales impactos en la biodiversidad y en el paisaje y sus efectos en la población y en las actividades rurales tradicionales.

Por otro lado, y dentro del contexto que establecen las actuaciones puestas en marcha en el contexto internacional, en la Unión Europea y en el ámbito nacional, que se expondrán a continuación, la descarbonización de todos los sectores implicados es clave en esta transición. Así, la Comunidad de Madrid presentó en septiembre de 2021 su hoja de ruta para la Descarbonización, mediante el, así llamado, Plan de Descarbonización y Cuidado del Medio Ambiente. En ese mismo compromiso se inscribe la presente «Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad - Horizonte 2030», con un alcance más amplio y detallado.

Las diferencias en las fuentes energéticas, en el consumo y en las emisiones entre los diversos sectores económicos de los distintos países son muy llamativas. Estas diferencias también se producen entre las regiones de un mismo país, lo que obliga a realizar un análisis individualizado. Esta Estrategia de la Comunidad de Madrid realiza tal análisis con vistas al horizonte a 2030 y apuesta por profundizar tanto en la eficiencia energética de todos los sectores de nuestra sociedad y en el desarrollo de los recursos energéticos autóctonos y renovables, como en su incidencia a nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes a fin de alcanzar los objetivos de reducción propuestos.

Así, en la Comunidad de Madrid, el sector que tiene mayor consumo de energía es el del **transporte**, que supone, según los datos disponibles en la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM) para 2019 (año de referencia, debido a los efectos, en los años posteriores, de la pandemia), casi el 55 % respecto del total. Como es lógico, también es el sector que produce más emisiones de GEI y de óxidos de nitrógeno (NO_x), como se desprende del análisis de contribución de fuentes llevado a cabo por la Universidad Politécnica de Madrid de manera previa a la elaboración de esta Estrategia. El potencial de ahorro en este sector, por tanto, es el más alto. Por este motivo, las actuaciones a realizar, tales como la mejora y el impulso del transporte público, el aumento de los desplazamientos a pie y en bicicleta, el despliegue del vehículo eléctrico o el impulso del hidrógeno verde, como vector energético producido a partir de fuentes renovables en los ámbitos más difíciles de descarbonizar, serán clave para lograr alcanzar las metas definidas en esta Estrategia.

El sector de la edificación, por otro lado, representaba más del 35 % del consumo total de energía en la Comunidad de Madrid en esa misma fecha, por lo que tiene también un enorme potencial de ahorro, mediante la rehabilitación energética de los barrios y los edificios existentes más ineficientes y, en las nuevas edificaciones, gracias a la necesaria transición hacia los edificios de consumo energético casi nulo que imponen las directivas europeas. En el próximo futuro, nuestros **edificios** y nuestras viviendas serán centrales de generación que nos abastecerán de energía de origen renovable, con mínimas o nulas emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que

podremos vender los excedentes o comprar lo que nos falte según los momentos del día y los precios. También podremos almacenar la energía que nos sobre mediante nuevas tecnologías adecuadas a ese fin. Pese al potencial demostrativo de iniciativas urbanísticas ya en marcha en la región, diseñadas de acuerdo con este nuevo concepto, como Madrid Nuevo Norte, con 10.500 nuevas viviendas, entre otros muchos usos y Valdecarros, con al menos 50.000 nuevas viviendas, el proceso global todavía se percibe como largo y complejo. La presente Estrategia debe, por tanto, potenciar este camino transformador.

Nuestra Estrategia integra, pues, en un mismo proceso de análisis y establecimiento de objetivos, a la planificación energética, climática y de calidad de aire. Se pretende de esta forma alinear las medidas en dichas materias ya que, de forma generalizada, las actuaciones de mitigación o de ahorro energético ayudan a reducir la contaminación atmosférica, y, a su vez, las medidas orientadas a mejorar la calidad del aire contribuyen a reducir, mayoritariamente, las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Comunidad de Madrid pone en marcha esta estrategia sin perder de vista a los colectivos más desfavorecidos y vulnerables a los efectos del cambio climático ni a la población general, alineándose con las directrices internacionales y nacionales para conseguir así unificar esfuerzos y consensuar medidas que llevarán a alcanzar un objetivo común: la descarbonización de la economía.

1.1 Contexto internacional

En el **ámbito de la energía** y de acuerdo con las conclusiones de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) en su informe *World Energy Outlook (WEO) 2020*¹, en el año 2020 el sector energético sufrió la mayor alteración en la historia reciente a raíz de la pandemia de la COVID-19. La primera muestra de cambio se observa en la demanda de energía, que a nivel global cayó un 5%, lo que supone una reducción del 7 % de las emisiones de CO₂ asociadas. Además, las restricciones, la incertidumbre sobre la duración de la pandemia y sus consecuencias económicas han resultado en una reducción de un 18 % de la inversión en materia energética.

Las previsiones de la IEA apuntan a que la recuperación del sistema energético global, en cuanto a consumo de energía se refiere, se alcanzará entre los años 2023 y 2025. Aunque los precios se mantendrán altos, no detendrán la actual transición energética, tan solo la ralentizarán (sobre todo en el corto plazo)².

Otra de las consecuencias de la pandemia ha sido una caída acelerada de la demanda de carbón, que se recuperó tras la guerra de Ucrania. De la misma manera, se prevé una reducción del ritmo de crecimiento del consumo de petróleo, si bien sujeto al ritmo de despliegue de acciones y ambiciones políticas a 2030 de los diferentes sectores.

¹ <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

² <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

De acuerdo con el WEO 2021 ³, en el Escenario de Compromisos Anunciados (APS en inglés) se duplicará la financiación y la inversión en energías limpias durante la próxima década, pero esta aceleración no basta para superar la inercia del sistema energético actual.

A nivel internacional, la rápida pero desigual recuperación económica registrada tras la recesión causada por la COVID-19, está generando importantes tensiones en algunas partes del sistema energético, provocando que se disparen los precios en los mercados del gas natural, el carbón y la electricidad, agravados por los efectos de la guerra en Ucrania, que ha elevado los precios de todos los combustibles fósiles, así como del coste de los derechos de emisión. A pesar de todos los avances conseguidos por las renovables y la movilidad eléctrica, en 2021 asistimos a un importante repunte del uso global del carbón y del petróleo.

Además, la invasión de Rusia a Ucrania del 24 de febrero de 2022, que ha desembocado en una guerra con más de seis millones de personas desplazadas a países vecinos, ha supuesto en el ámbito energético una desestabilización global de consecuencias inciertas. Las sanciones económicas impuestas por la Unión Europea y Estados Unidos sobre Rusia han desembocado en un veto paulatino a la importación de combustibles fósiles de Rusia, uno de los principales suministradores de gas natural de la Unión Europea.

El despliegue de nuevas tecnologías previsto ya por el WEO 2020 y mantenido en las previsiones del WEO 2021 y WEO 2022, coincide en que la energía solar fotovoltaica es la renovable que acumula un mayor ritmo de implantación. Sin embargo, su evolución a futuro estará estrechamente ligada a la evolución del precio de las baterías, especialmente en aquellos países con más necesidad de flexibilidad de suministro.

Por su parte, de acuerdo con el resumen ejecutivo del WEO 2022, es esperable que, globalmente, la demanda de gas natural, al contrario que la del petróleo y el carbón, se mantenga en 2050, como fuente energética de transición dado su menor impacto en la calidad del aire y su potencial para cubrir picos de demanda eléctrica mediante centrales de ciclo combinado.

³ <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/executive-summary>

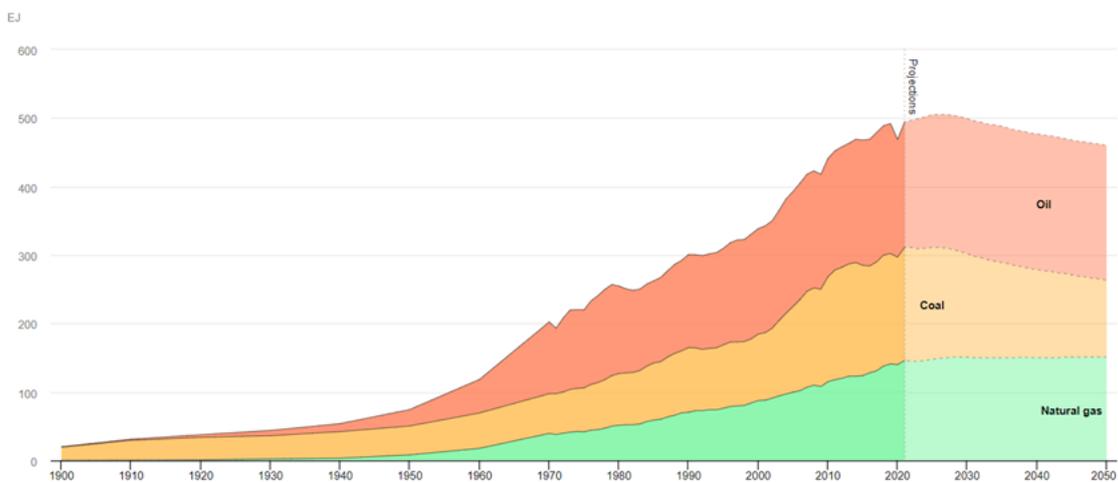


Ilustración 1. Demanda global de combustibles (Fuente: IEA, Fossil fuel demand in the Stated Policies Scenario, 1900-2050⁴) Oil:petróleo, coal: carbón, natural gas: gas natural).

Globalmente, el proceso de transición basado en el gas natural podrá ser distinto en los diferentes países, de acuerdo con su dependencia de dicho combustible, especialmente dada la coyuntura de precios y la incertidumbre ocasionada con las restricciones a la importación de gas ruso. Por otra parte, este combustible y sus redes de distribución a largo plazo está en tela de juicio dada la necesidad de descarbonización y la incertidumbre acerca de si su infraestructura será válida para la introducción masiva de hidrógeno verde.

No obstante, de acuerdo con las mismas fuentes, la guerra de Ucrania, en el caso de la Unión Europea, ha provocado una aceleración del despliegue de las energías renovables y de las mejoras en la eficiencia, por lo que se espera en Europa una reducción de la demanda de gas natural, y de petróleo, en un 20 % al final de esta década (y de un 50 % de la demanda de carbón).

Actualmente, el uso de recursos de bajas emisiones y la diversificación de fuentes son los criterios básicos de las estrategias que están llevando a cabo tanto muchos Estados como compañías petrolíferas y gasistas. Los inversores cuestionan la rentabilidad a largo plazo de los proyectos fósiles, pese a los potenciales incrementos de precios, debido a las dudas sobre los esfuerzos de la industria en su lucha por reducir sus emisiones y las consecuencias del cambio climático.

Precisamente en lo referente al **cambio climático**, la comunidad científica internacional representada por el **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio**

⁴ IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fossil-fuel-demand-in-the-stated-policies-scenario-1900-2050>, IEA. Licence: CC BY 4.0

Climático⁵ (IPCC, por sus siglas en inglés), ha identificado los potenciales riesgos de perpetuar una economía basada en los combustibles fósiles. Esta evidencia, reportada en los sucesivos informes publicados, sumada a una mayor concienciación social por el equilibrio medioambiental, por la calidad del aire y por la integridad de los ecosistemas, está provocando grandes cambios en la forma en la que la sociedad hace frente a la realidad energética y en el debate en torno a la energía. La situación bélica que se desarrolla en Europa no hace más que confirmar la importancia de contar con fuentes alternativas de suministro energético, incluyendo todas las tecnologías que contribuyen a la descarbonización, para asegurar que la necesaria transición energética reafirme la cohesión social y la actividad económica, en un marco de seguridad energética.

Con el fin de plantear una hoja de ruta que sirviera como medio para la colaboración entre países para limitar el aumento de la temperatura mundial y sus consecuencias, en la Cumbre de la Tierra de 1992 se llegó al principal acuerdo internacional sobre acción por el clima: la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)**. La Conferencia de las Partes (COP) firmantes de esta convención marco, ratificada por 197 países, se celebra anualmente, a menos que las Partes decidan lo contrario.

En 1997 la CMNUCC aprobó el **Protocolo de Kioto**, que fue el primer pacto entre países industrializados para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. Por ende, y a pesar de que el volumen de emisiones potencialmente afectadas por este protocolo es limitado, se estableció por primera vez un compromiso vinculante para la descarbonización.

El segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto entró en vigor a comienzos del año 2013 a través de la Enmienda de Doha. Así pues, se ampliaron los objetivos y el alcance temporal de los compromisos resultando en un objetivo de reducción de al menos el 18 % con respecto a los niveles promedios de 1990. La Unión Europea, en su ambición por liderar la transición, fijó su compromiso en una reducción del 20 %.

Más adelante, en 2015, tuvo lugar la XXI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas en la que se alcanzó el **Acuerdo de París**, con el propósito de involucrar a todos los países en el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar las inversiones necesarias para lograr una economía global baja en carbono. Su principal fortaleza con respecto al Protocolo de Kioto es que aspira a involucrar a todos los países del mundo, no limitándose a los países industrializados.

El Acuerdo de París identifica como objetivo principal mantener el aumento de la temperatura del planeta en el año 2100 por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y fijando 1,5 °C como el umbral deseable. Este segundo umbral supone una reducción considerable en los potenciales riesgos e impactos del cambio climático

⁵ El IPCC es el órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a fin de que facilitase a los responsables de las políticas evaluaciones periódicas de la base científica del cambio climático, sus impactos y sus futuros riesgos, y las opciones de adaptación y mitigación.

sobre los ecosistemas terrestres tal y como los conocemos en la actualidad. El segundo objetivo planteado por el Acuerdo de París se refiere a la capacidad de adaptación al cambio climático como forma de minimizar la vulnerabilidad de los sistemas sociales y biológicos ante sus adversos efectos. Por último, el Acuerdo de París establece mecanismos financieros y de desarrollo y de transferencia tecnológica que permiten la consecución de los objetivos marcados. Cabe destacar que, en el marco de este acuerdo, los sumideros de carbono agrícolas y forestales adquieren una especial relevancia gracias a su capacidad para absorber y capturar el dióxido de carbono atmosférico, contribuyendo a una menor concentración de dicho compuesto en el aire.

Acuerdo de París

Evitar que el incremento de la temperatura media global supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales y promover esfuerzos para que el calentamiento global no supere los 1,5°C

Fruto de los acuerdos derivados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en **Glasgow en 2021** (por su acrónimo inglés, COP 26), confirmados en los Acuerdos COP27 celebrada en Egipto, los países han ratificado el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global del planeta a 1,5 °C y asumen que para 2030 hay que reducir las emisiones de CO₂ un 45 % y, para ello, habrán de

Acuerdo de Glasgow y Egipto (COP26/COP27)

Cumplimiento del objetivo del 1,5°C vs 2°C: Para alcanzar ese 1.5°C es necesario reducir las emisiones globales en un 45% en 2030 respecto a las del año 2010.

Para ello, son necesarias acciones concretas:

- Reducir el uso del carbón, poner fin a los subsidios de los combustibles fósiles e impulsar a las renovables.
- Reducir las emisiones de metano.
- Seguir la agenda de vulnerabilidad y resiliencia.
- Financiar la adaptación.
- Evaluar las pérdidas y daños asociados a los efectos del cambio climático.
- Realizar acciones en materia de bosques y uso del suelo.

Adicionalmente y en la COP 27 La creación de un fondo específico para pérdidas y daños como principal avance, al añadirse el tema a la agenda oficial y adoptarse por primera vez en la COP27. Aunque se esperaba un apoyo decidido a los objetivos climáticos (1,5% de reducción) no ha sido posible encontrar el consenso. Los países participantes se comprometen a revisar y fortalecer sus contribuciones nacionales para favorecer una mayor reducción de las emisiones, sin un acuerdo global, y con referencias muy débiles en cuanto a la desaparición de los combustibles fósiles.



revisar sus compromisos de reducción ya desde el año 2022. También se ha cerrado un pacto para reducir las emisiones de metano (gas que contribuye más intensamente que el CO₂ al efecto invernadero) en un 30 % para 2030. Y no menos significativo es el acuerdo alcanzado por treinta países y seis fabricantes de vehículos para dejar de producir turismos y furgonetas que no sean de emisiones cero para 2035 (aunque, en este caso, España, Alemania y Francia no se han sumado) ⁶.

Se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero vuelvan a subir más lentamente que después de la crisis 2008-2009, aunque el mundo está lejos de una recuperación económica sostenible. El papel de las ciudades será clave en dicho proceso, fomentando el aire limpio y el despliegue de plantas de generación urbanas de bajas emisiones, unidades de calor residencial, y soluciones limpias en la industria y el transporte. Evitar nuevas emisiones no es suficiente; si no se actúa sobre las emisiones de las infraestructuras existentes, los objetivos climáticos serán imposibles de alcanzar. El Plan de Recuperación Sostenible de la IEA⁷ propone movilizar una inversión de hasta un billón de dólares (2021-2023) en eficiencia energética, electricidad de bajas emisiones, redes eléctricas y combustibles sostenibles.

Los esfuerzos en la reducción de emisiones tienen que trasladarse más allá de la descarbonización de la producción eléctrica, por lo que los sectores altamente emisores como la industria y el transporte han de proponer soluciones adecuadas. La visión de un mundo de emisiones netas nulas (*net zero*) gana peso, incluso en el ámbito empresarial y el alcance de las ambiciones puestas en práctica para la próxima década es crucial. Como ejemplo, se estima que el 75 % de la energía eléctrica generada en 2050 no debería de tener emisiones asociadas y que el 100 % de los vehículos vendidos para ese año deberían ser eléctricos. Ciertas tecnologías como los reactores nucleares modulares o los electrolizadores de hidrógeno probablemente tendrán un importante papel. El rol de los gobiernos a la hora de establecer objetivos a largo plazo y unas planificaciones y políticas orientadas al compromiso y a lograr dichos propósitos serán la clave del éxito.

Por otro lado, con el objetivo de dar continuidad a la agenda de desarrollo que comenzó con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en septiembre de 2015 se aprobaron los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**⁸ en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Los ODS constan en total de diecisiete objetivos, entre los cuales los siguientes afectan a la cuestión energética/climática.

- Objetivo 7: «Energía asequible y no contaminante» promueve para 2030 la garantía del acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos y el aumento de la proporción de energía renovable en el conjunto de

⁶ <https://www.efe.com/efe/espana/economia/mas-de-30-paises-se-comprometen-a-eliminar-coches-combustion-para-2035/10003-4672266>

⁷ <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery>

⁸ <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

fuentes energéticas, así como duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

- Objetivo 11: «Ciudades y comunidades sostenibles» pretende lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Bajo el principio de no dejar a nadie atrás en el proceso de transición, la pobreza energética adquiere especial relevancia en el marco de este objetivo.
- Objetivo 13: «Acción por el clima» pretende la incorporación de medidas urgentes relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales, incluyendo acciones como la difusión y educación en esta materia. También está enfocado en la creación del Fondo Verde para el Clima, un fondo económico para atender las necesidades de financiación de acciones de mitigación por parte de países en desarrollo.
- Objetivo 17: «Alianzas para lograr los objetivos» busca conseguir asociaciones mundiales sólidas y cooperación entre todos los agentes, algo esencial si queremos transformar la matriz energética mundial y luchar contra los desafíos climáticos.

Además, existen otros objetivos transversales que de forma indirecta afectan al planteamiento de una estrategia energética y climática a medio y largo plazo. Algunos ejemplos son el Objetivo 1: «Fin de la pobreza», el Objetivo 8: «Trabajo decente y crecimiento económico», el Objetivo 9: «Industria, Innovación e Infraestructura», el Objetivo 12: «Producción y consumo responsables» y el Objetivo 15: «Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad».

Finalmente, en lo relativo a la **calidad del aire**, la Organización Mundial de la Salud (OMS o WHO, por sus siglas en inglés) establece las concentraciones máximas deseables para minimizar los efectos negativos de la contaminación atmosférica.

Este organismo revisó en septiembre de 2021 sus valores guía (WHO⁹), cuya anterior actualización databa de 2005. Estos nuevos valores son mucho más restrictivos que los legalmente preceptivos en España, es decir, los que figuran en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y que los establecidos por ese mismo organismo en 2005 (WHO¹⁰), según se muestra en la siguiente tabla:

⁹ WHO. (2021). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

¹⁰ WHO. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=E06BAD67975E8BC1AEC8C4CB190843DF?sequence=1

Parámetro	NO ₂ (µg/m ³)	
	RD 102/2011	OMS 2021 (2005)
Media anual	40	10 (40)
Media 24 h	-	25 (-)
Media horaria	200	- (200)
Parámetro	PM ₁₀ (µg/m ³)	
	RD 102/2011	OMS 2021 (2005)
Media anual	40	15 (20)
Media 24 h	50	45 (50)
Parámetro	PM _{2,5} (µg/m ³)	
	Media anual	20
Media 24 h	-	15 (25)
Parámetro	O ₃ (µg/m ³)	
	Media máx. 8h	120

Tabla 1. Comparativa de valores guía de la OMS de 2005 y 2021 y valores límite del Real Decreto 102/2011 de los principales contaminantes (Fuente: Elaboración propia).

La reducción de emisiones que conlleva la transición energética va a suponer, como ya se ha comentado, una mejora progresiva de la calidad del aire que respiramos, en un proceso paulatino que precisará de monitorización y de la ejecución de otras actuaciones consecuentes con la necesidad de acercarnos a los valores deseables de los índices de calidad del aire.

1.2 Unión Europea

Sector energético

El consumo de energía final en la Unión Europea revela el gran peso que tienen los sectores del transporte (28,40 %), el residencial o doméstico (28,00 %) y la industria (26,10 %), según señalan las estadísticas de *Eurostat* en 2020 (ver Ilustración 2). Además, atendiendo al tipo de combustible, se puede observar el altísimo consumo de energía de origen fósil. Así, los derivados del petróleo supusieron en 2020 el 35,00 % del consumo de energía final, seguidos de la electricidad (23,20 %) y el gas natural (21,90 %)¹¹. Como consecuencia, de ese casi 60 % que suman los productos petrolíferos

¹¹https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption

y el gas natural en el consumo de energía final, se puede deducir que el impacto en términos de emisiones de GEI es muy significativo.

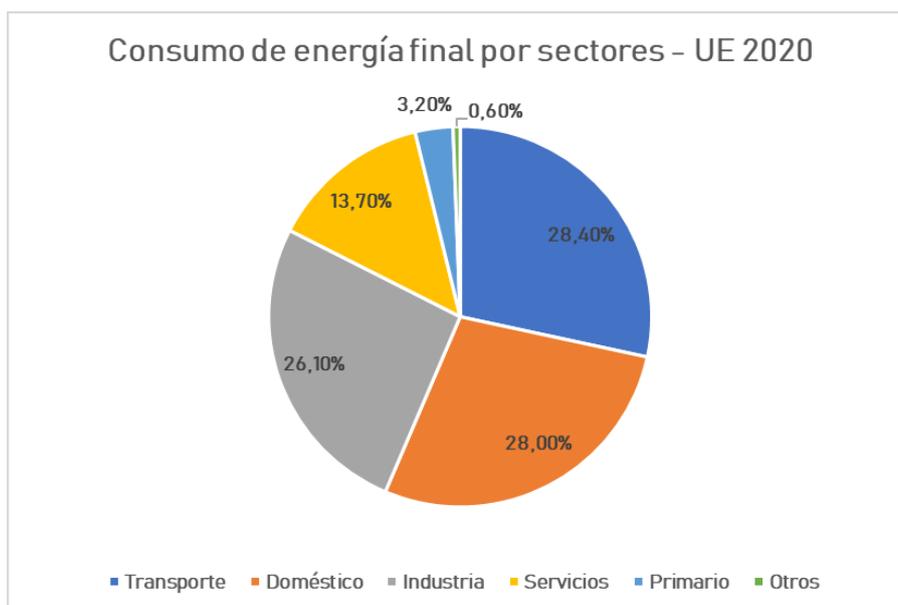


Ilustración 2. Consumo de energía final por sectores en la UE (2020). (Fuente: Eurostat).

Desde un punto de vista energético, es significativo el desigual comportamiento de la intensidad energética (la relación entre la demanda o consumo energético y el producto interior bruto de un país) en los Estados miembros de la Unión Europea. Según Eurostat (ver Ilustración 3), se aprecia una cierta homogeneidad en este indicador para los países occidentales, mientras que los países del este y norte de Europa presentan mayores valores, bien por un mayor uso de la energía o por un menor poder adquisitivo.

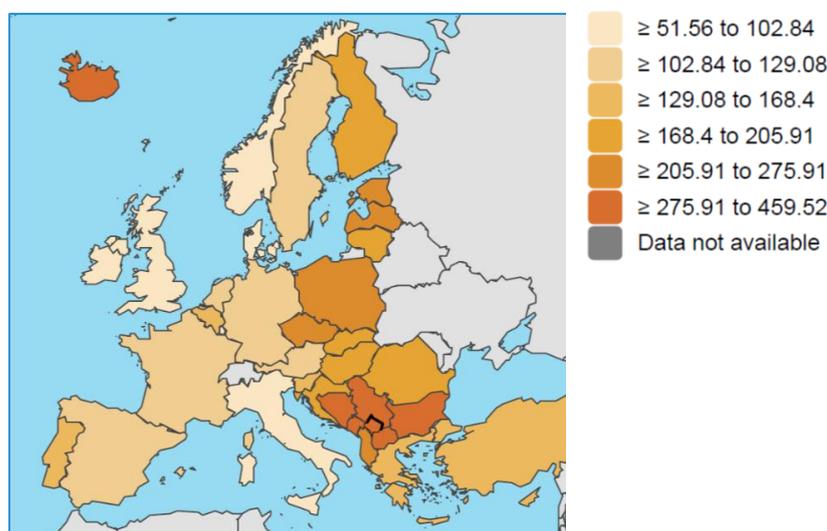


Ilustración 3. Intensidad energética de los países de la UE en 2020 (Kilogramos equivalentes de petróleo (KGOE) por 1000 € de Estándar de Poder Adquisitivo). (Fuente: Eurostat¹²)

La Unión Europea tiene una larga trayectoria en materia de lucha contra el cambio climático. Ya en 2008 se adoptó el Paquete de medidas sobre clima y energía hasta

¹²https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ei/default/map?lang=en

2020, primer conjunto de medidas climáticas y energéticas, comúnmente conocido como «**objetivos 20-20-20**». De esta manera se establecieron los tres principales objetivos a alcanzar en 2020: (1) 20 % de reducción de emisiones de GEI respecto a 1990, (2) mejora en un 20 % de la eficiencia energética y (3) una penetración de energías renovables en el consumo de energía final de un 20 %.

Ese mismo año, 2008, el Parlamento Europeo aprobó el primer **Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas** o **SET PLAN**¹³. Mediante este documento se plantearon las bases para la transformación de la investigación y la innovación en tecnologías energéticas. De esta manera, se constituye una hoja de ruta para el desarrollo de tecnologías bajas en emisiones de carbono, limpias, a precios asequibles y preparadas para su implantación a gran escala. Desde 2020, **el segundo SET Plan** trata de alinear los esfuerzos estratégicos, en lo que respecta a las tecnologías energéticas, con los objetivos del Pacto Verde Europeo¹⁴.

Cambio climático

Por otro lado, en 2014 el **marco de Actuación de la UE en materia de clima y energía** hasta 2030 fijó los objetivos de energía y clima en un 40 % de reducción de gases de efecto invernadero (respecto a 1990), un 27 % de mejora de la eficiencia energética y un 27 % de contribución renovable ¹⁵.

En el año 2015 la Comisión Europea publicó la estrategia de **la Unión de la Energía** (COM/2015/080). Este documento está enfocado en construir una estrategia energética común para garantizar el acceso a la energía de todos los consumidores, la seguridad y sostenibilidad del suministro y una energía competitiva y asequible. Además, establece cinco dimensiones fundamentales: (1) Seguridad, solidaridad y confianza, (2) un mercado energético interior plenamente integrado, (3) la eficiencia energética, (4) acción climática por medio de la descarbonización de la economía y (5) investigación, innovación y competitividad. El elemento regulatorio principal puesto en marcha mediante la unión de la energía implica la creación de un **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** por cada uno de los Estados miembros, que contemple el periodo comprendido entre el 2021 y el 2030.

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) (2021 – 2030)

El PNIEC recoge medidas específicas a nivel de sector para reducir las emisiones de GEI nacionales.

El Plan requerirá una actualización para alinearse a los nuevos objetivos europeos fijados en el Pacto Verde Europeo y en la Ley Europea del Clima.

¹³ https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan_en

¹⁴ https://setis.ec.europa.eu/progress-implementation-working-groups-2020_en

¹⁵ <https://www.consilium.europa.eu/es/meetings/european-council/2014/10/23-24/>

En el 2016, se realizó una actualización de la política energética común para facilitar el abandono de los combustibles fósiles y adaptarse al Acuerdo de París en materia de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta nueva actualización recibe el nombre de **Paquete de energía limpia¹⁶ para todos los europeos**, también conocido como **Paquete de invierno**, e introduce nuevas normas y directivas centradas en el beneficio del consumidor final, el medio ambiente y la economía. Este paquete se actualizó en 2018 con un nuevo paquete de invierno, «**Un planeta limpio para todos**»¹⁷. En estos paquetes se actualizaron los objetivos para la siguiente década, fijándose en un **32,5 % de mejora de la eficiencia energética, un 32 % de contribución renovable y una reducción de gases de efecto invernadero de un 40 % respecto a los niveles de 1990**, así como una nueva directiva para la eficiencia energética en edificios¹⁸. En este sentido, las estadísticas muestran que la contribución renovable en cuanto a la generación de energía eléctrica en la Unión Europea ha ido creciendo significativamente en los últimos años (ver Ilustración 4).

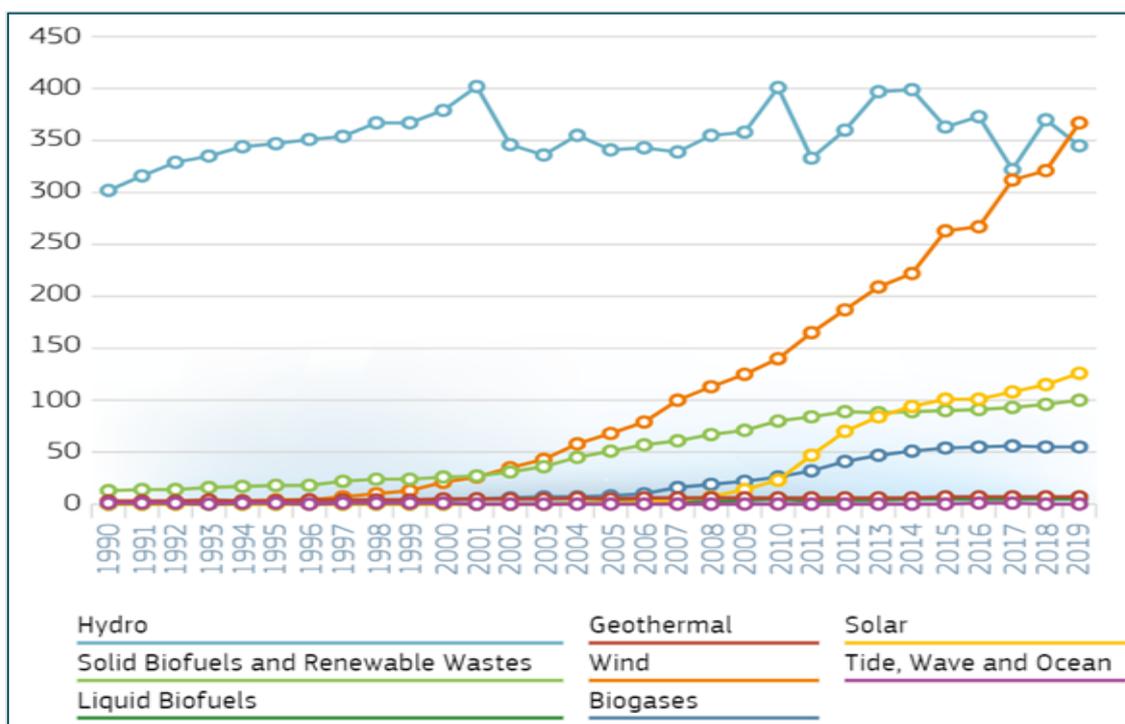


Ilustración 4. Generación eléctrica bruta por origen renovable para toda la UE-28 (GWh) (1990-2019).

(Fuente: Eurostat). Nótese que "hydro" = hidroeléctrica; "Solid biofuels and renewable waste" = Biocombustibles sólidos y residuos renovables; "liquid biofuels" = biocombustibles líquidos; "geothermal" = geotérmica; "wind" = eólica; "biogases" = biogases; "solar" = energía solar; "tide, wave and ocean" = energías marinas.

Por otro lado, el **Pacto Verde Europeo** es la última iniciativa global de la Comisión Europea, aprobada en 2019, para dar respuesta al desafío que supone la mitigación y

¹⁶ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=ES>

¹⁸ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

adaptación al cambio climático, y que pretende transformar la economía y la sociedad europeas modernizándolas para alcanzar los objetivos de sostenibilidad, competitividad e inclusividad.

Los principales pilares de esta iniciativa son tres: (1) alcanzar un balance de emisiones neto igual a cero para el año 2050, (2) desacoplar el crecimiento económico del uso de los recursos por medio de una economía circular y (3) alcanzar esta transición de una forma justa e inclusiva. De esta manera se aborda el concepto de sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económico y social, buscando garantizar una igualdad de oportunidades tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Asimismo, se confirma el compromiso de la Comisión con los objetivos adoptados en el Acuerdo de París de mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C y proseguir los esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C.

De acuerdo con la Comisión, el Pacto Verde Europeo condicionará también la senda de recuperación económica tras superar la crisis de la COVID-19. Un tercio de los 1,8 billones de euros de inversiones del plan de recuperación **NextGenerationEU** y el presupuesto de siete años de la Unión Europea financiarán el Pacto Verde Europeo.

Pacto Verde Europeo

Reducción de las emisiones de GEI en al menos un 40% en 2030 respecto a las de 1990.

Mejorar la eficiencia energética para alcanzar ahorros energéticos del 32,5% al 2030.

Incremento de energías renovables en un 32% al año 2030.

Fomentar la movilidad limpia.

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) (2021 – 2030)

Alcanzar las metas del Pacto Verde Europeo: Objetivo vinculante para la Unión de reducción de las emisiones netas* (deducidas las absorciones) de GEIs en al menos un 55 % en 2030 (con respecto a 1990)

En el año 2021, ratificando el compromiso de reducción de lucha contra el cambio climático adquirido en el Acuerdo de París, y bajo el marco del Pacto Verde Europeo, se aprueba el Reglamento «**Ley Europea del Clima**»¹⁹, que transforma en obligación el compromiso político de alcanzar la neutralidad climática en 2050 establecido en dicho Pacto y eleva el objetivo de reducción de los gases de efecto invernadero para 2030 desde el 40 % hasta al menos el 55 % en comparación con 1990.

En este marco, la Comisión Europea determinó que, sin lugar a duda, el objetivo de lograr un continente neutro en 2050 es una oportunidad para crear un nuevo modelo

¹⁹ [Reglamento \(UE\) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos \(CE\) n.o 401/2009 y \(UE\) 2018/1999](#)

económico.²⁰ Para lograrlo, y dentro de los objetivos transversales identificados (reducir emisiones, crear empleo y crecimiento, afrontar la pobreza energética, reducir la dependencia energética del exterior y mejorar la salud y el bienestar de la ciudadanía), la Comisión establece los siguientes pilares de desarrollo:

- Lograr un **transporte sostenible** para todos – Se fijan unos objetivos de reducción de un 55 % de emisiones de los turismos para 2030, de un 50 % para las furgonetas, y que los nuevos vehículos de estas categorías sean cero emisiones a partir de 2035. Además, se establece que, a partir de 2026, el transporte por carretera se incluya en el mercado de emisiones de CO₂. Asimismo, se extenderán obligaciones sobre el transporte aéreo y marítimo para ser incluidos en el mercado de derechos de emisión.
- Liderar la **tercera revolución industrial** – Se espera que hasta 35 millones de edificios sean renovados/rehabilitados para 2030, lo que supondría la creación de hasta 160 000 nuevos empleos directamente relacionados con el sector de la construcción. La electrificación, la eficiencia y un mayor uso de las energías renovables se espera que ayuden en la creación de nuevos modelos de negocio y cadenas de valor asociadas a las tecnologías limpias. Además, la Comisión ha propuesto un mecanismo que asegure que los esfuerzos de la industria europea para descarbonizarse no supongan una pérdida de competitividad con terceros países cuyas exigencias ambientales sean menores.
- **Descarbonizar el sistema energético** – Se establece un objetivo vinculante del 40 % de renovables en el *mix* europeo en 2030. Además, se propone aumentar el compromiso de reducción del consumo de energía final en un 36-39 % para 2030. Para lograrlo se anima a desarrollar una fiscalidad verde que favorezca el transporte y la calefacción descarbonizadas.
- **Renovar los edificios** para conseguir estilos de vida más verdes – La Comisión propone renovar al menos un 3 % de todos los edificios públicos al año, establecer un objetivo indicativo del 49 % de renovables en los edificios para 2030, y exigir a los Estados miembros un incremento del 1,1 % anual de la contribución renovable en los consumos finales de calefacción y aire acondicionado. Para avanzar en ello se cuenta con el apoyo económico del Fondo Social para el Clima, que ayudará a financiar proyectos en este sentido, especialmente para cubrir a población vulnerable.
- **Trabajar con la naturaleza** para proteger el planeta y nuestra salud – Se apunta a la restauración y desarrollo de bosques, suelos, humedales y zonas naturales diversas, como medio de avanzar hacia un modelo social y económico sostenible que cree empleos de calidad, favorezca la cohesión territorial, mejorando la calidad de vida. Se asume un aumento de las emisiones de CO₂ absorbidas para 2030 situado en 310 Mt equivalentes.

²⁰ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

- **Acelerar la acción climática global** – La Unión Europea quiere continuar siendo líder mundial en materia de lucha contra el cambio climático. Para ello, la coordinación y las alianzas serán más necesarias que nunca.

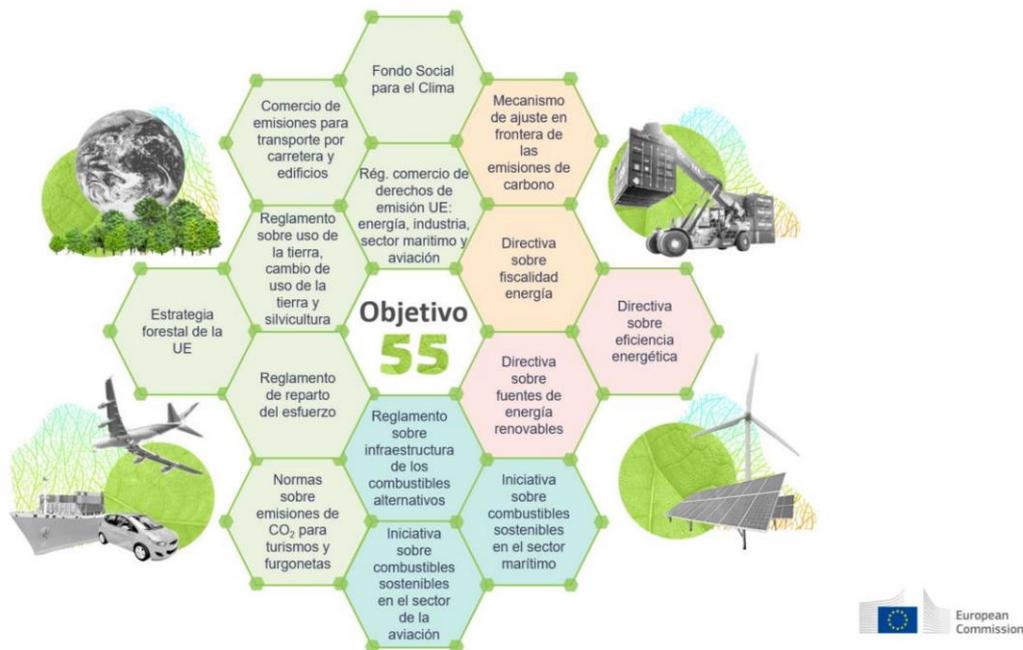


Ilustración 5. Principales mecanismos y desarrollos regulatorios en torno al Objetivo 55 del Pacto Verde Europeo. (Fuente: Comisión Europea).

Objetivo 55

Esta iniciativa europea tiene como objetivo actualizar la normativa de referencia que contribuya a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% para 2030 con respecto a 1990.

El paquete de medidas del **Objetivo 55** incluye modificaciones a la regulación actual y algunas nuevas acciones²¹:

- Revisión del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS por sus siglas en inglés).
- Revisión de la Directiva 2003/96/CE sobre fiscalidad de la energía.
- Revisión de la Directiva 2014/94/UE sobre el despliegue de infraestructura para los combustibles alternativos.
- Iniciativa *ReFuelEU Aviation* sobre combustibles sostenibles en la aviación.
- Iniciativa *FuelEU Maritime* sobre el uso de combustibles con bajas emisiones de carbono en el transporte marítimo.

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN>

- Modificación de la regulación sobre normas de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ de los turismos y vehículos comerciales ligeros nuevos.
- Mecanismo de ajuste en frontera de las emisiones en carbono.
- Regulación del reparto del esfuerzo entre los Estados miembros para las actividades no incluidas en el régimen de comercio de derechos de emisión.
- Modificación de la Directiva (UE) 2018/2001 sobre fuentes de energía renovables.
- Modificación de la Directiva 2012/27/UE de eficiencia energética, que contemplará el principio de Eficiencia Energética Primero tal y como se recoge en la recomendación de la Comisión COM(2021) 7014 final.
- Revisión del Reglamento (UE) 2018/841 sobre la inclusión de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS).
- Fondo social para la acción climática de 72.200 millones EUR para el período 2025-2032 destinado a apoyar a los hogares vulnerables, a los usuarios del transporte y a las microempresas afectadas por la introducción del comercio de derechos de emisión.

En respuesta a las dificultades y a las perturbaciones del mercado mundial de la energía causadas por la invasión de Ucrania por parte de Rusia en febrero de 2022, la Comisión Europea presentó el 8 de marzo de 2022 el **Plan REPowerEU**²², una acción europea conjunta por una energía más asequible, segura y sostenible. Este plan expone también una serie de medidas para responder al aumento de los precios de la energía en la Unión Europea y aumentar las reservas de gas. *REPowerEU* busca diversificar el suministro de gas, acelerar el empleo de gases renovables y sustituir el gas en la calefacción y la generación de energía eléctrica, con el fin de lograr reducir la demanda de gas ruso. De hecho, según la Red Europea de Transmisión de Sistemas Operadores de Gas (ENTSOG, en sus siglas en inglés)²³, el objetivo inicial de reducir la demanda

RePowerEU

Plan europeo para reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y acelerar la transición ecológica. *REPowerEU* mantiene las propuestas de *Fit for 55*, sin modificar la ambición de lograr al menos -55 % de emisiones netas de GEI para 2030 y la neutralidad climática para 2050, en consonancia con el Pacto Verde Europeo.

²² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511

²³ <https://www.entsog.eu/press-releases>

de gas ruso de la Unión Europea en dos tercios antes de finales de 2022 se ha logrado con creces.

Según la Comisión Europea, la eliminación progresiva de la dependencia europea de los combustibles fósiles procedentes de Rusia puede conseguirse mucho antes de 2030. Para ello, *REPowerEU* propone que aumente la resiliencia del sistema energético a escala de la Unión Europea sobre dos pilares:

- Diversificar el suministro de gas mediante mayores importaciones de GNL y gasoductos no procedentes de proveedores rusos, y aumentar el volumen de producción e importación de biometano e hidrógeno renovable; y
- Reducir más rápidamente el uso de combustibles fósiles en nuestros hogares, edificios, industrias y sistema energético, impulsando la eficiencia energética, aumentando las energías renovables y la electrificación, y resolviendo los cuellos de botella de las infraestructuras.

La plena aplicación de las propuestas de la Comisión «Objetivo 55» ya reduciría el consumo anual de combustibles fósiles en un 30 %, lo que equivale a 100.000 Mm³, de aquí a 2030. Gracias a las medidas del plan *REPowerEU*, la cifra anterior se elevaría, por lo que en conjunto se podrían eliminar al menos 155.000 Mm³ de uso de gases fósiles, lo que equivale al volumen importado de Rusia en 2021. Como se ha señalado, se ha logrado ya tal reducción, por lo que parece factible el poner fin a la excesiva dependencia de la Unión Europea de un único proveedor. La Comisión está colaborando con los Estados miembros con el fin de determinar los proyectos más adecuados para alcanzar estos objetivos, basándose en el amplio trabajo ya realizado con los planes nacionales de recuperación y resiliencia.

Por otro lado, en el ámbito de adaptación climática, en 2013 se publicó la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, cuyo objetivo era orientar actuaciones para reforzar la resiliencia de los sectores más vulnerables. La estrategia se centraba en sectores como la agricultura, la biodiversidad y los ecosistemas naturales, las infraestructuras, la salud o el turismo, orientando las actuaciones hacia la integración en la normativa y en políticas financieras, así como a la mejora del conocimiento.

Con la estrategia de adaptación al cambio climático de la Unión Europea de 2013 se pretendía forjar una Europa resiliente al cambio climático y, para ello, se puso en marcha un observatorio europeo del clima y la salud en el marco de la Plataforma Europea de Adaptación al Clima: Climate-ADAPT.

En febrero de 2021 se ha publicado una nueva estrategia europea de adaptación, “*Forjar una Europa resiliente al cambio climático- La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*”, con la que se pretende redoblar la acción en todos los sectores de la economía y la sociedad.

Esta nueva estrategia de adaptación se plantea como un instrumento, que, a nivel europeo, permita mejorar el conocimiento de los impactos climáticos y avanzar en las medidas de adaptación de forma global, con el objetivo de construir una sociedad más resistente y resiliente frente al cambio climático a escala mundial.



Calidad del aire

En el ámbito de emisiones contaminantes, la Directiva de Compromisos Nacionales de Reducción de Emisiones o Directiva de Techos (*Directive NEC, National Emission Ceilings*, en adelante Directiva (UE) 2016/2284), tiene como objetivo reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos a fin de ofrecer niveles de calidad del aire que no perjudiquen la salud humana ni el medio ambiente. El cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos en esta Directiva es fundamental para alcanzar el objetivo de **Contaminación cero en el marco del Pacto Verde Europeo**. Además, posibilita abordar la contaminación atmosférica en sinergia con los esfuerzos para mitigar los gases de efecto invernadero en el marco de las políticas climáticas y energéticas de la UE.

La Directiva (UE) 2016/2284 obliga a los Estados miembros a presentar un **Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica** (PNCCA) para los contaminantes SO₂, NO_x, COVNM, NH₃ y PM_{2,5}. Éste debe incluir las políticas y medidas (PaM) que los Estados miembros seleccionaron como relevantes para cumplir sus compromisos de reducción de emisiones establecidos para el periodo 2020-2029 y a partir de 2030. Para la mayoría de los Estados miembros, las PM_{2,5} y el amoníaco son los contaminantes que requerirán más esfuerzos para 2030. Las nuevas medidas dirigidas a la agricultura y la calefacción doméstica serán especialmente importantes para impulsar la reducción de estos contaminantes. También es necesario reducir otros contaminantes –NO_x, SO₂, COV— pero se espera que dichas reducciones sean impulsadas en gran medida por la aplicación y el cumplimiento de la legislación ya existente.

En el ámbito de calidad del aire, actualmente se está revisando la normativa europea con el objetivo, por un lado, de alinear los estándares de calidad del aire de la Unión Europea con las nuevas recomendaciones de la OMS y, por otro, de fortalecer las disposiciones sobre planificación, monitoreo y modelización para ayudar a las autoridades locales a mejorar la calidad del aire, al tiempo que pondrá a la UE en el camino de lograr una contaminación atmosférica nula de aquí a 2050, en sinergia con los esfuerzos de neutralidad climática.

La propuesta de Directiva se ha publicado pasado 26 de octubre de 2022 (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_6278) y revisa los textos actualmente en vigor (Directivas 2008/50/CE y 2004/107/CE). Deberá ser incorporada a nuestro ordenamiento jurídico tras su aprobación, cuyo texto definitivo se espera que se publique en el segundo semestre de 2023.

Los valores límite incluidos en la nueva propuesta de Directiva, que deberán aplicarse a partir del 1 de enero de 2030, no llegan a ser tan exigentes como los valores guía de la OMS, pero sí reducen considerablemente los límites que aplican en la actualidad.

Por su parte, la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, estableció valores objetivo para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, en representación de los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAPs

(se exceptúa el mercurio), entendidos como la concentración en el aire ambiente fijada para evitar, prevenir o reducir los efectos perjudiciales de dichos contaminantes en la salud humana y el medio ambiente en su conjunto.

La revisión de estas directivas velará por que las personas que sufran problemas de salud como consecuencia de la contaminación atmosférica tengan derecho a ser indemnizadas en caso de infracción de las normas de calidad del aire de la UE. También tendrán derecho a estar representadas por organizaciones no gubernamentales en acciones judiciales colectivas de daños y perjuicios. La propuesta aportará mayor claridad sobre el acceso a la justicia, unas sanciones eficaces y una mejor información pública acerca de la calidad del aire. La nueva legislación apoyará a las autoridades locales al reforzar el control de la calidad del aire, la modelización y unos mejores planes de calidad del aire.

1.3 España

En el caso español, y a modo de sencillo diagnóstico de la realidad energética nacional, se puede observar una situación similar a la anticipada para la Unión Europea. Tenemos una alta presencia de los combustibles fósiles, principalmente productos petrolíferos ligados al transporte y, en menor medida y de forma más transversal a todos los sectores económicos, el gas natural, como se comprueba en la Ilustración 6.

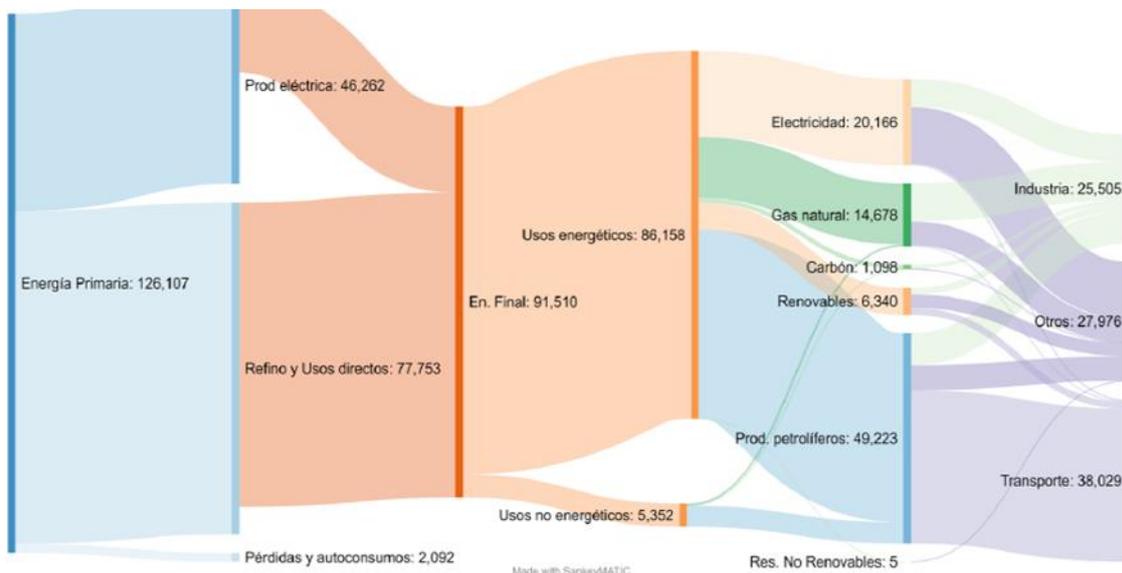


Ilustración 6. Diagrama de Sankey de la Energía en España (2019) (ktep). (Fuente: MITERD).

En términos de energía final, los productos petrolíferos supusieron en el año 2019²⁴ un 51,5 % del total del consumo, seguidos de la electricidad (23,4 %) y el gas natural (16,5 %) (ver Ilustración 7).

²⁴ Último año con registros en el informe “La energía en España 2019” de MITECO

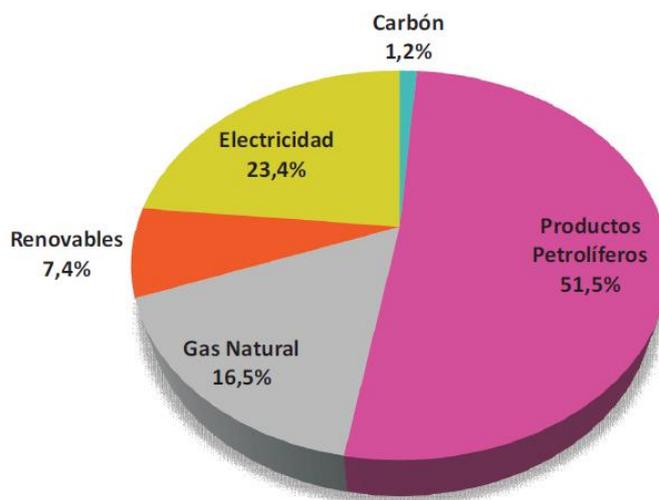


Ilustración 7. Desglose del consumo de energía final en España 2019 por combustibles. (Fuente: MITERD).

Además, cuando se analiza el consumo final por sectores se observa que el peso del transporte supone un 43,9 % del total, lo que convierte a dicho sector en pieza clave a la hora de emprender políticas orientadas a la descarbonización de la economía. No obstante, es relevante el peso de la industria (23,6 %), el sector residencial (16,9 %) y los servicios (11,8 %) (ver Ilustración 8).

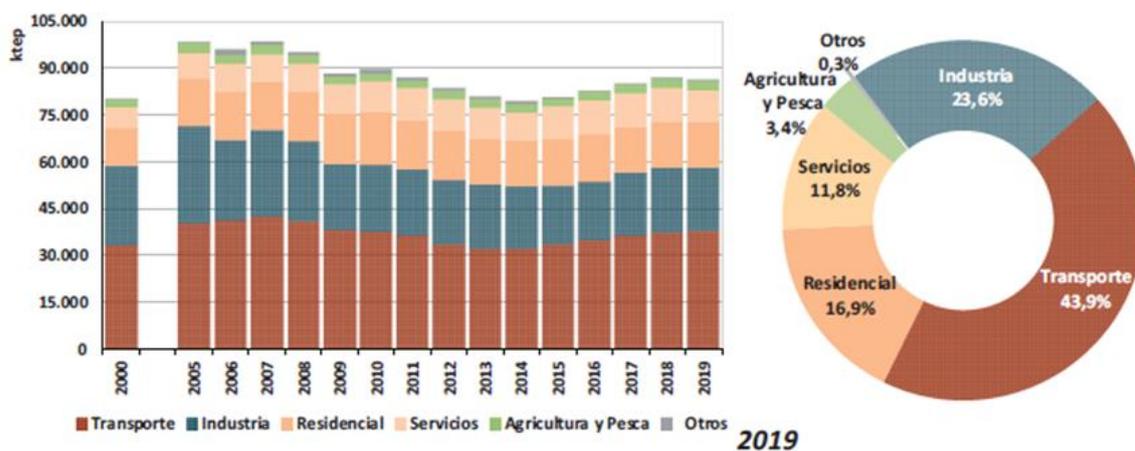
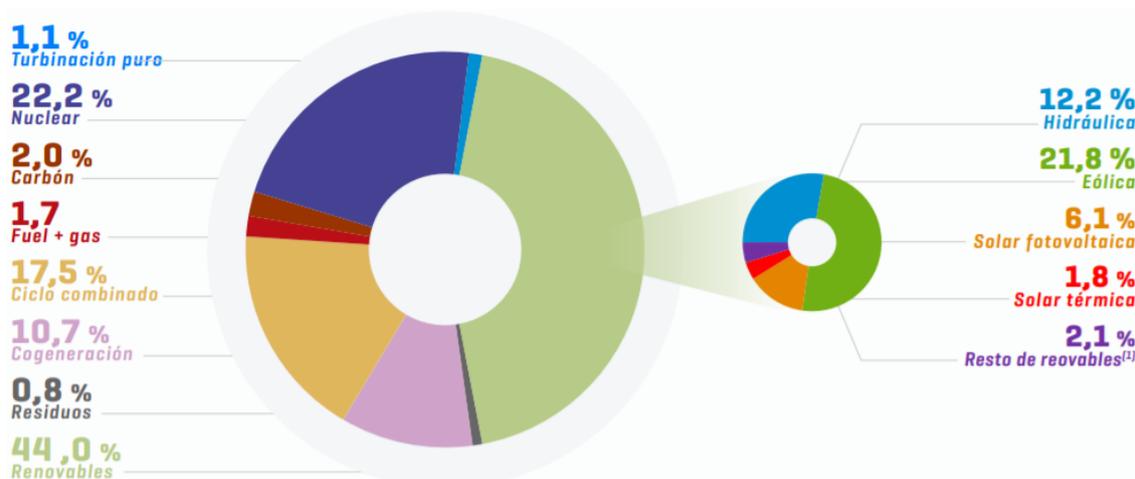


Ilustración 8. Consumo de energía final en España por sectores 1990-2019. (Fuente: IDAE).

Por otro lado, la generación eléctrica renovable en España supone en torno a un 44 % (valores de 2020), siendo cada vez más creciente la participación de la eólica y la solar (ver Ilustración 9).



[1] Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeólica y residuos renovables.

Ilustración 9. Estructura de generación de energía eléctrica en España en 2020. (Fuente: Red Eléctrica de España, "Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020").

En este contexto y respondiendo a los requerimientos marcados por la Unión Europea, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico elaboró el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)**²⁵. Este documento define los objetivos nacionales de reducción de gases de efecto invernadero (23 % de reducción respecto a 1990), de introducción de energías renovables (42 % de uso final y 74 % de generación eléctrica) y de eficiencia energética (reducción del 39,5 % de consumo de energía primaria). Para la consecución de estos objetivos, determina una serie de líneas de actuación, buscando maximizar el crecimiento de la economía y el empleo y velando por la salud y el medio ambiente.

De esta forma, el PNIEC prevé que la intensidad energética primaria de la economía española mejore en un 3,5 % anual hasta 2030; y del mismo modo, se estima que la dependencia energética del país (del 74 % en 2017), descienda hasta el 61 % en el año 2030 como consecuencia de la caída de las importaciones de carbón y de petróleo.

En el PNIEC se detallan los procesos, objetivos y las setenta y ocho medidas específicas englobadas en las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: descarbonización de la economía, eficiencia energética, seguridad energética, mercado interior de la energía e investigación, innovación y competitividad. Todas las medidas propuestas pretenden reflejar el compromiso y la contribución de España al esfuerzo internacional, enviar las señales de certidumbre y sentido de dirección a todos los inversores y resto de agentes implicados en la transición energética y velar por el bien común y la protección de los colectivos más vulnerables.

A la fecha de cierre del presente documento, se encuentra en información pública el "Borrador de actualización de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030", que se fundamenta, como se señala en su "Presentación", en el aumento de ambición climática a nivel europeo, el contexto energético más reciente, el progreso en la

²⁵ <https://www.MITERD.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

implementación de las medidas establecidas en el documento anterior y los avances logrados gracias al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

El resumen de los nuevos objetivos nacionales que se presentan en el Borrador es el siguiente:

	PNIEC 2021-2030		BORRADOR ACTUALIZACIÓN DEL PNIEC 2023-2030	
Reducción GEI respecto a 1990	-23%		-32%	
Renovables sobre el uso total de la energía	42% (fue el 20% en 2020)		48%	
Mejora de la eficiencia energética en términos de energía final	39,5%		44%	
Renovables en la generación eléctrica	74% (122 GW sobre 161 GW) En 2022 había 70,5 GW instalados	PSFV 39 GW	81% (160 GW sobre 214 GW)	PSFV 57 GW
		Autoconsumo solar 9-14 GW		Autoconsumo solar 19 GW
		Termosolar 7 GW		Termosolar 4,8 GW
		Hidráulica 16 GW		Hidráulica 14,5 GW
		Eólica 62 GW		Eólica tierra 62 GW
		Eólica offshore -		Eólica offshore 3 GW
		Biogás 10,41 GW		Biogás 20 GW
		H2 verde -		H2 verde 11 GW
Almacenamiento eléctrico	20 GW		22 GW	
No renovables en la generación eléctrica	27 GW ciclos combinados		26,5 GW ciclos combinados	
	3 GW nuclear		3 GW nuclear	
Dependencia energética exterior	59% (fue el 73% en 2019)		51%	
Reducción de emisiones de sectores difusos (respecto a 2005)	-39%		-43%	
Reducción de emisiones de sectores bajo el comercio de derechos de emisión (respecto a 2005)	-61%		-70%	

Si bien el proceso de descarbonización de la economía madrileña que se defiende en el presente documento se encuentra alineado con los nuevos objetivos nacionales, estos deberán ser asumidos por la Comunidad de Madrid una vez se apruebe la actualización del PNIEC y realizado el análisis detallado correspondiente, lo que se incluirá en la primera revisión de la Estrategia. Debe tenerse en cuenta, en este sentido, que el documento de planificación estatal sometido a información pública aún puede sufrir cambios sustanciales, dada su condición de Borrador.

Asimismo, en la misma línea, y como respuesta legislativa a la emergencia climática, el 20 de mayo de 2021 se aprueba la **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética**²⁶. De esta manera los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 quedan fijados por ley en al menos un 23 % respecto de 1990 y se fija el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para el año 2050. Esta ley pretende articular la respuesta al desafío del cambio climático basándose en principios de desarrollo sostenible, justicia social, resiliencia, protección y promoción de la salud pública, mejora de la competitividad de los sectores productivos y cooperación entre administraciones.

Una de las principales novedades introducidas es el proyecto de **reforma del sector eléctrico** para la integración de consumidores en el mercado eléctrico, favoreciendo la inversión en sistemas de generación de **energía renovable**, el almacenamiento de energía, el aprovechamiento de la infraestructura de red, y el acceso a datos e innovación.

La **rehabilitación de edificios** es otro elemento clave introducido por la ley, tanto en el esfuerzo por reducir el consumo energético como en la lucha contra la pobreza energética y la reactivación económica. Para ello se ha actualizado la **Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE 2020)**²⁷ y está previsto que el **Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE)**²⁸ permita movilizar más de 1.000 millones de euros en los próximos cinco años.

El sector de la **movilidad** es otro de los ejes principales de transformación propuestos por la ley. El fomento de medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como la bicicleta o el transporte público, junto con la **descarbonización de los vehículos motorizados** para 2040 son los principales focos de atención del documento. Para afrontar este reto, el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana plantea la **Estrategia de Movilidad segura, sostenible y conectada 2030**²⁹, que pretende dar respuesta a los retos de movilidad de la próxima década. Además, esta ley también hace referencia especial a la importancia de los planes de ordenación urbana en municipios de gran tamaño y una estrategia coordinada de despliegue de puntos de recarga para vehículos eléctricos, tanto en la vía pública como en el ámbito residencial.

²⁶ <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>

²⁷ <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/estrategia-a-largo-plazo-para-la-rehabilitacion-energetica-en-el-sector-de-la-edificacion-en-espana>

²⁸ <https://boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-4069-consolidado.pdf>

²⁹ <https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, regula asimismo la creación de las **Zonas de Bajas Emisiones**, y obliga a todos los municipios de más de 50.000 habitantes, así como los de más de 20.000 habitantes que superen los valores límite de contaminantes regulados, a crear zonas de bajas emisiones (ZBE) antes de 2023. Estas zonas son áreas en las que se limita el acceso a los vehículos más contaminantes para mejorar la calidad del aire.

Adicionalmente, cabe destacar que junto con la desinversión en productos energéticos de origen fósil se prevé una línea de financiación específica dedicada a la subsanación de los costes del sistema eléctrico derivados de un mayor aporte de energía renovable. Asimismo, también se estima necesaria la incorporación de criterios ambientales en todos los procesos de contratación pública y las entidades financieras deberán contar con objetivos específicos de descarbonización en su cartera de préstamo e inversión.

Por último, es especialmente relevante el **Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026³⁰ de REE**. Este documento tiene como objetivos principales (1) mejorar la integración de generación, en particular las energías renovables y resolución de restricciones técnicas (2) eliminación de las limitaciones estructurales de la red, (3) cubrir las necesidades de conexión internacional y con territorios no peninsulares y (4) mejora de la seguridad de suministro.

En concreto, esta planificación se basa en el escenario de estudio y en los objetivos a 2025 y 2030 del PNIEC 2021-2030, que determinan la evolución de la demanda eléctrica, la potencia instalada de generación y los costes de combustible y de emisiones. En los Anexos del Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026 se pueden encontrar los detalles específicos en cuanto al despliegue de infraestructuras e inversiones.

A su vez, existen varios documentos de especial relevancia en el ámbito estatal que habrán de ser tenidos en cuenta a la hora de llevar a cabo la transición energética y la descarbonización de la Comunidad de Madrid. Algunos de estos documentos son:

- La **Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable** (publicada en octubre del 2020)³¹.
- La **Hoja de Ruta del Biogás**³² (aprobada en marzo de 2022).
- La **Estrategia de Almacenamiento Energético**³³ (aprobada en febrero del 2021).
- El **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**³⁴: que establece las líneas prioritarias de intervención de los fondos europeos para afrontar los

³⁰ <https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=391>

³¹ https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf

³² https://www.miteco.gob.es/es/prensa/220318np_cmelgobiernoapruebalahojaderutadelbiogas_tcm30-538431.pdf

³³ https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategiaalmacenamiento_tcm30-522655.pdf

³⁴ <https://planderecuperacion.gob.es>

efectos de la COVID-19. En particular, se han diseñado los siguientes Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE):

- El **PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado** (aprobado el 13 de julio del 2021)³⁵.
- El **PERTE de energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento** (aprobado el 14 de diciembre del 2021)³⁶.
- El **PERTE agroalimentario** (aprobado el 8 de febrero del 2022)³⁷.
- El **PERTE de economía circular** (aprobado el 8 de marzo del 2022)³⁸.
- El **PERTE de descarbonización industrial** (aprobado el 27 de diciembre de 2022)³⁹.

Cabe destacar que el PERTE de descarbonización industrial tendrá, entre otros, los siguientes objetivos:

- Descarbonización de los procesos de producción.
- Mejora de la eficiencia energética, mediante la incorporación en las industrias de las mejores tecnologías disponibles e implantación de sistemas de gestión energética, así como promover la seguridad energética de España.
- Fomentar el uso de energías renovables y la mejora del medioambiente apoyando la utilización de subproductos y la valorización de residuos para integrarlos en otros procesos y reducir el impacto medioambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida.
- Mejora de la competitividad del sector manufacturero.

En materia de **adaptación al cambio climático**, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, recoge en su objeto las políticas de adaptación incluyendo un sistema de indicadores de impactos y adaptación al cambio climático, para facilitar el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas. También se recoge la necesidad de elaborar informes de riesgos y se reconoce, por primera vez en un texto normativo, el papel del carbono azul, el capturado por los ecosistemas oceánicos, definido por el IPCC, al que se le adjudica una posición relevante en el secuestro de CO₂.

El PNACC 2021-2030, comentado anteriormente en relación con la energía, constituye la herramienta para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España, su objetivo en este ámbito pretende evitar o reducir los daños

³⁵ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-del-vehiculo-electrico-y-conectado>

³⁶ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-de-energias-renovables-hidrogeno-renovable-y-almacenamiento>

³⁷ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-agroalimentario>

³⁸ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-de-economia-circular>

³⁹ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes#descarbonizacion>

presentes y futuros derivados del cambio climático y construir una economía y una sociedad más resilientes. Para alcanzar esta meta se definen los siguientes objetivos específicos:

- 1) Reforzar la observación sistemática del clima, la elaboración y actualización de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España y el desarrollo de servicios climáticos.
- 2) Promover un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimiento sobre impactos, riesgos y adaptación en España y facilitar su transferencia a la sociedad, reforzando el desarrollo de metodologías y herramientas para analizar los impactos potenciales del cambio climático.
- 3) Fomentar la adquisición y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.
- 4) Identificar los principales riesgos del cambio climático para España, teniendo en cuenta su naturaleza, urgencia y magnitud, así como promover y apoyar la definición y aplicación de las correspondientes medidas de adaptación.
- 5) Integrar la adaptación en las políticas públicas.
- 6) Promover la participación de todos los actores interesados.
- 7) Asegurar la coordinación administrativa y reforzar la gobernanza en materia de adaptación.
- 8) Dar cumplimiento y desarrollar en España los compromisos adquiridos en el contexto europeo e internacional.
- 9) Promover el seguimiento y evaluación de las políticas y medidas de adaptación.

El PNACC se desarrollará a través de dos programas quinquenales hasta 2030. En cada uno de éstos se detallarán las actuaciones previstas para concretar las líneas de acción definidas en el propio PNACC, esfuerzo que incluye la evaluación detallada de riesgos, la priorización de medidas, la identificación de agentes involucrados y la propuesta de indicadores de cumplimiento específicos.

En lo relativo a la **calidad del aire y reducción de contaminantes atmosféricos**, la incorporación al ordenamiento jurídico español de las normativas europeas se ha realizado por medio de las siguientes normas:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.



- Real Decreto 818/2018, del 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

De acuerdo con lo establecido en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, las comunidades autónomas deben aprobar los planes y programas de ámbito autonómico necesarios para la mejora de la calidad del aire y el cumplimiento de los objetivos en su ámbito territorial, así como para minimizar o evitar los impactos negativos de la contaminación atmosférica. Esta normativa es, por tanto, el origen de la elaboración de los planes autonómicos de calidad del aire.

Tal como se ha indicado en el apartado anterior, recientemente se ha publicado la nueva propuesta de Directiva sobre calidad del aire, a fin de ajustar las normas de la UE sobre esta materia a las recomendaciones de la OMS de 2021. Dicha propuesta aumenta la eficacia de los planes de calidad del aire para garantizar el cumplimiento de las normas lo antes posible. Esto se logrará: a) exigiendo que los planes de calidad del aire se elaboren de manera previa a la entrada en vigor de los estándares, cuando se estén incumpliendo los límites antes de 2030; b) especificando que los planes de calidad del aire deben tener como objetivo que el período de superación sea lo más breve posible y, en cualquier caso, no superior a 3 años para los valores límite; y c) obligando a actualizar periódicamente los planes de calidad del aire si no logran el cumplimiento.

Además, se introducen valores límite para todos los contaminantes atmosféricos actualmente sujetos a valores objetivo, excepto el ozono (O₃). La experiencia de las directivas actuales demuestra que esto aumentará la eficacia en la reducción de las concentraciones de contaminantes atmosféricos. El ozono queda exento de este cambio debido a las complejas características de su formación en la atmósfera, que complican la tarea de evaluar la viabilidad del cumplimiento de unos valores límite estrictos. Los valores límite y objetivo revisados entrarán en vigor en 2030, equilibrando la necesidad de una rápida mejora con la de garantizar un plazo suficiente y la coordinación con políticas clave relacionadas que darán resultados en 2030, como el paquete de políticas de mitigación del cambio climático, Objetivo 55, ya descrito. Una vez que se apruebe esta Directiva, su contenido deberá ser traspuesto a nuestro ordenamiento jurídico en el plazo de dos años.

En materia de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, a partir de la denominada **Directiva de Techos de Emisión**, el Estado aprobó en 2019 el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA), en el cual se plantearon unos objetivos de reducción más ambiciosos que los propuestos en la Directiva para la mayoría de los contaminantes.

I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA)

El PNCCA propone actuaciones para la próxima década en campos como la eficiencia energética, el transporte, la edificación, la industria o la agricultura.

En la siguiente tabla, se muestran los objetivos fijados por la Directiva de Techos y el primer PNCCA del Estado español:

Contaminante	% reducción de emisiones en 2030 respecto a 2005		
	Directiva de Techos	I PNCCA	
		Escenario 2025	Escenario 2030
SO ₂	88%	89%	92%
NO _x	62%	57%	66%
COVNM	39%	28%	30%
NH ₃	16%	13%	21%
PM _{2,5}	50%	36%	50%

Tabla 2. Objetivos de reducción de emisiones fijadas en la Directiva de Techos y los escenarios previstos el PNCCA (Fuente: Datos del resumen ejecutivo del I-PNCCA).

El PNCCA define objetivos y acciones estratégicas a partir de 2020, prestando especial atención a las zonas en las que la población y los ecosistemas están expuestos a niveles más elevados de contaminación y reforzando las sinergias con los objetivos estratégicos en materia de energía y cambio climático. Para ello, establece una serie de medidas sectoriales y transversales, en consonancia no solo con las políticas nacionales de calidad del aire, sino también con las políticas energéticas y climáticas definidas en el PNIEC.

1.4 Marco de la Comunidad de Madrid

En el contexto madrileño se han venido desarrollando estrategias y planes a nivel general y sectorial relacionados de forma directa o indirecta con el clima, la energía y la calidad del aire.

1.4.1 Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid

En 2021, en el contexto de cambio climático y necesidad de abordar un nuevo modelo energético que se ha expuesto y tomando como marco y referente las políticas diseñadas a nivel nacional e internacional, la respuesta del Gobierno de la Comunidad de Madrid al reto medioambiental y energético al que se enfrenta nuestra región, originado por una fuerte carbonización de todos los sectores de nuestra economía, lo que se traduce en las consiguientes emisiones atmosféricas y el riesgo para nuestra calidad de vida, es el **Plan de Descarbonización de la Comunidad de Madrid y cuidado del medio ambiente**, que abarca el periodo de 2021 a 2024.

La visión que ha guiado la realización de esta hoja de ruta es **descarbonizar para seguir creciendo**. Por ello pretende:

- Impulsar la transformación de la Comunidad de Madrid en una región descarbonizada.
- Facilitar que el crecimiento de la producción de bienes y servicios se haga en las regiones más descarbonizadas, como es la Comunidad de Madrid.
- Incrementar la eficiencia de nuestra economía e industria (producir más de forma más eficiente) disminuyendo nuestra huella energética.
- Reducir las emisiones directas en la Comunidad de Madrid.
- Reducir los riesgos asociados a la dependencia energética.
- Mejorar la prevención y la adaptación de las poblaciones de la Comunidad de Madrid frente a eventos meteorológicos extremos.
- Favorecer la investigación e innovación en tecnologías de bajas emisiones.

La ejecución de la hoja de ruta se concreta en cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro sectores, que reflejan el compromiso inequívoco de la Comunidad de Madrid en afrontar los problemas medioambientales originados por el uso intensivo de fuentes de energías fósiles. En el marco de este mismo compromiso se formula la presente **Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid-2030**.

1.4.2 Plan Azul+ de la Comunidad de Madrid

Cabe destacar el ciclo estratégico gobernado por la Estrategia de Calidad del Aire y el Cambio Climático, el denominado Plan Azul+ 2013-2020⁴⁰, así como su documento de Revisión, cuyas medidas siguen en ejecución en la actualidad. Este proyecto tiene como principales líneas de trabajo la mejora de la calidad del aire, la disminución de gases de efecto invernadero y la implantación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Como principales objetivos propone:

- Proporcionar un marco de referencia para acometer actuaciones coordinadas entre las distintas Administraciones públicas.
- Mejorar el conocimiento disponible sobre calidad del aire y adaptación al cambio climático.
- Reducir la contaminación por sectores.
- Fomentar el uso de combustibles limpios y mejores tecnologías.
- Promover el ahorro y la eficiencia energética.
- Involucrar al sector empresarial en la problemática de calidad del aire y el cambio climático.
- Mantener medios y herramientas adecuados de evaluación y control de la calidad del aire.

El Plan Azul+ considera prioritario dar continuidad a la reducción de las emisiones de los últimos años y a la mejora de la calidad del aire, haciendo especial hincapié en objetivos y actuaciones dirigidas a los sectores de transporte (principalmente emisiones de NO_x debidas al transporte por carretera) e industria (principalmente emisiones de COVNM del uso de disolventes y otros productos), sin dejar de lado el establecimiento de objetivos y medidas sobre otras sustancias y/o sectores que presenten algún potencial de actuación.

En cuanto a la mejora de la calidad del aire se establecieron objetivos cuantitativos que se concretan en el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Real Decreto 102/2011, 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, en todo el territorio de la Comunidad de Madrid, y en la reducción de las emisiones de GEI.

El Plan Azul+ se componía de cincuenta y ocho medidas agrupadas en cuatro programas sectoriales, dirigidos a disminuir las emisiones de contaminantes de los principales sectores generales de actividad de la Comunidad de Madrid y cuatro programas horizontales, que recogen actuaciones con un alcance transversal y que inciden en dos o más de estos sectores.

⁴⁰https://www.comunidad.madrid/transparencia/sites/default/files/plan/document/577_189_memoria_estategia_de_calidad_del_aire_de_la_comunidad_de_madrid_2013-2020_0.pdf

ALCANCE	PROGRAMA LÍNEAS DE ACTUACIÓN
SECTORIAL	TRANSPORTE
	 Tecnología y combustible menos contaminantes
	 Alternativas al tráfico privado motorizado
	 Utilización de modos de transporte alternativos
	 Transporte de mercancías
	 Transporte público
	 Aeropuerto
	 RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL
	 INDUSTRIA
	 AGRICULTURA Y MEDIO RURAL
HORIZONTAL	 FORMACIÓN, INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN
	 NORMATIVAS, AYUDAS Y FISCALIDAD
	 PLANIFICACIÓN
	 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Ilustración 10. Esquema general de estos programas y medidas del Plan Azul+. (Fuente: elaboración propia)

Cabe señalar que en 2016 se iniciaron los trabajos de revisión del Plan Azul+, con la intención de redefinir en lo necesario los objetivos a cumplir y las medidas a adoptar, especialmente en aquellos ámbitos en los que resultaba necesario intensificar los esfuerzos, como es el caso de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el ozono (O₃). Dichos trabajos finalizaron en abril de 2019 con la redacción del documento de Revisión de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, “Plan Azul+”. La Revisión del Plan Azul+ tiene como finalidad la consecución del cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Azul+ para aquellos contaminantes que, según los datos proporcionados por la Red, superan los valores objetivo y valores límite fijados en la normativa y, además, encamina los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos fijados tanto a nivel nacional como en los acuerdos internacionales recientemente adoptados. Se refuerza la acción fundamentalmente en materias como la movilidad eléctrica, la adaptación al cambio climático o la gobernanza sostenible. El resultado de este análisis se tradujo en la propuesta de 40 medidas adicionales, 12 nuevas y 28 complementarias a las ya incluidas en el Plan Azul+, con un periodo de ejecución superior al horizonte temporal del mismo, dando especial prioridad a aquellas actuaciones relacionadas con la reducción de las emisiones procedentes del transporte, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

1.4.3 Plan Energético 2016-2020

A su vez, en lo que respecta a energía, cabe destacar el **Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2016-2020**, que contemplaba actuaciones en diferentes sectores socioeconómicos de la región, afectando así a todos los ciudadanos, empresas e instituciones públicas de la Comunidad de Madrid. El Plan tenía los siguientes objetivos:

- Mejora de la eficiencia en el uso de la energía, que permitiera **reducir el consumo en un 10 % respecto del escenario tendencial**.
- **Incremento del 35 % en la producción de energía renovable y por encima del 25 % en la producción energética total**.
- Satisfacción de la demanda energética con altos niveles de seguridad y calidad en el suministro, reforzando para ello las **infraestructuras** existentes.

1.4.4 Plan Estratégico de Canal de Isabel II

En la Comunidad de Madrid la gestión del ciclo integral del agua (de la captación al vertido a cauce) es responsabilidad del Canal de Isabel II. Esto permite ejecutar un plan estratégico integral para la gestión de este recurso en toda la Comunidad de Madrid para mejorar las condiciones de resiliencia en la gestión integral del ciclo del agua en la región, quizás el ámbito más sensible de la Comunidad de Madrid en términos climáticos.

En su **Plan Estratégico 2018-2030**⁴¹ se establecen objetivos, medidas e indicadores concretos en un aspecto clave para la adaptación al cambio climático como es la garantía de suministro mediante el manejo eficiente de los recursos existentes, la extensión y el fomento del uso del agua regenerada y la gestión eficiente de la demanda. También se está actuando desde el Canal de Isabel II frente a otro riesgo climático clave, como es el de las inundaciones, especialmente por medio del **Plan Sanea** (apoyando la elaboración de Planes directores de alcantarillado, teniendo en cuenta la componente climática), así como mediante la gestión preventiva de embalses y el fomento de técnicas de drenaje urbano sostenible.

La Comunidad de Madrid se enmarca en una situación geográfica caracterizada históricamente por la escasez y limitación de sus recursos hídricos. Canal de Isabel II, desde sus orígenes hasta la actualidad, ha desarrollado planes de actuación capaces de garantizar el suministro en escenarios de crecimiento poblacional y de sequía.

Ante los retos de estrés hídrico que se pueden presentar como consecuencia del cambio climático, el objetivo es anticiparse para que, aun con regímenes de precipitación diferentes a los conocidos hasta ahora y un aumento moderado de la población, se pueda mantener o mejorar el nivel de garantía actual. El Plan Estratégico de Canal maneja previsiones que estiman que la Comunidad de Madrid podría alcanzar una

⁴¹ https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/695160/INFORME_PLAN+ESTRATEGICO.pdf

población de 8 a 8,5 millones de habitantes en 2030, con una mayor presión de la población estacional, así que para ser capaces de dar respuesta a las demandas de agua define 4 objetivos estratégicos:

Objetivo estratégico 1.- Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos quince años.

Para conseguir este objetivo establece cuatro planes para asegurar la máxima eficiencia de los recursos existentes, extender y fomentar el consumo de agua regenerada, y asegurar y fomentar una gestión eficaz de la demanda.

- **Plan para asegurar la máxima eficiencia de los recursos existentes**, con el que se pretende hacer frente a los efectos del cambio climático y al incremento de población, con acciones entre las que destacan las encaminadas a continuar con el sistema protocolizado de optimización de las operaciones, el desarrollo de un nuevo sistema de mantenimiento preventivo de las infraestructuras, o la optimización de la gestión de los embalses y el aprovechamiento de las aguas subterráneas.
- **Plan para extender y fomentar el consumo de agua regenerada** llegando al mayor número posible de clientes y usos futuros, para evitar el uso de agua potable.
- **Plan para asegurar y fomentar una gestión eficaz de la demanda**, a través de acciones destinadas a reducir el agua no controlada, con tecnologías para la detección, reducción y prevención del fraude y fugas, así como mejoras en la precisión de la lectura en los contadores domiciliarios, desarrollo de campañas que impacten en la conciencia social y que motiven el ahorro, y revisión de la actual estructura tarifaria.
- **Plan -25: Reducir en un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante**. Aunque la Comunidad de Madrid ya cuenta con un consumo por habitante bajo en relación con el resto de España, este ambicioso plan pretende liderar todas las tecnologías, tanto por el lado de la oferta como de la demanda, para reducir el consumo global, acercándonos en el 2030 a los 156 litros al día por habitante de agua derivada para todos los usos, lo que representaría uno de los consumos más eficientes de la Unión Europea.

Objetivo estratégico 2.- Garantizar la calidad del agua desde su origen, preservando todas las fuentes de suministro, hasta el punto de consumo.

El Plan estrella de este segundo objetivo es la **sustitución de redes obsoletas para la mejora de la calidad del agua y evitar las pérdidas de red**. Como en el resto de España, algunos de los materiales utilizados en la red de más de 17.000 km de Canal han demostrado tener una calidad inferior a los que se instalan actualmente. Esta actuación, sin parangón en nuestro país, permitirá mantener la mejor calidad del agua, reduciendo aún más las pérdidas de red. El Plan pretende la renovación del 100 % de las conducciones según la norma de Canal en 2030.



Objetivo estratégico 3.- Asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos que afecten a las redes, a la calidad del agua suministrada o a los sistemas de información de Canal.

En esta línea estratégica, mediante los Planes puestos en marcha, se marca el objetivo de que, en el año 2030, el 100 % de los contratos de gestión integral de abastecimiento tengan una alternativa de suministro para restablecer el servicio en menos de doce horas. De los Planes incluidos dentro de este objetivo destaca especialmente el **Plan de resiliencia del suministro a municipios**, que pretende mejorar la configuración y la operación del sistema de abastecimiento para asegurar la continuidad del suministro ante contingencias a nivel municipal. En una primera etapa se han establecido los niveles de resiliencia ante distintas contingencias (periodo 2018-2022), y posteriormente se han empezado a ejecutar las acciones operacionales y estructurales que garanticen el cumplimiento de esos niveles (periodo 2018-2030).

Objetivo estratégico 4.- Fomentar la economía circular y el desarrollo sostenible, abordando los retos asociados al cambio climático mediante los planes de adaptación y mitigación correspondientes.

El Plan estrella dentro de este objetivo es el **Plan de Generación Limpia - 0,0 kWh** que pretende alcanzar el 100 % de autoconsumo de fuentes renovables o de alta eficiencia. El objetivo es ser la primera empresa de su sector en Europa que produzca una cantidad de energía igual o superior a la consumida con fuentes renovables (hidráulicas, solares y de biogás) o de alta eficiencia.

La estrategia en esta línea consiste en mejorar aún más la depuración de las aguas residuales, adaptar la gestión a los efectos del cambio climático, fomentar la economía circular y colaborar proactivamente con todos los colectivos interesados en la protección del medio ambiente. Para ello se han definido cuatro grandes planes estratégicos para el periodo 2018-2030:

- **Plan de excelencia en depuración**, se realizan actuaciones como programas de modelización de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), programas de mejora en la calidad de los vertidos de estas o un plan de mejora del control de vertidos industriales a la red.
- **Plan de eficiencia energética y cambio climático**, con el que se abordan los retos asociados al cambio climático a través de acciones de adaptación y mitigación, y un plan de ahorro energético y eficiencia para reducir el consumo específico en el ciclo del agua.
- **Plan de fomento de la economía circular**, dentro del cual se establecen acciones encaminadas a alcanzar una gestión y un uso más eficiente de los recursos naturales, con acciones para la gestión y aprovechamiento integral de los subproductos de los procesos y un plan de aprovechamiento agrícola de los lodos de EDAR, previa higienización.

- **Plan para el desarrollo de energías limpias**, en el que se desarrollan acciones dirigidas a impulsar la generación de energías limpias para la reducción de la huella de carbono.

Objetivo estratégico 5.- Plan Sanea: mejorar la red de alcantarillado para convertirla en la más eficiente y moderna de nuestro país, asegurando el saneamiento del agua de forma sostenible y evitando desbordamientos en los sistemas de drenaje.

Se pretende que en todos los municipios madrileños que se adhieran a este reto se disponga de planes directores de alcantarillado, que se mantendrán actualizados implantando las medidas y acciones necesarias. Todas las actuaciones se dirigirán a desarrollar el alcantarillado en la Comunidad de Madrid para conseguir una mejora de su red, cuya consecuencia será la reducción de vertidos incontrolados y, a su vez, una mejora de los cauces receptores y una disminución del riesgo de inundaciones en los municipios gestionados, para lo que se completa este plan con acciones para la desconexión de las aguas limpias a las redes de alcantarillado y la extensión de sistemas sostenibles de drenaje urbano. La disminución de la aportación de aguas limpias a las redes de saneamiento mejorará la calidad del agua en los cauces receptores, disminuirá los vertidos en tiempo seco y conseguirá un uso eficiente de la energía y del proceso de depuración. Asimismo, la aplicación del Plan Sanea permitirá la extensión de técnicas sostenibles de drenaje urbano.

1.4.5 Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos

El **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid**, aprobado en 2017 y revisado en 2022, persigue impulsar el ahorro y la eficiencia energética en los edificios propios de la Comunidad de Madrid. Se estima que se trata de 3.812 edificios con utilización y consumos significativos, con una superficie total de casi 10 millones de m².

El conjunto de las actuaciones previstas pretende reducir el consumo de energía de los edificios públicos sin merma de sus prestaciones, de manera que se incremente la eficiencia en la gestión de la energía y de los gastos corrientes de la Administración. El Plan asume los siguientes objetivos:

- Rehabilitación energética anual de al menos un 3 % de la superficie total ocupada.
- Reducción del consumo total acumulado de energía en el conjunto de los edificios de un 18 % en 2025.
- Mejora de la calificación energética de un 25 % de los edificios para 2025.
- Aumento del peso de las energías renovables sobre el gasto energético total en los edificios de la Comunidad de Madrid, hasta alcanzar el 25 % para 2025, tanto con sistemas de aprovechamiento térmico como de generación eléctrica.

El último informe de seguimiento muestra que hasta 2021, dentro del marco de este Plan, se ha aprobado la ejecución de 3.017 actuaciones por un importe total de más de 148 millones de euros. Estas actuaciones han supuesto un ahorro energético de 25.895 tep, lo que supone, a su vez, que han dejado de emitirse 82.622 tCO₂.

1.4.6 Otros planes relacionados con el cambio climático

Procede también mencionar que, desde la Comunidad de Madrid, se han realizado en los últimos años otras contribuciones significativas que están relacionadas con las materias o aspectos objeto de la presente Estrategia, especialmente en lo que se refiere a mitigación y adaptación al cambio climático, tales como:

- El **Plan integral de Recuperación y Conservación de los Ríos y Humedales**, aprobado con el propósito de articular la actuación interinstitucional en aspectos clave como la gestión de los recursos, la conservación de los cauces, así como la conservación y la mejora de la biodiversidad. Comprende dos partes con diferente alcance y escala de actuación: el Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y la Estrategia de Recuperación y Conservación de los Ríos de la Comunidad de Madrid.
- El proyecto **Arco Verde**, iniciativa que está conectando veinticinco municipios con los tres grandes Parques Regionales de la Comunidad de Madrid (Cuenca Alta del río Manzanares, Curso Medio del río Guadarrama y Sureste) y los extensos parques periurbanos de Valdebenardo, Bosque Sur y Polvoranca, para crear un gran Corredor Verde que provea de servicios ecosistémicos al Área Metropolitana de la capital.
- El **Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020**, que contenía medidas para fomentar el desarrollo económico en las zonas rurales, restaurar y preservar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura y mejorar la viabilidad de las explotaciones agrarias, entre otros.
- El **Plan Terra** (Plan de Acción para la Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), que tiene una componente relevante de sostenibilidad y resiliencia.

Adicionalmente, con objeto de gestionar los fondos europeos dirigidos a la recuperación de la crisis económica originada por la COVID-19 y canalizados a través de la Administración General del Estado, se publica la **Estrategia para la Recuperación y Resiliencia de la Comunidad de Madrid**. La Estrategia compila las transformaciones futuras de todos los sectores económicos de la Región, que debe consolidarla como territorio inteligente y sostenible, para fortalecer la economía verde, luchar contra el cambio climático, así como proteger y cuidar de la biodiversidad como claves del bienestar futuro. En este sentido, cabe destacar las inversiones previstas para los siguientes fines:

- Promoción de la descarbonización y el uso de las energías renovables y el hidrógeno verde (212 M€).



- Fomento de la eficiencia energética y el aprovechamiento de recursos (1.601 M€).
- Promoción de la regeneración rural y urbana para la implementación de la Agenda Urbana 2030 (51 M€).
- Fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, alineado con los actuales planes en funcionamiento de la Fundación Canal de Isabel II -Plan Sanea y Plan RED - (2.537 M€).
- Preservación de la biodiversidad y mejora de la resiliencia medioambiental mediante la creación de Corredores ecológicos previstos en el Plan Recorre y Arco Verde (57 M€).

Por último, se deben también incluir los planes para la prevención y gestión del riesgo de desastres, y en concreto los Planes Territoriales y los Planes Especiales de Protección Civil, entre los que procede destacar los relativos a incendios forestales, inclemencias invernales e inundaciones.

De forma genérica, el instrumento organizativo general que da respuesta a situaciones de grave riesgo colectivo o catástrofe en la Comunidad de Madrid es el **Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM)** aprobado en 2019 con carácter de Plan Director. En el caso concreto de los incendios forestales, el plan de actuación más reciente es el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA) aprobado en 2017, En cuanto al riesgo de inundaciones, el marco de actuación en caso de eventos catastróficos se recoge en el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM), aprobado en 2020. En el caso de la actuación frente a inclemencias climáticas se dispone de un plan específico, el Plan de Protección Civil ante Inclemencias Invernales en la Comunidad de Madrid.

Cabe también citar la **Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024)**, compuesta por un Programa de Prevención de Residuos y diez Planes de Gestión de distintas clases de residuos y que persigue, entre otros objetivos, prevenir la generación de residuos en la Comunidad de Madrid, maximizar la transformación de los residuos en recursos, en aplicación de los principios de la economía circular, reducir el impacto ambiental asociado con carácter general a la gestión de los residuos y, en particular, los impactos vinculados al calentamiento global y fomentar la utilización de las Mejores Técnicas Disponibles en el tratamiento de los residuos.

2. *DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID*

La crisis desencadenada por la COVID-19 ha alterado por completo el escenario global en el que se desarrollan las políticas y las relaciones a nivel mundial y los aspectos relacionados con la energía y el clima no escapan al impacto de esta crisis. A nivel económico y social, la COVID-19 ha provocado una crisis sin precedentes cuya evolución futura está marcada por una gran incertidumbre.

En el ámbito energético, y como efecto más inmediato, la crisis originada por el coronavirus y agravada por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, ha alterado drásticamente, no sólo las previsiones de precios, producción y suministros de petróleo y gas natural, sino también las relaciones diplomáticas a nivel mundial que rigen el mercado global.

Esta incertidumbre sobre el futuro hace difícil prever cómo puede afectar este escenario actual a los retos en materia de transición energética y a la lucha contra el cambio climático.

Ante esta situación de incertidumbre, conocer el estado actual del sistema energético, el clima y la calidad del aire de la Comunidad de Madrid, así como las fortalezas y debilidades de estos ámbitos en su conjunto, es un ejercicio fundamental para poder reaccionar a cambios inesperados, garantizar la *resiliencia climática* y el buen funcionamiento del sistema energético en el futuro y cumplir los compromisos y obligaciones exigidas en la normativa, tanto de clima como de calidad del aire.

2.1. **Situación actual de la Comunidad de Madrid**

2.1.1 **Marco socioeconómico y geográfico**

La Comunidad de Madrid está situada en la submeseta sur de la meseta central, en el centro de la Península Ibérica. La región cuenta con una superficie de 8.028,5 km² y está delimitada por el sistema central en su parte septentrional y el río Tajo en su parte meridional. Al norte y al oeste la Comunidad Autónoma limita con Castilla y León, y al sur y este con Castilla-La Mancha.

Debido a las características del relieve de la Comunidad, en la región se pueden reconocer cuatro clasificaciones climáticas diferenciadas (entre paréntesis se incluye la clasificación Köppen-Geiger correspondiente): clima mediterráneo de verano (Csa),

clima mediterráneo de verano cálido (Csb), clima frío y semiárido (BSk) y clima oceánico (Cfb).

La mayoría de la población se concentra en el centro y sur de la región (ver Ilustración 11), zonas que pertenecen a las clasificaciones Csa y Csb y, por lo tanto, con veranos calurosos e inviernos fríos, con una temperatura media anual de 13,7 °C y una precipitación cercana a los 450 mm anuales. Estas condiciones climáticas afectan profundamente a las necesidades de climatización, provocando grandes consumos de energía para calefacción en invierno y refrigeración en verano.

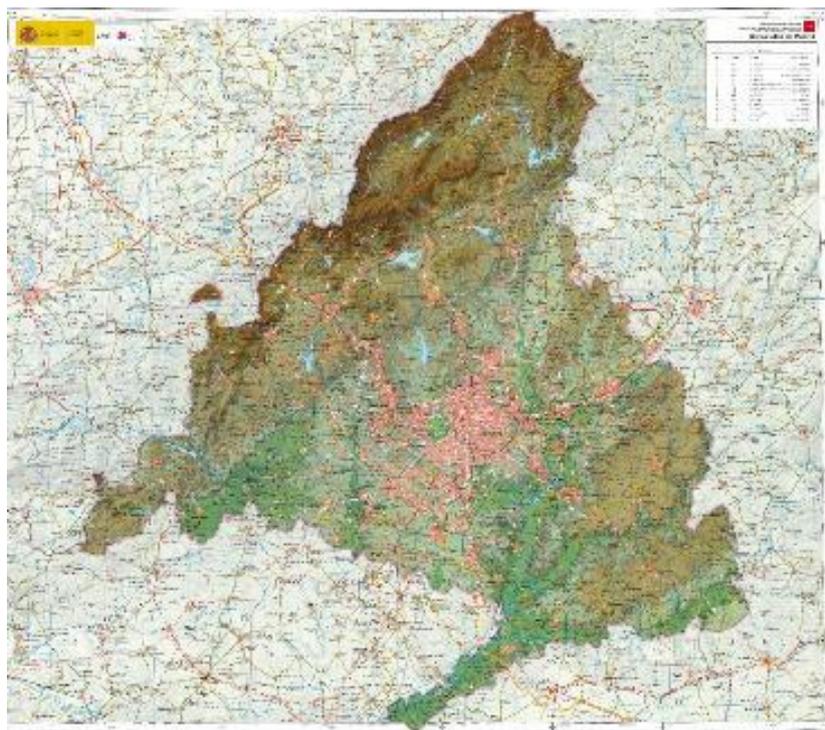


Ilustración 11. Mapa físico de la Comunidad de Madrid (Fuente: IGN)

La Comunidad de Madrid es la tercera Comunidad Autónoma en términos de población y la más densamente poblada del ámbito nacional. Desde 1998 la Comunidad ha experimentado un proceso de crecimiento continuo, con la excepción del periodo comprendido entre el año 2013 y 2015, periodo en el cual experimentó un ligero decrecimiento. La variación de la población, de acuerdo con el padrón por Comunidades Autónomas (publicado por el INE) alcanza su máximo en el año 2003 y su mínimo en el 2014. Desde este año el porcentaje de variación anual de la población ha experimentado un aumento progresivo resultando en un crecimiento cada vez más acelerado. En el futuro, el INE espera que la tendencia creciente de la población se mantenga y supere los 7.360.000 habitantes en 2035.

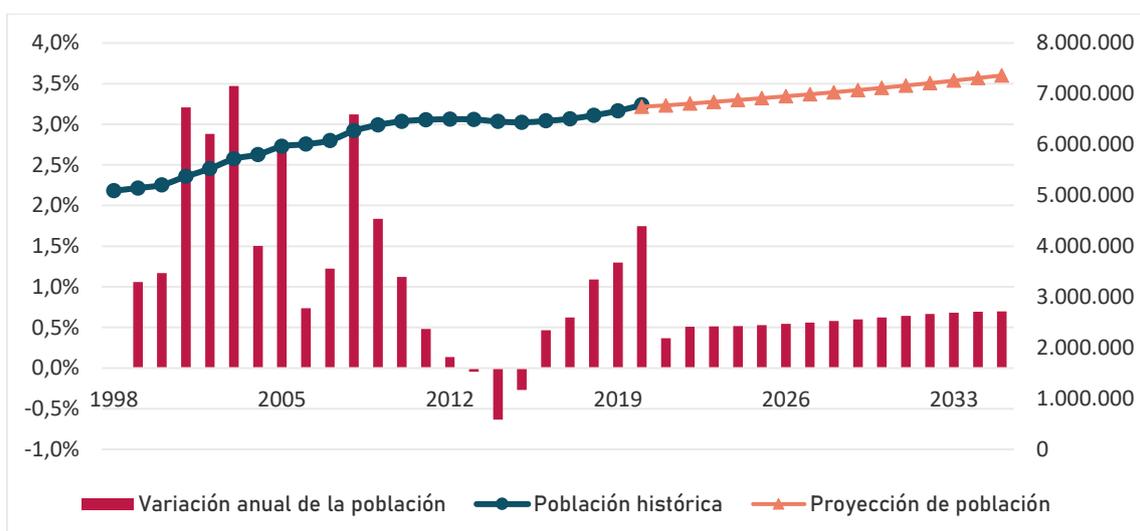


Ilustración 12. Población histórica y proyectada de la Comunidad de Madrid (número de habitantes). (Fuente: Elaboración propia basada en INE (proyección de la población 2022-2072, publicado el 13/10/2022) y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (padrón continuo, series anuales desde 1998)).

En lo referente a la estructura demográfica de la región, la Comunidad de Madrid actualmente cuenta con un grueso poblacional en torno a los 45 años, lo que supone un gran peso de la población activa. De acuerdo con las proyecciones de evolución de la población del INE para 2035 se espera un envejecimiento de la población y una reducción del porcentaje de población activa en favor de la tercera edad. Además, también se espera una reducción del número de menores de 18 años.

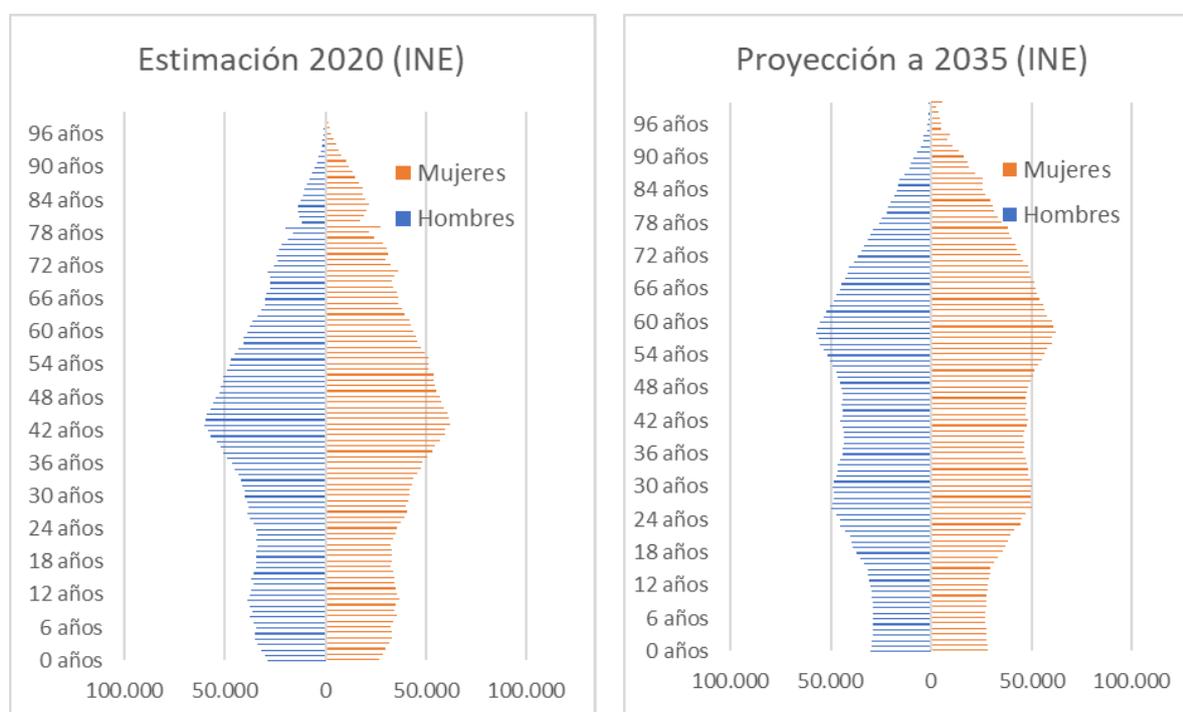


Ilustración 13. (a) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2020 (estimación del INE). (b) Pirámide poblacional de la Comunidad de Madrid para el año 2035 (Fuente: Proyección del INE).

Respecto al contexto macroeconómico, tomando como referencia 2019, dados los efectos distorsionadores de la pandemia, la Comunidad de Madrid fue la región con mayor PIB *per cápita* del Estado, y la que mayor tasa de crecimiento anual experimentó ese año (4,6 %), alcanzando los 35.913 €/hab⁴². Tanto el PIB como el PIB *per cápita* de la región siguen una tendencia alcista desde el año 2014, tras el periodo de recesión asociado a la crisis económica del 2007.

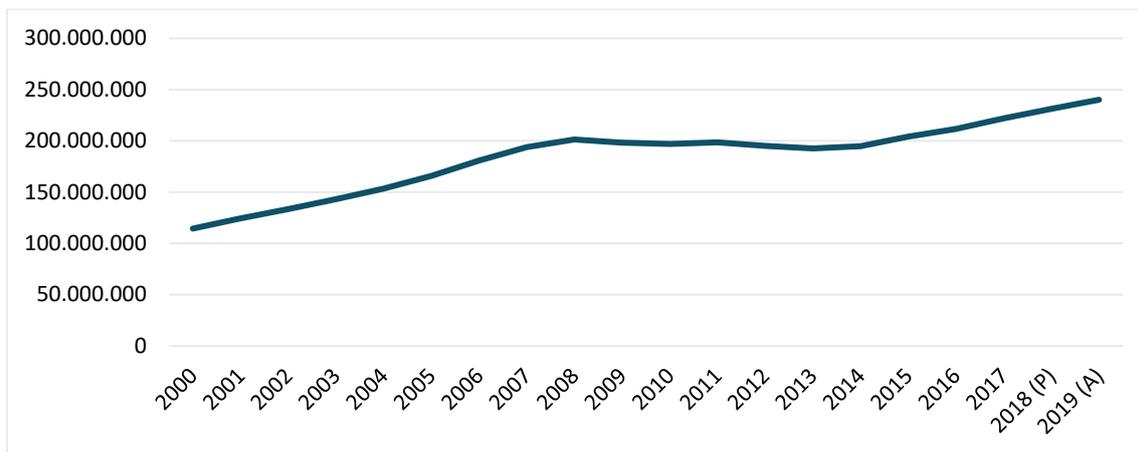


Ilustración 14. PIB de la Comunidad de Madrid a precios de mercado (miles de euros). (Fuente: INE)

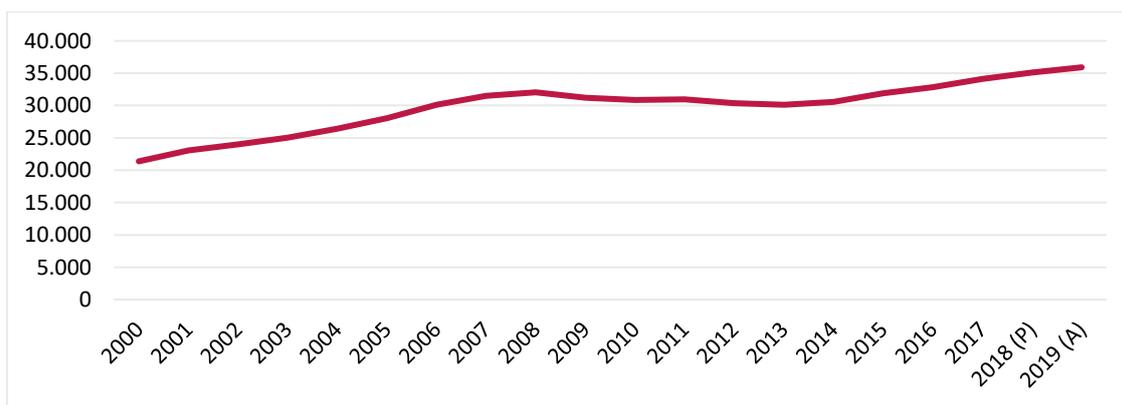


Ilustración 15. PIB per cápita a precios de mercado de la Comunidad de Madrid (Euros por habitante). (Fuente: INE)

El sector económico principal de la región es el sector terciario, destacando especialmente las ramas de actividad del comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas, transporte y almacenamiento, hostelería (códigos NACE⁴³: G, H e I) y seguidos de cerca por actividades profesionales, científicas y técnicas, actividades administrativas y servicios auxiliares (códigos NACE: M y N) y administración pública y defensa, seguridad social obligatoria, educación, actividades sanitarias y de servicios sociales (códigos NACE: O, P y Q) de acuerdo con los datos de contabilidad regional de España publicados por el INE.

⁴² Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Contabilidad Regional de España. Revisión Estadística 2019.

⁴³ Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea (NACE)

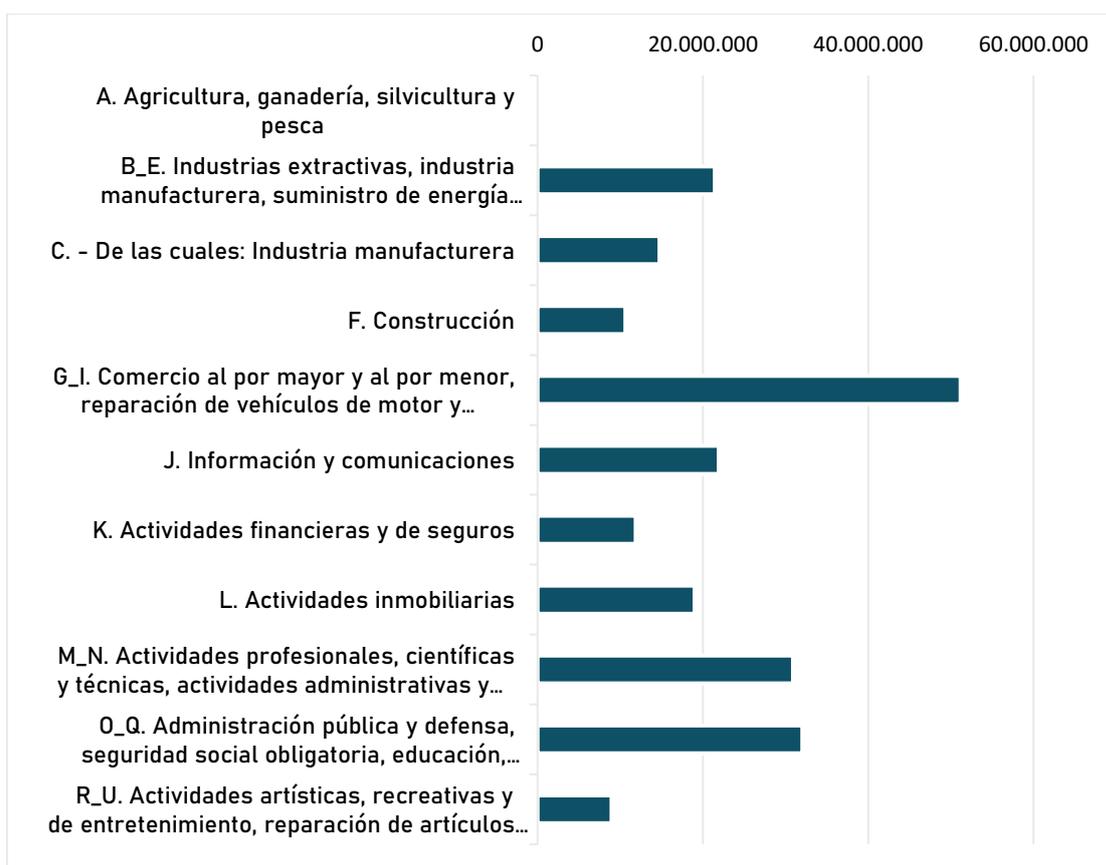


Ilustración 16. Valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad (2018): Precios corrientes para el periodo. Unidades: miles de euros (Fuente: INE)

En definitiva, la Comunidad de Madrid es una región muy dinámica por varias razones. Primero, la capital de España, Madrid, se encuentra en nuestra comunidad y es un importante centro de negocios y turismo. Además, la Comunidad de Madrid tiene una economía fuerte y diversificada, con una gran cantidad de empresas y sectores en crecimiento. También cuenta con una población joven (con respecto a las Comunidades de su entorno) y altamente educada, lo que contribuye a su dinamismo.

Por otra parte, la Comunidad de Madrid invirtió en 2020 un total de 4.252 millones de euros en I+D, ocupando la primera posición entre las comunidades autónomas en cuanto al gasto total interno dedicado a actividades I+D⁴⁴.

2.1.2 Diagnóstico energético

Consumo energético por fuentes

El consumo total de energía final de la Comunidad de Madrid en el año 2020 alcanzó las 8.219 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep), con una acusada reducción frente al año anterior como consecuencia de la pandemia, si bien en 2019, último año

⁴⁴ Indicadores I+D+i de la Comunidad de Madrid. Obtenido de: [https://www.comunidad.madrid/servicios/educacion/indicadores-idi-comunidad-madrid#:~:text=INDICADORES%20REGIONALES,nacional%20\(1%2C41%25\)](https://www.comunidad.madrid/servicios/educacion/indicadores-idi-comunidad-madrid#:~:text=INDICADORES%20REGIONALES,nacional%20(1%2C41%25)).

considerado con consumo normal, se llegó a los 10.877 ktep, cifra cercana a la registrada en 2005.

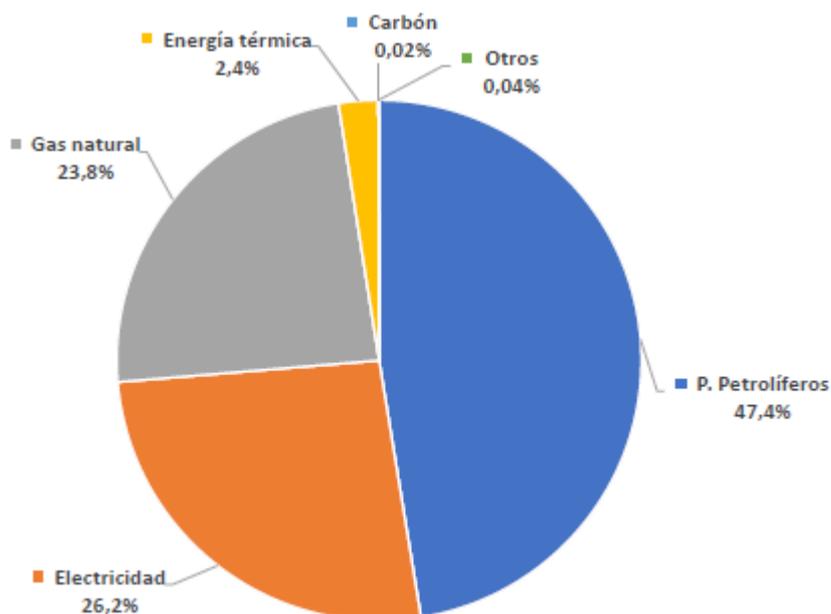


Ilustración 17. Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (2020). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
P. Petrolíferos	5.398	6.520	6.111	5.564	5.766	5.873	6.183	6.309	3.900
Electricidad	1.871	2.401	2.542	2.310	2.320	2.297	2.492	2.298	2.156
Gas natural	1.205	1.847	2.126	1.792	1.852	1.836	2.057	2.061	1.959
Energía térmica	134	204	207	184	188	195	203	200	200
Carbón	26	20	9	8	8	8	7	6	1
Otros	0	0	48	0	0	0	595	4	3
Total	9.174	10.992	11.045	9.860	10.135	10.210	11.537	10.878	8.219

Tabla 3 Consumo energético en la Comunidad de Madrid por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Intensidad energética

Atendiendo a la intensidad energética (tep/M€), el consumo por unidad de producto interior bruto generado en la Comunidad de Madrid ha seguido una tendencia descendente en la última década. En este caso, la intensidad energética con respecto al año 2000 se ha visto reducida en 20 tep/M€₂₀₁₅. Esta reducción en la intensidad energética refleja los esfuerzos realizados en materia de eficiencia y ahorro de energía.

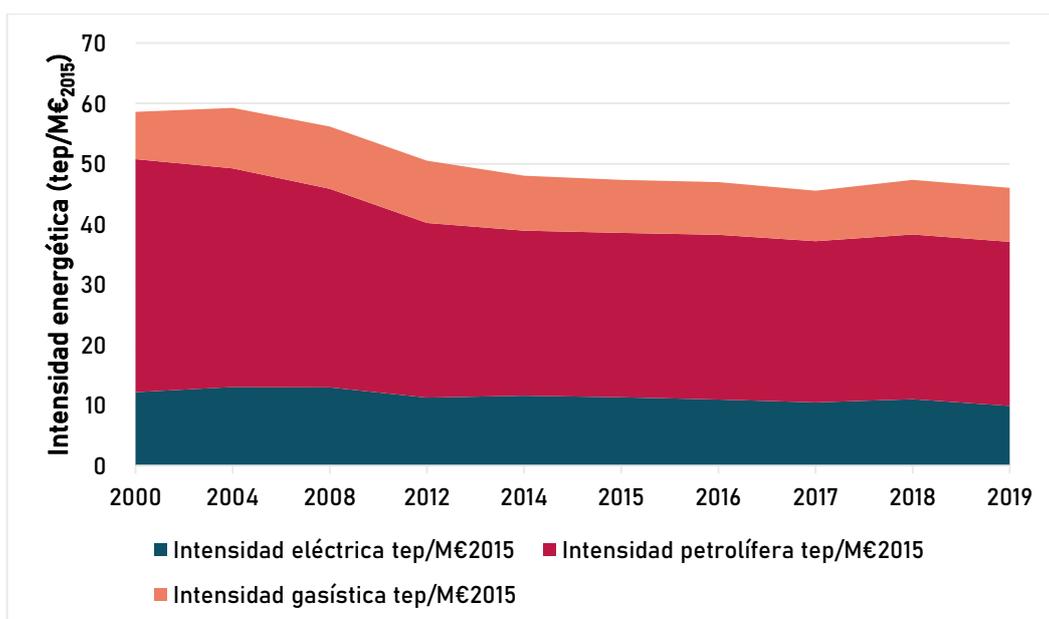


Ilustración 18. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€₂₀₁₅. (Fuente: Fenercom)

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intensidad eléctrica tep/M€₂₀₁₅	12,2	13,0	13,0	11,3	11,6	11,3	11,0	10,5	11,0	9,9	10
Intensidad petrolífera tep/M€₂₀₁₅	38,6	36,2	32,9	28,9	27,3	27,2	27,3	26,7	27,3	27,2	19
Intensidad gasística tep/M€₂₀₁₅	7,8	10,0	10,3	10,3	9,1	8,8	8,8	8,4	9,1	8,9	9
Intensidad energética tep/M€₂₀₁₅	59,6	60,4	57,3	51,9	49,1	48,3	47,9	46,4	48,2	46,8	40

Tabla 4. Intensidad energética de la Comunidad de Madrid. Unidades: tep/M€₂₀₁₅. (Fuente: Fenercom)

A continuación, se presentan los valores de intensidad energética de la Comunidad de Madrid en relación con la población desde el año 2000 hasta el 2019. En 2020 y como consecuencia de la pandemia la intensidad energética fue la menor de los últimos veinte años, al haberse limitado los desplazamientos y las actividades económicas de todo tipo y, por tanto, el consumo de productos petrolíferos.

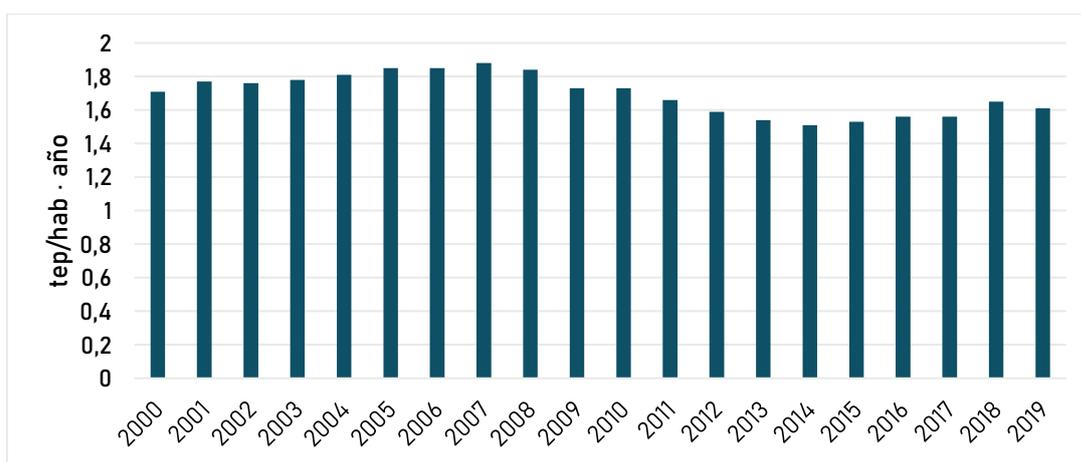


Ilustración 19. Evolución del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid por habitante y año. (Fuente: Fenercom)

Dentro del contexto nacional, **la Comunidad de Madrid es la región de España con una menor intensidad energética**, de acuerdo con los datos de Fenercom. El protagonismo del sector servicios frente a otros sectores más intensivos en el consumo energético posiciona a Madrid claramente como la comunidad de mayor eficiencia en la generación de valor por unidad de consumo energético.

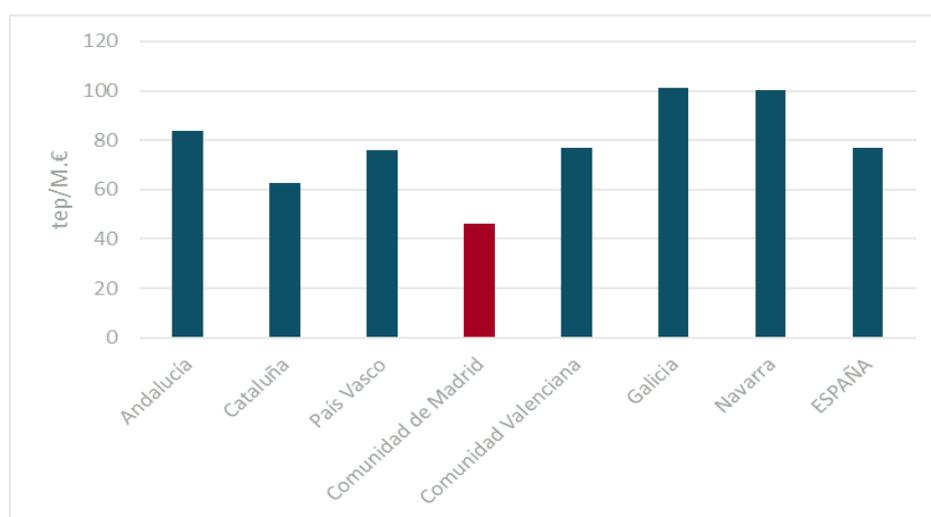


Ilustración 20. Intensidad energética de energía final para varias CC.AA. y el conjunto nacional. Año 2017. (Fuentes: Agencia Andaluza de la Energía, Instituto Catalán de Energía, Eustat, Fenercom, Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, INEGA, Gobierno de Navarra, MITERD)

Consumo energético por sectores

El consumo de energía final en la Comunidad de Madrid está protagonizado por el sector del transporte, que supuso, en 2019, un 54,7 % del consumo total de energía final. Le siguen, siempre con datos de 2019, el sector residencial y doméstico con un consumo del 22,4 % y el sector servicios e industrial con un 12,9 % y un 7,8 %, respectivamente.

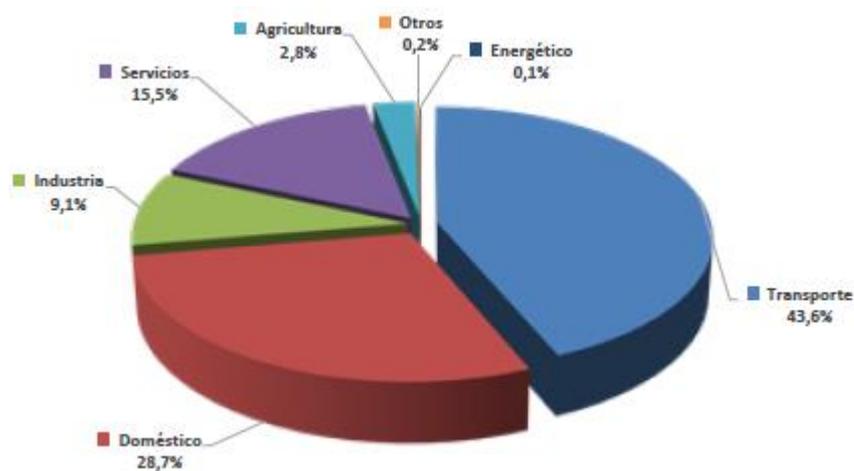


Ilustración 21. Estructura sectorial de consumo de energía final en la Comunidad de Madrid para el año 2020. (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Doméstico

El sector doméstico en la Comunidad de Madrid se caracteriza por hacer un gran uso del gas natural y de la energía eléctrica para satisfacer sus necesidades energéticas. Se aprecia una tendencia de reducción del uso de derivados del petróleo en este sector y su sustitución por gas natural. En cuanto al consumo total de energía se mantiene relativamente estable en el tiempo, mostrando un máximo de consumo en 2008, previo a los efectos de la crisis económica y un mínimo en 2014. En la actualidad, el consumo muestra un comportamiento próximo a la estabilización.

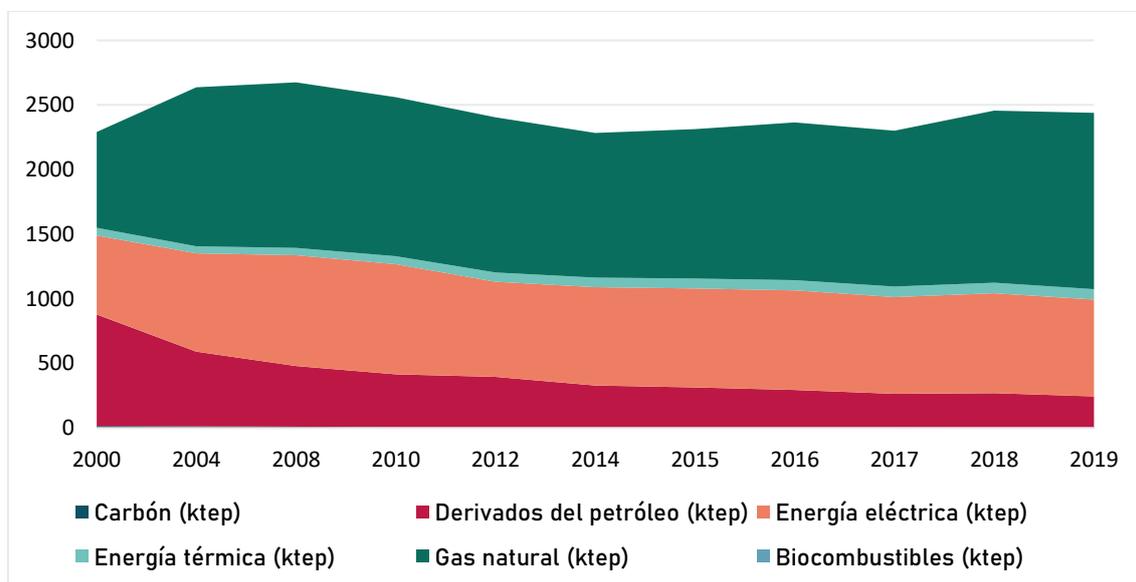
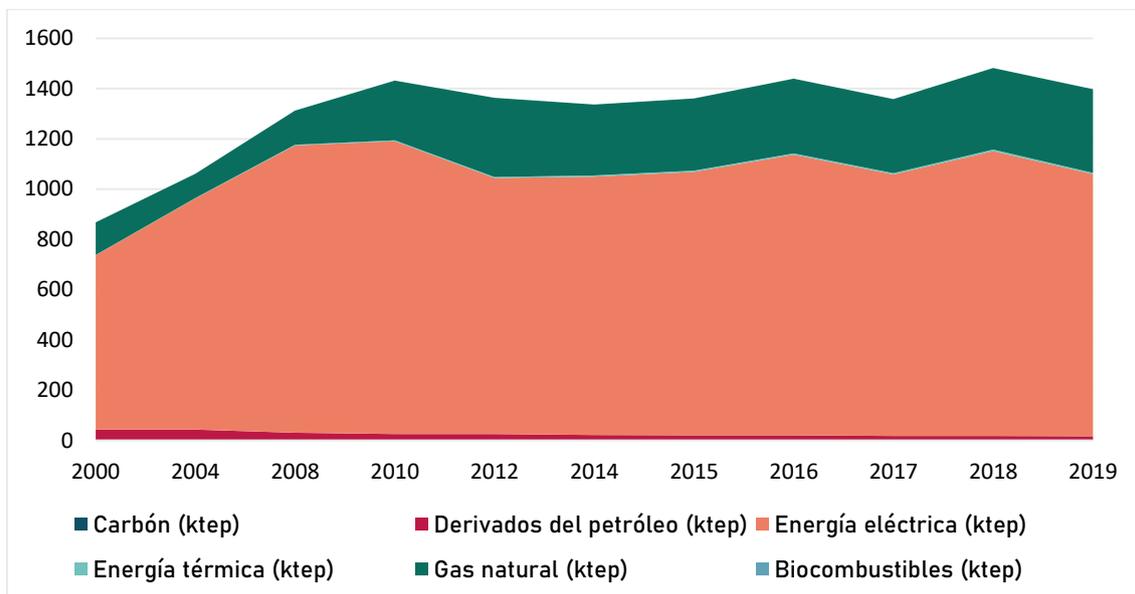


Ilustración 22. Consumo energético del sector doméstico por combustible de uso final (ktep). (Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)

Servicios

El sector servicios en la Comunidad de Madrid sufrió un aumento muy relevante de su consumo energético entre los años 2000 y 2008. En los últimos años su consumo energético mantiene un comportamiento relativamente estable, con un total inferior a los

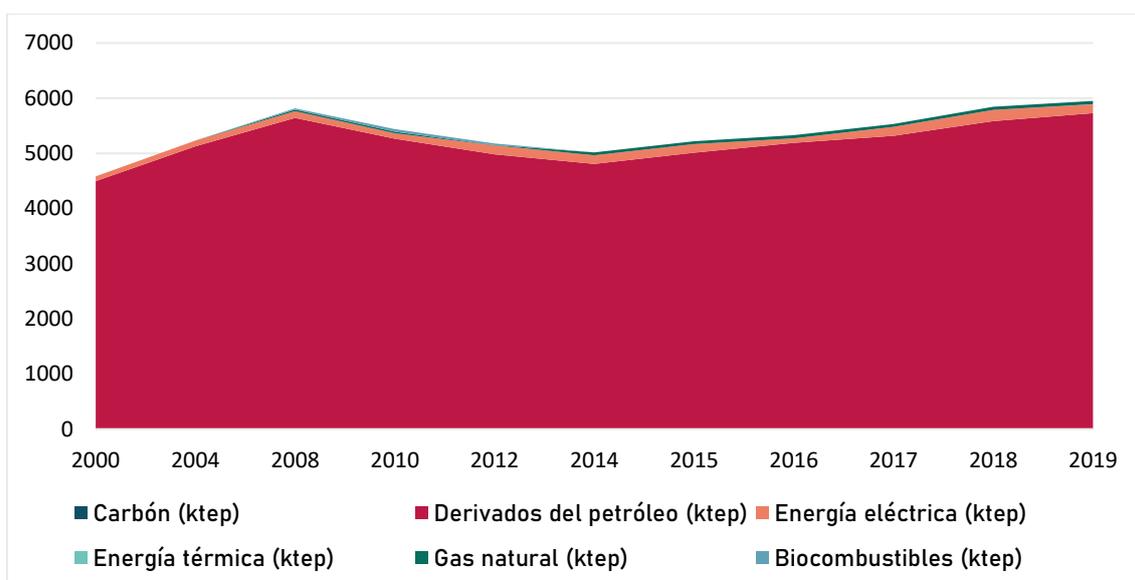
1.400 ktep anuales. La fuente energética más consumida en este sector es la energía eléctrica, que supone el 73,4 % del consumo de energía final, mientras el resto del consumo se debe, prácticamente en su totalidad, al gas natural, que supone un 24,7 % del total.



*Ilustración 23. Consumo energético del sector servicios por combustible de uso final (ktep).
(Fuente: Balance Energético de la Comunidad de Madrid. Fenercom)*

Transporte

De forma similar al sector servicios, el consumo en el sector transporte en la Comunidad de Madrid muestra un comportamiento ascendente hasta el año 2008, tras el cual experimenta una ligera recesión. En la actualidad el comportamiento del consumo de este sector se encuentra en tendencia ascendente. Debido a la dificultad para introducir combustibles alternativos el 96,3 % de la energía final consumida en este sector proviene del petróleo y sus derivados. Sin embargo, se puede apreciar un crecimiento de la contribución de la energía eléctrica, que ha pasado de suponer un 1,6 % del consumo de energía final en el 2008 a un 4,2 % en 2020.



*Ilustración 24. Consumo energético del sector transporte por combustible de uso final (ktep).
(Fuente: Fenercom)*

La red de transporte de la Comunidad de Madrid es amplia y compleja. El transporte público es el gran protagonista en los esquemas de movilidad de la Comunidad, ya que dos de cada tres desplazamientos se realizan por tal medio o a pie⁴⁵. El sistema de transporte público de la Comunidad de Madrid cuenta con una amplia oferta de servicios. En 2019 la producción de servicios para el conjunto de los modos de transporte se situó en 349,5 millones de coches-km ferroviarios y 273,8 millones de coches-km por carretera, sobre una red de 11.249 km que atiende a todos los municipios de la región. Todo este sistema ha facilitado los más de 1.600 millones de desplazamientos de viajeros, el 78,1 % de los cuales se realizan con el Abono Transporte. Esto supone más de 4,3 millones de Tarjetas Transporte Público personales activas, es decir, más de un 50 % de la población de la Comunidad comprendida entre los 4 y los 85 años de edad, a las que hay que añadir 12,3 millones de Tarjetas Multi (Tarjeta Transporte Público no personal).⁴⁶

El consumo de energía para transporte en la Comunidad de Madrid es un reflejo directo de la distribución modal de los desplazamientos mecanizados de la región. El transporte público cuenta con una intensidad energética mucho menor que el transporte privado, lo que supone que se necesita menor cantidad de energía para que una persona realice el mismo desplazamiento. La Encuesta de Movilidad de la Comunidad de Madrid 2018⁴⁷ compara el reparto público/privado en los viajes entre coronas (divisiones territoriales para el análisis que toman como centro el municipio de Madrid y se delimitan mediante un radio interior y otro exterior). El mayor uso del transporte público en la ciudad se da para viajes realizados en el interior de la corona central y alcanza el 56 % de los desplazamientos en dicha zona. También destaca un alto porcentaje de uso del transporte público para la movilidad entre las zonas más periféricas al centro. Los

⁴⁵ https://www.crtm.es/media/828114/informe_anual.pdf

⁴⁶ <https://www.comunidad.madrid/inversion/madrid/transporte-publico-excelencia>

⁴⁷ https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf

trayectos realizados entre zonas periféricas tienen al transporte privado como gran protagonista, ya que se utiliza entre el 83 % y el 87 % de los desplazamientos exteriores a la corona central.

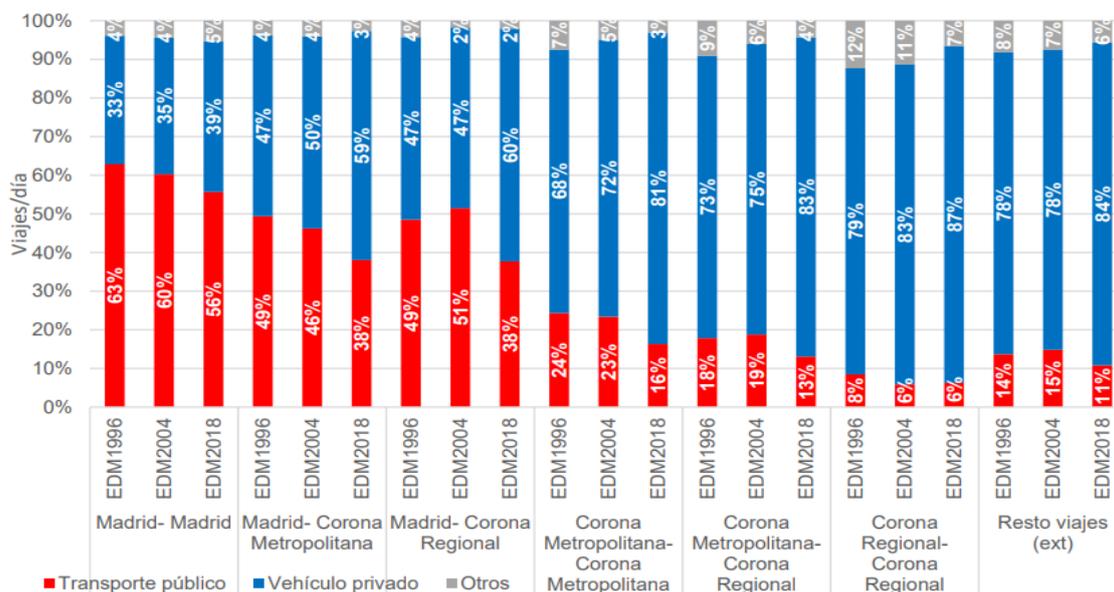


Ilustración 25. Distribución del reparto público y privado del transporte mecanizado en la Comunidad de Madrid (Fuente: CRTM – Encuesta de Movilidad 2018).

En lo referente al parque de vehículos de la Comunidad de Madrid es posible destacar que el porcentaje de turismos con respecto al parque total (77 %) es superior a la media nacional (69 %) (según datos de DGT y presentados en la siguiente tabla).

	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Parque de vehículos	4.410.056	4.248.662	4.200.832	4.308.908	4.442.952	4.667.024	4.856.325	5.012.028
CAMIONES Y FURGONETAS								
GASOLINA	70.578	61.631	55.875	54.311	53.671	53.553	54.710	57.368
GASÓLEO	598.124	534.396	516.636	531.362	539.243	567.131	594.295	608.883
OTROS	190	442	848	1.241	1.880	3.318	5.934	11.443
TOTAL	668.892	596.469	573.359	586.914	594.794	624.002	654.939	677.694
AUTOBUSES								
GASOLINA	164	138	43	46	41	40	41	38
GASÓLEO	11.002	9.859	9.477	9.457	9.459	9.614	9.327	9.061
OTROS	166	626	712	776	995	1.273	1.672	1.901
TOTAL	11.332	10.623	10.232	10.279	10.495	10.927	11.040	11.000
TURISMOS								
GASOLINA	1.606.811	1.433.210	1.343.478	1.352.435	1.394.487	1.470.878	1.579.260	1.703.888
GASÓLEO	1.768.850	1.856.978	1.910.402	1.979.738	2.040.981	2.138.118	2.150.688	2.110.664
OTROS	263	849	2.385	4.791	6.894	13.093	29.954	51.510
TOTAL	3.375.924	3.291.037	3.256.265	3.336.964	3.442.362	3.622.089	3.759.902	3.866.062
MOTOCICLETAS								
GASOLINA	258.339	293.521	306.600	318.780	334.049	345.911	360.886	377.410
GASÓLEO	216	227	164	265	336	433	527	628



	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
OTROS	108	785	958	1.124	1.324	1.599	3.024	8.129
TOTAL	258.663	294.533	307.722	320.169	335.709	347.943	364.437	386.167
TRACTORES INDUSTRIALES								
GASOLINA	168	126	0	0	0	0	0	0
GASÓLEO	17.070	15.892	17.476	19.548	23.142	25.126	27.669	30.897
OTROS	2	3	0	0	0	0	0	0
TOTAL	17.240	16.021	17.476	19.548	23.142	25.126	27.669	30.897
OTROS VEHÍCULOS								
GASOLINA	13.344	12.195	11.476	11.231	11.026	10.879	10.748	10.652
GASÓLEO	32.127	25.866	22.241	21.835	23.372	23.888	25.287	27.103
OTROS	32.534	1.918	2.061	1.968	2.052	2.170	2.303	2.453
TOTAL	78.005	39.979	35.778	35.034	36.450	36.937	38.338	40.208
TOTAL - GENERAL								
GASOLINA	1.949.404	1.800.821	1.717.472	1.736.803	1.793.274	1.881.261	2.005.645	2.149.356
GASÓLEO	2.427.389	2.443.218	2.476.396	2.562.205	2.636.533	2.764.310	2.807.793	2.787.236
OTROS	33.263	4.623	6.964	9.900	13.145	21.453	42.887	75.436
TOTAL	4.410.056	4.248.662	4.200.832	4.308.908	4.442.952	4.667.024	4.856.325	5.012.028

Tabla 5. Parque de vehículos registrados de la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom, DGT). Otros indican vehículos movidos por GLP, GNC, vehículos híbridos y eléctricos, etc.

	Butano	Eléctrico	GLP	GNC	Hidrógeno	GNL	Biometano	Solar	Biodiesel	Etanol
AUTOBUSES	6	128	7	1.665	1					
CAMIONES HASTA 3.500 kg	4	577	915	443		1				
CAMIONES MÁS DE 3.500 kg	1	23	52	851		34				
CICLOMOTORES		3.659	2							
FURGONETAS	11	2.525	4.130	1.858		1	1			
MOTOCICLETAS	5	8.079	27	2						
OTROS VEHÍCULOS	2	1.227	68	4		1		1		
REMOLQUES										
SEMIREMOLQUES										
TRACTORES INDUSTRIALES										
TURISMOS	191	19.162	25.128	6.881	19	9	1		9	14
TOTAL	220	35.380	30.329	11704	20	46	2	1	9	14

Tabla 6. Detalle del parque de vehículos de combustibles alternativos de la Comunidad de Madrid para el año 2019. (Fuente: Fenercom)

El protagonismo de los turismos en el parque de vehículos junto con el hecho de que el transporte sea el mayor consumidor de energía en la región otorga una especial relevancia a la promoción de la movilidad sostenible. Para ello es importante conocer la tipología de turismos en circulación en la región de acuerdo con su distintivo medioambiental. Como se puede ver en la siguiente ilustración, elaborada a partir de datos de la DGT (2021), alrededor de un 7 % de los vehículos cuentan con el distintivo ECO y menos del 2 % son vehículos cero emisiones. Aun pudiendo parecer porcentajes que indican una adopción poco significativa de vehículos de bajas emisiones, el nivel de penetración de estos es superior al doble que la media nacional.

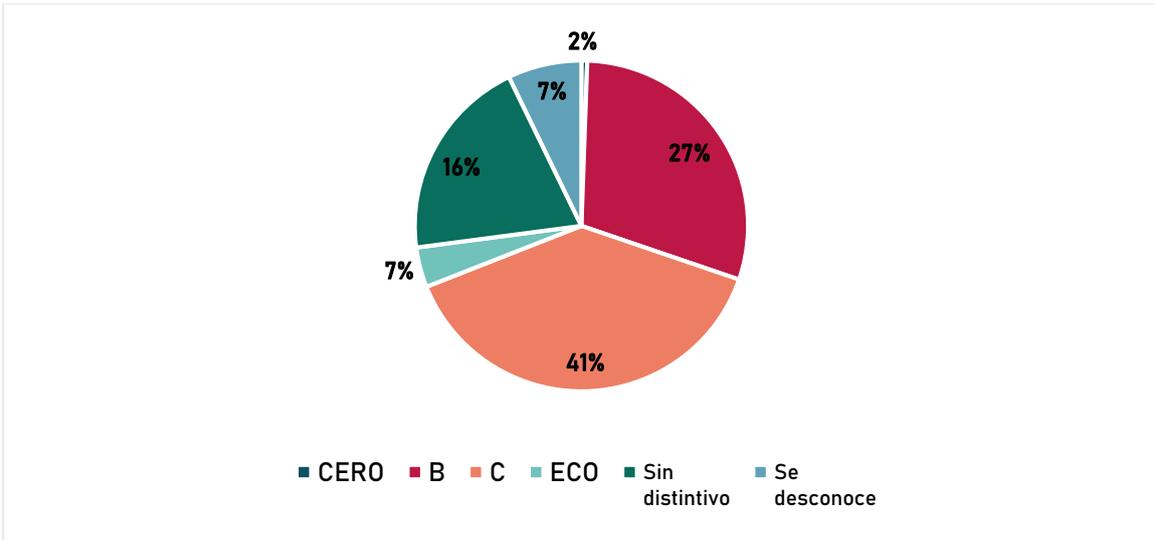


Ilustración 26. Parque de turismos por distintivo medioambiental en la Comunidad de Madrid. Año 2021. (Fuente: DGT)

De hecho, en 2021 en la Comunidad de Madrid se matricularon el 40 % del total de los matriculados en España y un 33,3 % de ellos ECO o Cero emisiones.

Industria

La industria es uno de los sectores de la Comunidad de Madrid que más cambios ha experimentado en las últimas dos décadas. Desde el año 2000 y hasta 2008 experimentó un aumento del consumo de energía, de hecho, el consumo del gas natural casi llegó a duplicarse. Con la llegada de la crisis económica de 2008 el consumo asociado a la industria se vio reducido fuertemente y en la actualidad mantiene un comportamiento estable, a pesar de la recuperación progresiva del Valor Añadido Bruto (VAB) tras la pandemia. En el año 2019, el consumo de energía final en la industria madrileña fue de 844 ktep. En 2020, debido a la crisis de la COVID-19, el consumo bajó a 750 ktep. La energía más utilizada en este sector en la actualidad es el gas natural (39,3 %), seguida muy de cerca por la energía eléctrica (37,3 %).

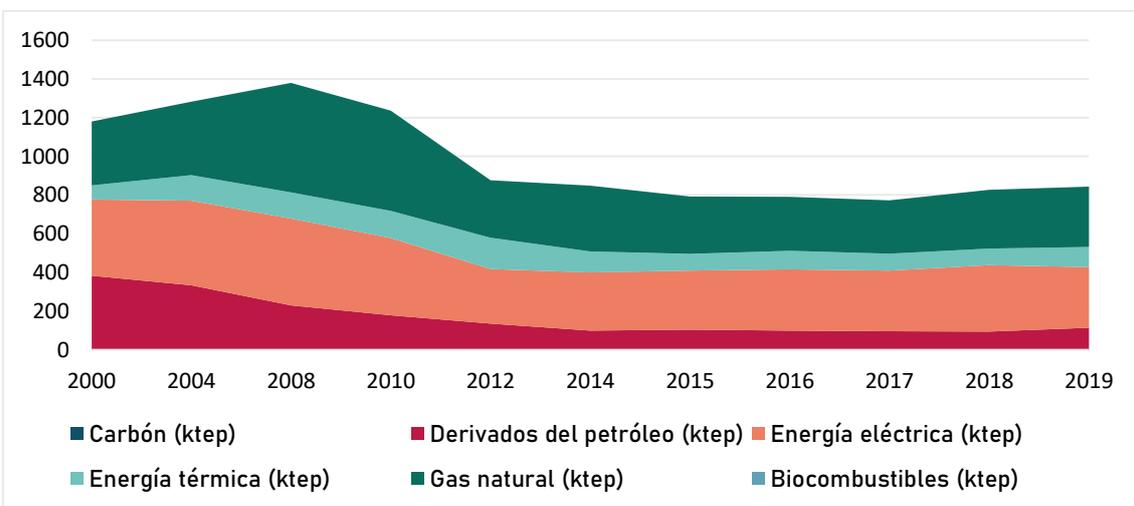


Ilustración 27. Consumo energético del sector industrial por combustible de uso final. Unidades: ktep. (Fuente: Fenercom)

Estructura del consumo de energía final

El consumo de energía final de la Comunidad de Madrid en 2020⁴⁸ está protagonizado por los productos petrolíferos y sus derivados, que suponen un 47,4 % (58,0 % en 2019) del total y son empleados principalmente en el sector del transporte. La energía eléctrica es la segunda más consumida con un 26,2 % (21,1 % en 2019) del consumo final, seguida muy de cerca por el gas natural, que representa el 23,8 % (19,0 % en 2019). El resto del consumo energético es abastecido por fuentes de energía minoritarias como el carbón (< 0,1 %) los biocombustibles (> 0,1 %) y otras fuentes de energía térmica (2,4 %, 1,8 % en 2019).

El transporte supone la mayor parte del consumo energético de la región, ya que alcanza un 43,8 % (54,7 % en 2019) del consumo de energía final.

Generación energética

La energía generada en la Comunidad de Madrid cuenta con instalaciones dedicadas a la generación de energía, tanto eléctrica como térmica. Una parte de las instalaciones de generación aprovechan fuentes de energía autóctonas, como la energía solar térmica y fotovoltaica, la biomasa, la hidráulica o la valorización energética de residuos. Por otra parte, las instalaciones de cogeneración hacen uso de fuentes energéticas importadas como son el gas natural y el fuelóleo para la generación de electricidad y energía térmica. En 2020, se generaron en la región 160 ktep de energía eléctrica, lo que equivale a un 7,4 % de la electricidad consumida en la región.

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hidráulica	16	22	9	7	20	13	15	14	13	10	12
RSU	20	20	19	16	12	15	16	17	19	20	19
Tratamiento de residuos	4	25	23	23	23	22	21	22	22	23	23
Cogeneración	49	79	114	138	94	68	69	67	68	82	80
Solar fotovoltaica	0	0	2	7	8	9	8	8	8	8	8
Biomasa	6	14	14	16	17	17	18	18	18	18	18
Total	97	159	181	206	175	145	147	146	148	161	160

Tabla 7. Generación eléctrica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom)

Los sistemas de generación de energía térmica de la región consisten en instalaciones solares térmicas, geotérmicas, biomasa y cogeneración. En el año 2020 la generación térmica en el territorio alcanzó los 212 ktep.

⁴⁸ Estudio del consumo basado en datos del "Balance energético de la Comunidad de Madrid 2020" (Fenercom 2021).

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cogeneración	58	117	121	145	94	79	79	77	78	95	91
Solar térmica	3	3	7	15	16	17	18	19	20	22	25
Biomasa	74	66	66	76	81	81	83	83	83	83	84
Geotermia	0	0	0	3	4	5	5	7	9	10	12
Total	134	187	195	239	196	182	185	186	190	210	212

Tabla 8. Generación de energía térmica en la Comunidad de Madrid (ktep). (Fuente: Fenercom)

Excluyendo la cogeneración del balance energético, debido a que el combustible empleado representaría una fuente energética importada, 201 ktep de consumo de energía final serían abastecidos mediante recursos autóctonos de la Comunidad de Madrid. Esto significa que **la generación autóctona supone un 2,4 % del consumo de energía final total regional. Si se contempla la cogeneración como fuente de autoabastecimiento este porcentaje alcanzaría el 4,5 %.**

En lo referente al aprovechamiento de recurso autóctono, la biomasa se presenta como el principal recurso generador de energía en la región, ya que representa un 50,5 % de la energía total generada (este cálculo excluye la cogeneración al utilizar gas natural importado). El tratamiento de residuos (21,1 %) y la solar térmica (12,4 %) son las siguientes tecnologías con una mayor producción.

Hidráulica

La Comunidad de Madrid cuenta en la actualidad con una potencia instalada de energía hidráulica de 110,5 MW, lo que supuso una producción total de energía en bornas de central de 144,2 GWh en el año 2020. Debido a la variabilidad del recurso hídrico, la producción de las centrales hidráulicas de la Comunidad de Madrid en la última década ha oscilado entre los 78 y los 226 GWh anuales.

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Buenamesón	2.463	2.442	889	456	0	471	742	616	0	0	0	23
Picadas	34.200	48.698	11.581	20.651	8.123	52.835	30.618	30.588	37.614	22.099	13.037	17.259
San Juan	37.511	54.046	24.016	31.208	15.391	58.747	35.376	39.550	47.021	28.271	16.655	25.347
La Pinilla	5.464	6.890	3.940	5.228	3.103	7.148	4.920	6.120	3.213	6.628	4.701	7.172
Riosequillo	14.880	19.412	6.861	9.463	6.470	16.811	13.433	16.243	7.083	1.355	10.173	17.265
Puentes Viejas	20.420	27.108	10.671	17.334	10.691	22.078	6.449	22.790	13.294	22.009	15.553	25.478
El Villar	14.481	17.729	7.396	13.147	6.726	16.862	14.345	14.898	9.354	15.813	10.015	8.209
El Atazar	32.154	40.942	23.807	34.359	19.939	37.680	32.501	34.311	25.550	30.934	29.369	31.151
Torrelaguna	10.034	13.926	3.729	1	0	0	2.771	490	5.973	5.910	7.183	2.497
Navallar	13.069	10.853	3.528	4.514	1	3.871	6.488	2.869	4.622	6.344	3.540	935
Resto de centrales	6.200	8.614	6.331	6.998	7.662	10.352	7.644	9.583	8.317	9.005	9.476	8.887
TOTAL (MWh)	190.876	250.659	102.748	143.359	78.106	226.855	155.287	178.058	162.042	148.367	119.701	144.223

Tabla 9. Generación energética de centrales hidráulicas en Comunidad Madrid (MWh). (Fuente: Fenercom)



Residuos energéticamente valorizables

Los residuos sólidos urbanos, residuos industriales y lodos provenientes de aguas residuales representan una oportunidad de aprovechamiento energético viable para obtener un valor añadido, ya sea mediante la generación de energía eléctrica o de energía térmica, por medio de diferentes procesos.

Metanización de residuos

El proceso de metanización permite la obtención de fertilizantes y biogás a partir de residuos biodegradables. Una vez obtenido el biogás es posible hacer un aprovechamiento energético del recurso obtenido tanto para la generación de energía eléctrica como térmica.

En la Comunidad de Madrid están emplazadas las plantas de Pinto, Las Dehesas y La Paloma (estas dos últimas en el municipio de Madrid). La planta de Pinto, puesta en funcionamiento en 2003, cuenta con una potencia instalada de 15,5 MW y una capacidad de tratamiento de 140.000 t/año de residuos. En 2019, la planta generó 68,7 GWh de energía eléctrica. La planta de Las Dehesas cuenta con una planta de separación y recuperación, planta de biometanización, compostaje, tratamiento de plásticos, restos de animales, voluminosos, transferencia de rechazos, tratamiento de lixiviados y vertedero controlado. La planta de la Paloma consta de una planta de separación y recuperación, biometanización, compostaje, tratamiento de biogás, tratamiento de lixiviados y transferencia de rechazos. En 2019, las dos plantas del municipio de Madrid generaron conjuntamente más de 100 GWh de energía eléctrica

Digestión anaeróbica de Lodos

En la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II gestiona más de ciento cincuenta instalaciones de depuración de aguas residuales que generan fangos o lodos que pueden ser sometidos a un proceso de estabilización anaeróbica o metanización.

Actualmente, de media, el 46,6 % de la energía consumida en todas las depuradoras es abastecida mediante biogás producido en las plantas Viveros, China, Butarque, Sur, Suroriental, Valdebebas, Rejas y La Gavia. El aprovechamiento energético del biogás se produce mediante un proceso de cogeneración. En el año 2019, la energía producida en la Comunidad de Madrid por este tipo de instalaciones fue de 83,99 GWh. Como se ve en la siguiente gráfica el consumo de biogás es relativamente constante.

La producción de todas las instalaciones de Canal de Isabel II en 2021 fue de más de 400 GWh los que supuso una autoproducción de más del 85 % de su consumo anual. Este nivel de autoproducción es el mayor en todo el sector del agua en España y configura un modelo de gestión eficiente reconocido por Naciones Unidas⁴⁹.

⁴⁹https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/12257471/20220511_Acuerdo+cooperacion+UN+DESA.pdf/c47ac78c-4fea-7eed-2ca1-ac422453fd39?t=1652269447808

PRODUCCIÓN ELÉCTRICA POR TECNOLOGÍAS DE CANAL 2018 - 2021
(producción en MWh y autoproducción en %)

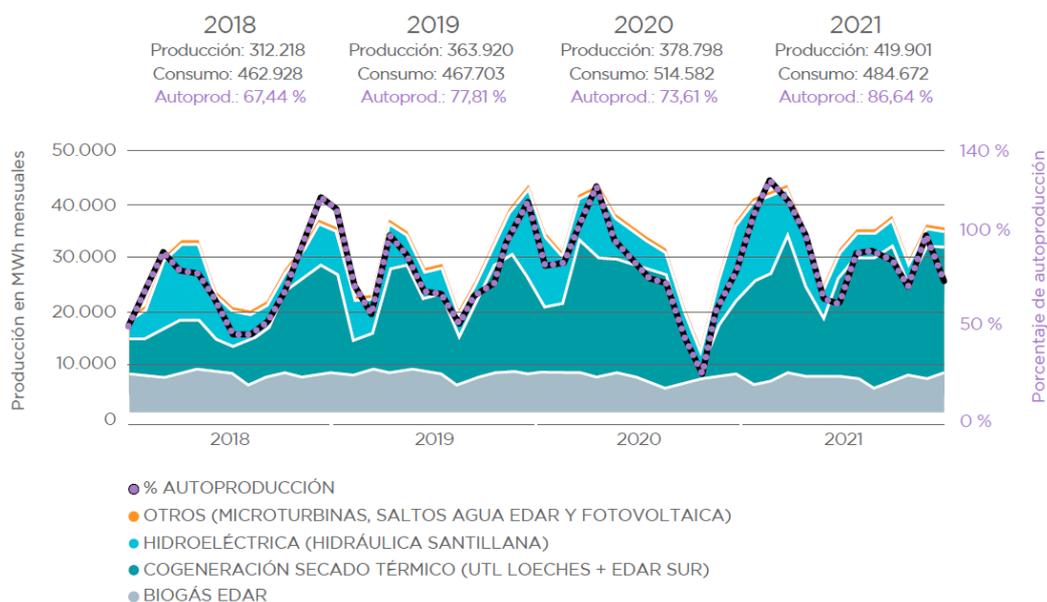


Ilustración 28. Producción eléctrica por tecnologías de Canal 2018-2021. (Fuente: Canal de Isabel II)

Incineración de residuos urbanos

La central de Las Lomas, en funcionamiento desde 1997 en el parque tecnológico de Valdemingómez, posee tres líneas de 200 t/d cada una para la incineración de «combustible derivado de residuos» con una potencia total de 29,8 MW, lo que supuso una generación de 226,7 GWh en el año 2020. El proceso consiste principalmente en la combustión del residuo para la generación de vapor y transformación en energía eléctrica por medio de una turbina acoplada a un generador.

Desgasificación de vertederos

Los vertederos son los lugares de almacenamiento o eliminación de residuos mediante depósito subterráneo o en superficie. La descomposición de la materia orgánica almacenada da lugar a dos subproductos, lixiviados y biogás. Este último es potencialmente recuperable mediante pozos de captación, por medio de un proceso denominado desgasificación.

En el vertedero de Valdemingómez, que estuvo en funcionamiento de 1978 al año 2000, es posible aplicar estas técnicas para la valorización energética de los residuos enterrados. Mediante doscientos ochenta pozos de captación y ocho motores generadores con una potencia total de 18,7 MW, a lo largo del año 2020 la planta suministró 67,8 GWh en bornas del alternador.

El vertedero de Las Dehesas, actualmente en periodo de explotación mediante el método de celdas, presenta un potencial futuro de aprovechamiento a medida que las celdas se vayan clausurando, estimando la duración de cada una de las celdas entre

tres y cinco años. La potencia instalada proyectada para esta instalación se estima en 3,8 MW con un potencial de producción alrededor de los 28 GWh anuales.

El vertedero de Alcalá de Henares, que recogía los residuos urbanos correspondientes a la zona este de la Comunidad de Madrid y actualmente está clausurado, cuenta actualmente con una potencia de generación eléctrica de 2,3 MW. Asimismo, también existen prácticas de desgasificación en los vertederos de Nueva Rendija (1,55 MW), Pinto (contabilizado en la planta de metanización), Colmenar de Oreja (cuarenta y cuatro pozos con una potencia global de 1,55 MW) y Colmenar Viejo (potencial aprovechamiento futuro de 4,3 MW) que asimila los residuos de la zona norte y oeste de la comunidad.

		Energía producida (MWh)
Metanización de residuos		
	Pinto (Incluye vertedero)	67.806
Digestión anaeróbica de lodos		
	Viveros	9.338
	China	9.670
	Butarque	12.138
	Sur	23.951
	Suroriental	2.055
	Valdebebas	2.874
	Rejas	6.153
	La Gavia	7.258
	EDAR Arroyo del Soto	8.332
	Depuradora Arroyo Culebro	2.219
Incineración de residuos sólidos urbanos		190.876
	Las Lomas	226.721
Vertido de residuos sólidos urbanos		
	Valdemingómez	67.783
	Alcalá de Henares	16.544
	Nueva Rendija	4.175
	Colmenar Viejo	28.292
TOTAL		495.309

Tabla 10. Generación energética a partir de residuos valorizables energéticamente en la Comunidad de Madrid (MWh). Año 2020 (Fuente: Fenercom)

Energía solar térmica

La energía solar térmica de baja temperatura consiste en el aprovechamiento de la energía solar para calentar agua, lo que permite abastecer parte de la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y calefacción mediante captadores solares instalados en las cubiertas de los edificios en los que se realiza el consumo.

Este tipo de fuente de generación de energía se ha visto fuertemente beneficiado en los últimos años por el régimen de obligatoriedad para el abastecimiento de parte de la demanda de ACS mediante fuentes renovables, reflejado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y dirigido a los edificios de nueva planta.

En la Comunidad de Madrid existen más de 360.315 m² de captadores solares que, en el año 2020, proporcionaron 25 ktep de energía térmica.

Si bien el anterior CTE ofrecía como recurso la posibilidad de sustituir la instalación solar térmica por otra fuente renovable, en caso de que el potencial solar no fuera el adecuado, tras la última modificación de este documento, cualquier fuente de energía renovable o sistema urbano de calefacción se considera, para la aportación de energía, equivalente al 70 % de la demanda de ACS. Se espera que este cambio en el requerimiento, sumado a un desarrollo tecnológico muy superior a otras tecnologías que compiten en espacio, como la solar fotovoltaica, reste protagonismo a la energía solar térmica en los próximos años.

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
m ² captadores	41.504	53.316	114.388	179.021	240.492	271.199	286.957	298.818	313.340	328.812	360.315	410.588
Energía (ktep)	2,5	3,2	7,0	10,9	14,6	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,9	25

Tabla 11. Evolución de sistemas solares térmicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

Energía solar fotovoltaica

Sin duda esta es la fuente de energía renovable con mayor desarrollo tecnológico en los últimos años. La Comunidad de Madrid cuenta con 66,4 MWp instalados en el año 2020, generando 88.004 MWh anuales. La bajada de precios de las instalaciones y el excepcional potencial solar de Madrid (de acuerdo con el “Atlas de Radiación Solar en España”, publicado por AEMET, Madrid es la capital europea que recibe la mayor cantidad de radiación directa y es la segunda capital después de Atenas en irradiancia global), posicionan a ciudad como una de las capitales europeas más adecuadas para la integración de la producción solar en el punto de consumo. Además, la entrada en vigor del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica introduce la posibilidad de realizar autoconsumo compartido, lo que supone un impulso sustancial a la adopción de esta tecnología.

	2000	2004	2008	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Potencia instalada (MWp)	0,1	2,9	23,8	35,1	62,1	65,5	66	66	66,5	66,8	66,5	66,4
Energía generada (MWh)	7	2.483	22.716	41.452	77.632	98.701	99.662	94.397	98.545	91.410	97.888	88.004
Energía generada (ktep)	0	0,2	2	3,6	6,7	8,5	8,6	8,1	8,5	7,9	8,4	7,6

Tabla 12. Evolución de sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

La evolución del sector de autoconsumo renovable está siendo espectacular. A cierre del tercer trimestre de 2022 se habían dado de alta 33.245 instalaciones, con algo más de 225 MW de potencia instalada. A finales de 2022 se están registrando instalaciones a un ritmo de 4.500 – 5.000 instalaciones por trimestre, con una potencia instalada de unos 40 MW por trimestre. Con los incentivos en curso se espera que se instalen entre 200 y 300 MW solares en 2023 y que la tendencia continúe al alza los próximos años.

Energía geotérmica

La geotermia de baja temperatura, basada en el aprovechamiento de la energía térmica presente en el subsuelo mediante el uso de bombas de calor, es una fuente de energía poco desarrollada aún en el ámbito de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, está experimentando un crecimiento importante en términos relativos, habiéndose visto incrementada la potencia instalada en más de seis veces a lo largo de la última década.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Potencia instalada (kW)	5.386	7.277	9.675	12.425	13.821	15.677	18.305	24.710	29.572	33.100	41.881
Instalaciones	107	162	230	289	334	372	405	476	633	894	109
ERES ⁵⁰ (tep)	1,6	2,1	2,8	3,6	4,0	4,5	5,3	7,1	8,5	9,5	12,1

Tabla 13. Evolución de instalaciones geotérmicas en la comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

Biomasa

La biomasa en la Comunidad de Madrid representa una fracción significativa de la energía producida para uso térmico ya que supuso 101,5 ktep en el año 2020. Las características intrínsecas de este combustible, con necesidades logísticas complejas y posibles problemáticas relacionadas con la calidad del aire, lo convierten en una solución poco práctica para entornos urbanos altamente densificados. Aun así, entornos de carácter más rural de la región, más cercanos al punto de producción, podrían

⁵⁰ Energía procedente de fuentes renovables

beneficiarse de las características de este combustible tanto en astillas como pellets para su uso en calefacción.

Cogeneración

La cogeneración, que consiste en obtener dos o más formas de energía (generalmente calor y electricidad) a partir de una única fuente, cuenta con un total de 244 MW de potencia instalada en la región, suponiendo una producción de 823 GWh en 2020.

	2000	2004	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energía (ktep)	49	79	114	138	94	68	69	67	68	76	71

Tabla 14. Evolución de energía eléctrica generada por cogeneración en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Fenercom)

La cogeneración en los sectores industrial y terciario es muy dependiente del marco regulatorio y de las primas, por lo que su evolución en un futuro estará muy condicionada a la evolución de tales factores.

Diagrama de Sankey – Comunidad de Madrid en 2019

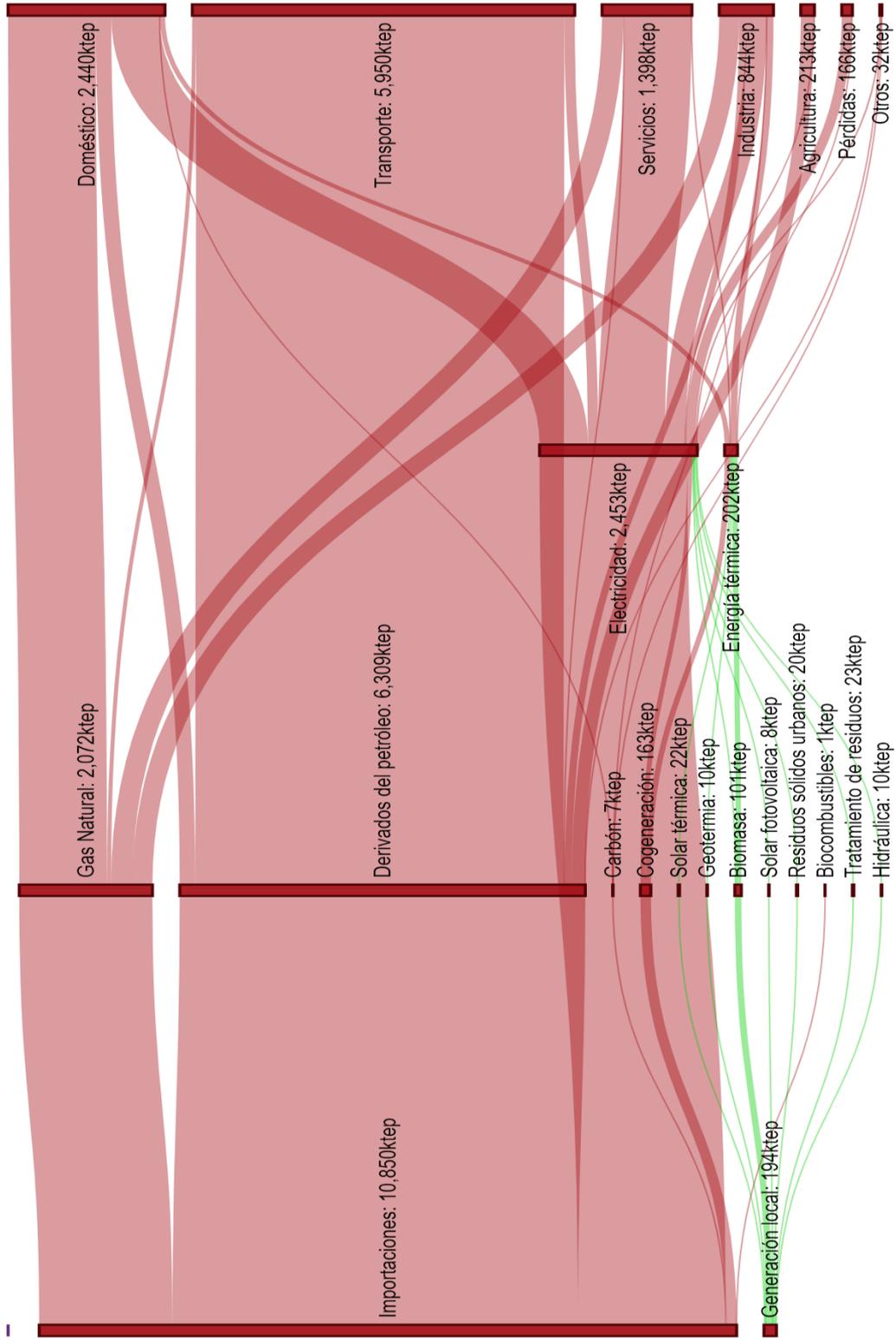


Ilustración 29. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2019. (Fuente: Elaboración propia). Nota: las "importaciones" hacen referencia a los flujos energéticos producidos fuera de la Comunidad de Madrid.

Infraestructuras Energéticas Existentes

Derivados del petróleo

A pesar de la tendencia hacia la descarbonización del sistema energético, los derivados del petróleo todavía representan un papel clave para la seguridad de suministro y el abastecimiento de la demanda energética, fundamentalmente en sectores especialmente dependientes de estos combustibles como es el caso del transporte. Además, el despliegue de oleoductos para su distribución resulta en una disminución de los desplazamientos de camiones y buques en este proceso, disminuyendo las emisiones asociadas.

El sistema logístico de petróleo y derivados en España se gestiona principalmente por Exolum (anteriormente conocido como CLH - Compañía Logística de Hidrocarburos) y está formado por una red de oleoductos de 4.000 km de extensión, treinta y nueve instalaciones de almacenamiento que suman una capacidad total de 8 millones de m³, trece instalaciones portuarias, treinta y siete instalaciones aeroportuarias y seis redes de hidrante.



Ilustración 30. Mapa de red de distribución de hidrocarburos en España. (Fuente: Exolum)

La infraestructura básica de la Comunidad de Madrid se compone del oleoducto Rota-Zaragoza, que conecta la Comunidad de Madrid con las refinerías de Puertollano, Tarragona, Algeciras, Huelva y Bilbao, además de con los puertos de Barcelona, Málaga y Bilbao. Por estos oleoductos se reciben gasolinas, querosenos y gasóleos. Además del oleoducto principal, existen ramificaciones dentro de la Comunidad para poder atender a la demanda de distribución, bien de carácter general, bien de instalaciones singulares, como las de los aeropuertos Adolfo Suárez-Madrid Barajas y Torrejón de Ardoz. La red de oleoductos de Exolum en la Comunidad de Madrid tiene más de 238 km de longitud y conecta todas las instalaciones de almacenamiento entre sí, además de enlazar con la red nacional de oleoductos en Loeches. En este municipio la compañía tiene una estación de bombeo y cuenta con otra en Torrejón en Ardoz.

Por otro lado, en la Comunidad de Madrid existen instalaciones de almacenamiento de combustibles líquidos, propiedad de Exolum, en Villaverde, San Fernando de Henares y Loeches, además de las existentes en los aeropuertos Adolfo Suárez-Madrid Barajas, Torrejón de Ardoz y Cuatro Vientos, específicamente para queroseno. Las capacidades de almacenamiento principales se encuentran en Torrejón de Ardoz, seguido del almacenamiento de Villaverde, y con bastante menor capacidad, el de Loeches. Por otro lado, en la Comunidad existen dos plantas de almacenamiento y envasado de GLP, ubicadas en Pinto (Repsol-Butano) y Vicálvaro (Cepsa), además de la de San Fernando de Henares (Repsol-Butano) para almacenamiento, que abastecen tanto a la propia Comunidad de Madrid como a las provincias limítrofes.



*Ilustración 31 Mapa de red de distribución de hidrocarburos en la Comunidad de Madrid.
(Fuente: CLH)*

En lo relativo a las estaciones de servicio, en 2020 se contaba con 774 en la Comunidad de Madrid, número en constante crecimiento desde el año 2008.

	2008	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estaciones de servicio	596	611	638	648	680	702	724	750	774
Habitantes	6.327.594	6.414.709	6.385.298	6.424.275	6.476.705	6.549.519	6.641.648	6.747.068	6.755.828
Hab/EESS	10.617	10.499	10.008	9.914	9.525	9.330	9.174	8.996	8.728

Tabla 15. Estaciones de servicio en la Comunidad de Madrid (Fuente: Fenercom)

Energía eléctrica

En el caso de la red de energía eléctrica, Red Eléctrica de España gestiona la red de transporte y las compañías distribuidoras son, a su vez, las encargadas de la operación de las redes de distribución. El informe de cierre del año 2020 de esta entidad, cifra en la longitud de la red de transporte en 42.541 km de red aérea, 835 km de cable submarino y 1.077 km de cable subterráneo a nivel nacional. Asimismo, con el fin de impulsar la transición energética mediante una mayor integración de generación renovable en el sistema, también la capacidad de transformación a nivel nacional se ha elevado a los 93.735 MVA.



Ilustración 32 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en España. (Fuente: ENTSOE)

En el contexto de la Comunidad de Madrid, la red eléctrica de alta tensión forma una red en anillo con 870 km de red de 400 kV en el que están emplazadas siete grandes subestaciones (Galapagar, Fuencarral, San Sebastián de los Reyes, Loeches, Morata de Tajuña, Moraleja de Enmedio y Villaviciosa de Odón). A su vez, la línea de 220 kV cuenta con una longitud de 1.200 km que alimentan la red de distribución. Las conexiones de la red están estructuradas de la siguiente manera:

- Eje Noroeste-Madrid: permite el transporte de energía eléctrica proveniente de la Castilla y León.
- Eje Extremadura-Madrid: permite el transporte de energía eléctrica proveniente de Extremadura, que destaca por el aporte de grandes cantidades de electricidad procedente de los reactores nucleares Almaraz I y II.

- Eje Levante-Madrid: Conexión con que permite el transporte de energía eléctrica proveniente de Castilla La-Mancha.
- Anillo de Madrid: anillo de 870 km de longitud alrededor de las zonas de mayor densidad de población de la región.
- Líneas de conexión con centrales: líneas de conexión directas con centrales de producción especialmente relevantes, como la central nuclear de Trillo.

El sistema de distribución está compuesto por ciento ochenta y siete subestaciones y más de 25.000 centros de transformación. En su conjunto, la red eléctrica de la Comunidad de Madrid cuenta con un gran nivel de mallado, lo que le otorga una muy buena garantía de suministro, con un TIEPI (tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión) y un NIEPI (número de interrupciones equivalente de la potencia instalada en media tensión) entre los mejores de España (según datos del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo⁵¹).



Ilustración 33 Mapa de red de transporte y distribución de la electricidad en la Comunidad de Madrid. (Fuente: ENTSOE)

Gas natural

La evolución de la infraestructura para el transporte de gas natural en España ha estado estrechamente ligada a la evolución de la demanda de dicho combustible⁵². Desde el comienzo de siglo hasta el año 2008, la demanda de gas natural siguió una tendencia alcista muy fuerte, momento en el que se elaboró la planificación de los sectores de electricidad y gas natural 2008-2016, por lo que se establecieron unos objetivos de expansión de la infraestructura de red muy ambiciosos, incluyendo, entre otros,

⁵¹ <https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio>

⁵² <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/3-1-la-cadena-de-valor-del-gas-natural/>

numerosas ampliaciones de capacidad de las plantas existentes, nuevas instalaciones de almacenamiento y nuevas interconexiones internacionales (aún en desarrollo)⁵³. Resultado de esta planificación, la red de transporte de gas continuó su tendencia expansionista a pesar de la reducción de la demanda, principalmente asociada a una disminución de del consumo de gas para la generación eléctrica. Alcanzando un mínimo en 2014, la demanda de gas natural ha retomado la tendencia alcista estrechamente ligada a la evolución de la demanda de energía eléctrica⁵⁴.

Evolución anual de la demanda de gas natural

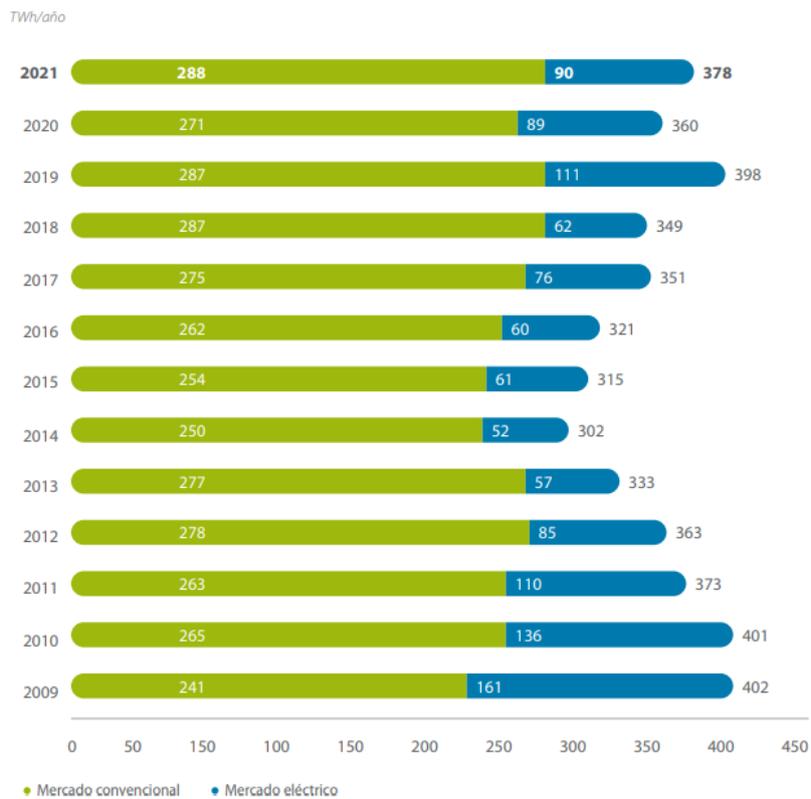


Ilustración 34 Evolución de la demanda de gas natural en España. (Fuente: Enagás)

La red de transporte de gas natural en España es gestionada principalmente por Enagás, propietario de la infraestructura que se muestra a continuación.

⁵³ https://www.enagas.es/enagas/es/Transporte_de_gas/ProyectosYUltimasInfraestructuras

⁵⁴ <https://www.cmmc.es/sites/default/files/3085923.pdf>



Ilustración 35. Red de transporte de gas natural en España. (Fuente: Enagás)



Ilustración 36. Red de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid y alrededores (Fuente: Enagás)

Asimismo, cabe destacar la existencia de diversas empresas distribuidoras en la región tal y como se indica en el siguiente mapa por municipios.

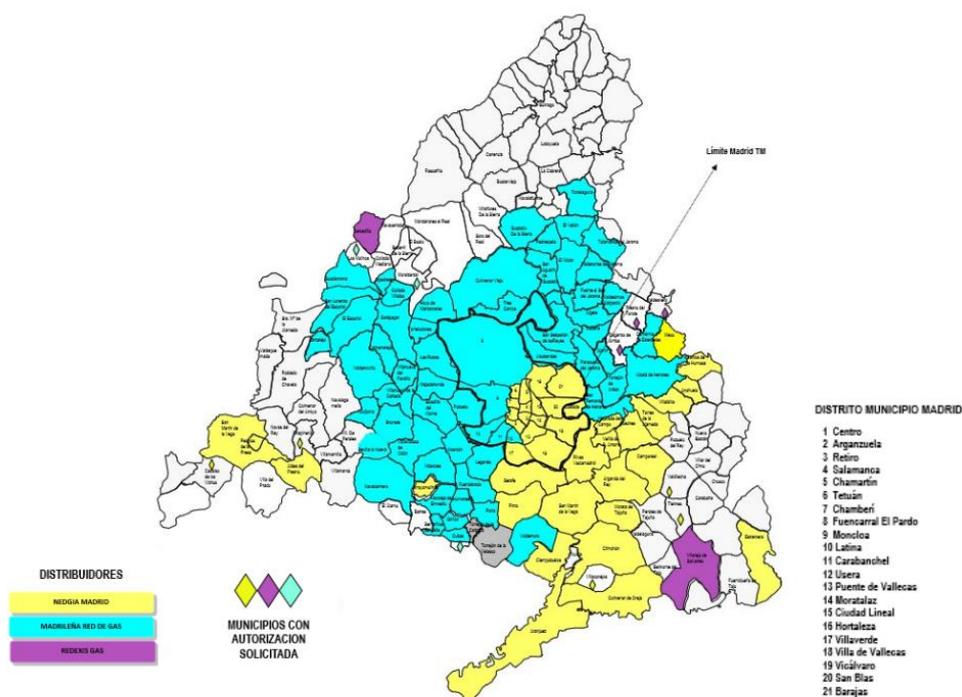


Ilustración 37. Empresas distribuidoras de gas natural en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: DG Descarbonización y Transición Energética).

2.1.3 Diagnóstico de la Calidad del Aire

El diagnóstico de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid se analiza en términos de **emisión**, es decir, en relación con la cantidad de contaminantes vertidos a la atmósfera desde las diferentes fuentes o focos, y de **inmisión o calidad del aire**, es decir, de la concentración de cada uno de los contaminantes en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento y una zona previamente determinados.

En general, la calidad del aire y el cambio climático están íntimamente relacionados debido a que los gases de efecto invernadero y los contaminantes atmosféricos proceden de fuentes normalmente comunes, si bien el deterioro de la calidad del aire se debe a la emisión de una serie de contaminantes distintos a los causantes del cambio climático (Ilustración 38). Por ejemplo, el aumento de temperatura se relaciona directamente con el incremento en las concentraciones de ozono, es decir, el calentamiento atmosférico tiene el potencial de aumentar el ozono a nivel del suelo en muchas regiones, lo que puede presentar desafíos para el cumplimiento de los estándares de este contaminante en el futuro (*United States European Protection Agency, EPA, s.f.*). Asimismo, una mayor frecuencia de fenómenos anticiclónicos puede hacer disminuir la dispersión de los contaminantes.

Por tanto, las políticas para reducir los gases de efecto invernadero pueden tener beneficios colaterales para la salud pública y la calidad del aire, especialmente en las zonas urbanas, que pueden compensar los costes de la mitigación de los gases de

efecto invernadero, por ahorro de costes en el sistema de salud. Esta interrelación evidencia la necesidad de seguir trabajando de manera conjunta para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). No obstante, si bien es cierto que las medidas de mitigación del cambio climático suelen conllevar una mejora de la calidad del aire, en algunas ocasiones no implican un impacto positivo en la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Es el caso de las calderas de biomasa, cuyo uso, si bien puede suponer una reducción de emisiones de GEI, implica un aumento en las emisiones de PM_{2,5}.

Es preciso señalar que no tendría sentido adoptar medidas en un ámbito que impidiese la consecución de los objetivos definidos en el otro. Por ello, tal y como puntualiza el I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) «resulta fundamental garantizar la coherencia y maximizar las sinergias entre las políticas de cambio climático y de control de la contaminación atmosférica y, más concretamente, la coordinación en el desarrollo de los instrumentos de planificación en sendos ámbitos»⁵⁵.

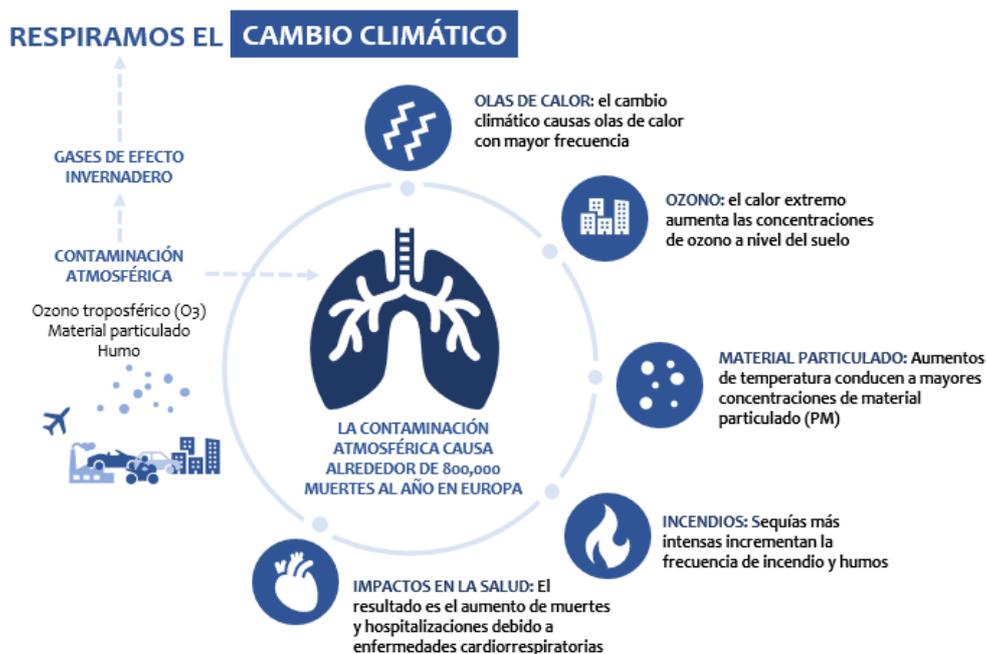


Ilustración 38. Relación entre cambio climático y los efectos en la salud de la contaminación atmosférica. (Fuente: Adaptado de Gunnelle E. Sandanger⁵⁶.)

Evaluación de la calidad del aire

Para la evaluación de la calidad del aire, la Comunidad de Madrid dispone de su propia Red de estaciones de medición (en adelante la Red). La finalidad principal de esta Red es medir los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos. La información proporcionada por la Red permite informar a los ciudadanos del estado de

⁵⁵ I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. Obtenido de: <https://reccs.es/wp-content/uploads/2020/01/I-PNCCA.pdf>

⁵⁶ <https://www.exhaustion.eu/resources/we-breathe-climate-change>

la calidad del aire, localizar las zonas con mayores problemas de contaminación, evaluar el grado de cumplimiento de los requerimientos normativos, así como obtener la información necesaria para recomendar o adoptar, en su caso, las actuaciones necesarias encaminadas a la protección de la salud de las personas y el medio ambiente.

Hasta diciembre de 2018, la Red estaba constituida por veintitrés estaciones automáticas fijas y dos laboratorios de referencia móvil (unidades móviles). El 1 de enero de 2019 entró en funcionamiento una nueva estación fija de medida en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, denominada “Puerto de Cotos”, con los objetivos de reforzar y consolidar los datos que se obtienen en la Red, así como obtener información de las concentraciones de ozono en zonas alejadas de sus precursores y de sus variaciones con la altura. Los datos obtenidos por la Red son puestos a disposición del público en general, con especial atención a los centros de investigación y a la comunidad científica en su conjunto, de forma que se faciliten los estudios que se están realizando para la reducción de contaminantes.

El reparto territorial de las veinticuatro estaciones fijas de medida de la Red autonómica, a las que hay que añadir otras veinticuatro estaciones de medida correspondientes a la ciudad de Madrid, se concreta en siete zonas, delimitadas por su comportamiento homogéneo en lo que a calidad del aire se refiere:

- Zona 1, la Aglomeración Madrid-ciudad, con un área de 604 km², que tiene su propia red de medición, gestionada por el Ayuntamiento de Madrid, y que está constituida, como se ha indicado, por veinticuatro estaciones. Esta Red municipal se describe con mayor detalle en el siguiente apartado.
- Zonas urbanas o aglomeraciones 2, 3 y 4: Aglomeración Corredor del Henares (zona 2 con un área de 915 km²), Aglomeración Urbana Sur (zona 3 con un área de 1.413 km²) y Aglomeración Urbana Noroeste (zona 4 con un área de 1.016 km²).
- Zonas rurales 5, 6 y 7: Sierra Norte (zona 5 con un área de 1.951 km²), Cuenca del Alberche (zona 6 con un área de 1.181 km²) y Cuenca del Tajuña (zona 7 con un área de 942 km²).

La caracterización de las estaciones fijas de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, en función de los contaminantes, es la siguiente:

- Zonificación para monóxido de carbono, dióxido de azufre, benceno, metales y benzo(a)pireno.
- Zonificación para partículas PM₁₀, partículas PM_{2,5} y dióxido de nitrógeno.
- Zonificación para óxidos de nitrógeno (protección de la vegetación y los ecosistemas).
- Zonificación para ozono.

En relación con las tres primeras zonificaciones, de las veinticuatro estaciones de la Red, ocho de ellas son de tráfico, dos industriales y catorce de fondo. Atendiendo al tipo

de área en relación con el ozono, diez estaciones son urbanas, ocho suburbanas y seis rurales, de cuales tres son remotas y tres regionales.

La siguiente figura muestra la localización de las estaciones, donde se puede observar la zona a la que pertenece cada una y el tipo de estación de acuerdo con los criterios legales de clasificación (tráfico, industrial, de fondo rural o de fondo urbano).



Ilustración 39. Zonificación y Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)

Diariamente se reciben en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid datos de concentración de los principales contaminantes procedentes de estaciones fijas de medida, que permiten realizar un seguimiento y control de la calidad del aire. Estos datos, así como los informes diarios, mensuales, trimestrales y anuales, elaborados en base a los datos registrados, son accesibles al público a través de la dirección url: <http://www.madrid.org/calidaddel aire>.

En dicho enlace se puede consultar, además del Índice de Calidad del Aire de cada estación, los datos en tiempo real de todas las estaciones, datos históricos, avisos de superaciones de umbrales, documentación, legislación, etc., Todos los datos se pueden descargar de una manera cómoda y sencilla. También están disponibles, en el Portal de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid, los datos horarios, en un formato adecuado para los usuarios que de forma reiterativa utilizan esta información, tales como investigadores, divulgadores y gestores de aplicaciones de calidad del aire.

Por su parte, el Ayuntamiento de Madrid dispone del denominado Sistema Integral de la Calidad del Aire, que permite conocer en cada momento los niveles de contaminación



atmosférica en el municipio. Dicho Sistema está compuesto por tres subsistemas que hacen referencia a funciones distintas: Vigilancia, Predicción e Información.

En lo que se refiere al subsistema de vigilancia, la Red del Ayuntamiento de Madrid está conformada, como se ha indicado, por veinticuatro estaciones fijas automáticas, de las cuales, nueve son estaciones de tráfico (situadas próximas al viario), doce estaciones de fondo urbano (más alejadas del tráfico, generalmente en parques o calles y plazas con tráfico reducido) y tres estaciones suburbanas (situadas fuera del núcleo urbano consolidado). Por otro lado, el Ayuntamiento de Madrid ha establecido una zonificación de la ciudad de Madrid orientada a la gestión de situaciones de altos niveles de contaminación, como los picos de contaminación por NO₂, cuando se pone en marcha la aplicación del protocolo de actuación, aprobado por el propio Ayuntamiento, a tal fin. En la siguiente figura se recoge con más detalle la ubicación de las estaciones.

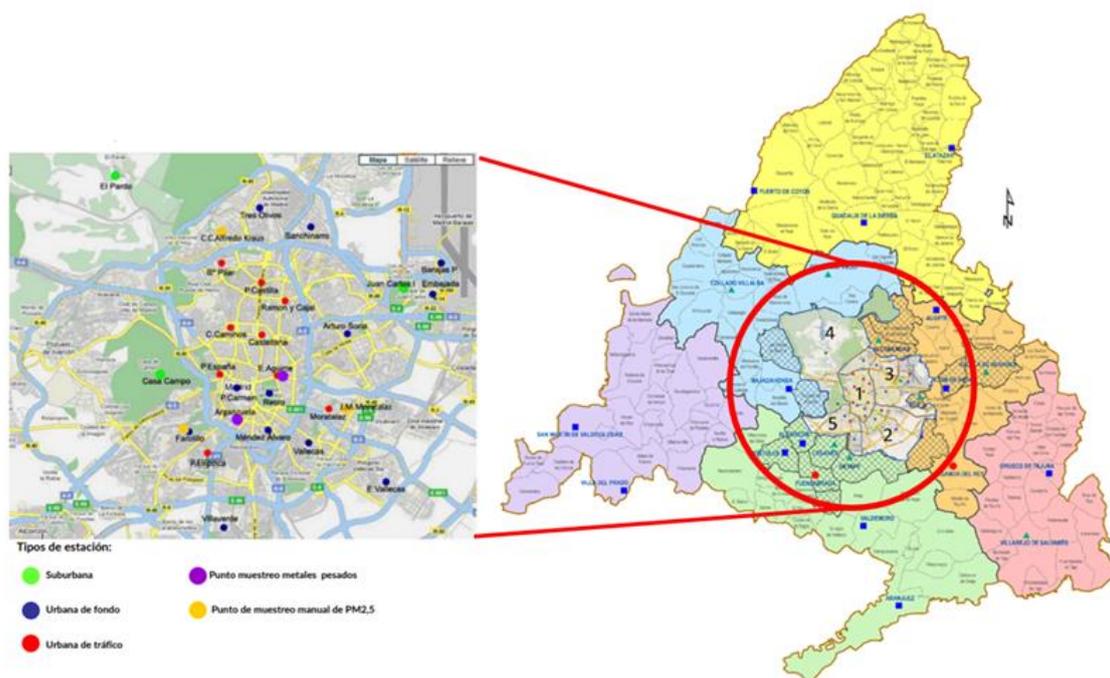


Ilustración 40. Red de estaciones fijas de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid (Fuente: Ayuntamiento de Madrid y Área de Calidad Atmosférica, Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad)

La evaluación de la calidad del aire, junto con el inventario de emisiones y el análisis de contribución de fuentes realizado en el marco del Convenio de investigación firmado con la Universidad Complutense de Madrid (UPM), denominado «Modelización de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid», constituye una referencia esencial en el diseño de la presente Estrategia y del Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, anexo a este documento. La realización de este diagnóstico permite, a su vez, identificar las zonas con mayores niveles de contaminación, los contaminantes críticos y las fuentes de emisión más relevantes con el fin último de establecer las áreas de actuación en las que se van a centrar los esfuerzos de esta Estrategia.

En el presente apartado, se resumen tanto los resultados específicos, obtenidos del último informe anual disponible, del año 2021, como los resultados históricos desde el año 2015. Es importante mencionar en este punto, en el que se van a interpretar los datos recogidos en las distintas estaciones, la repercusión de la situación vivida por la pandemia mundial causada por la COVID-19, cuyo impacto comenzó a partir del mes de marzo del año 2020. Por este motivo, los datos medidos durante el año 2020 podrían no ser representativos y tener diferencias significativas respecto a los recogidos en años anteriores. Ese efecto se ve reflejado, en muchos casos, en las gráficas donde se muestra la evolución de la situación durante el periodo de estudio. A continuación, se presentan los resultados para los contaminantes más problemáticos en la región, como son NO₂, Partículas (PM₁₀, PM_{2,5}) y O₃.

En este sentido, durante el año 2021 los datos registrados por las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad del Madrid ponen de manifiesto que:

- Las partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}), dióxido de nitrógeno (NO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), benceno (C₆H₆), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni) y benzo(a)pireno (B(a)P), presentan concentraciones que se encuentran por debajo de los valores límite y valores objetivo establecidos por la normativa de aplicación, alejadas de dichos valores.
- El Ozono (O₃) supera los valores objetivo en algunas de las estaciones.

A continuación, se muestran los gráficos y un resumen de los datos correspondientes a los principales parámetros medidos en las estaciones de la Red. El Diagnóstico completo puede consultarse en el documento del Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Los **óxidos de nitrógeno (NO_x)** son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación. Se trata, básicamente, del óxido nítrico (NO) y del dióxido de nitrógeno (NO₂).

El **dióxido de nitrógeno (NO₂)** es un gas tóxico, irritante y precursor del ozono troposférico (O₃), que también interviene en la formación de gases acidificantes y eutrofizantes. La fuente principal de este contaminante, en la Comunidad de Madrid, son los vehículos a motor.

Para el NO₂, la legislación establece un **umbral de alerta de 400 µg/m³** durante tres horas consecutivas. Además, se establecen valores límites para la protección de la salud: uno sobre la **media anual (límite de concentración anual de 40 µg/m³)** y otro sobre la **media horaria (límite de concentración de 200 µg/m³ que no puede superarse en más de dieciocho ocasiones al año)**.

Las figuras siguientes muestran la situación de la calidad del aire respecto al NO₂ en las estaciones de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid durante el periodo de estudio, con la representación de los valores límite establecidos por la normativa de referencia (Real Decreto 102/2011, de 28 de enero).

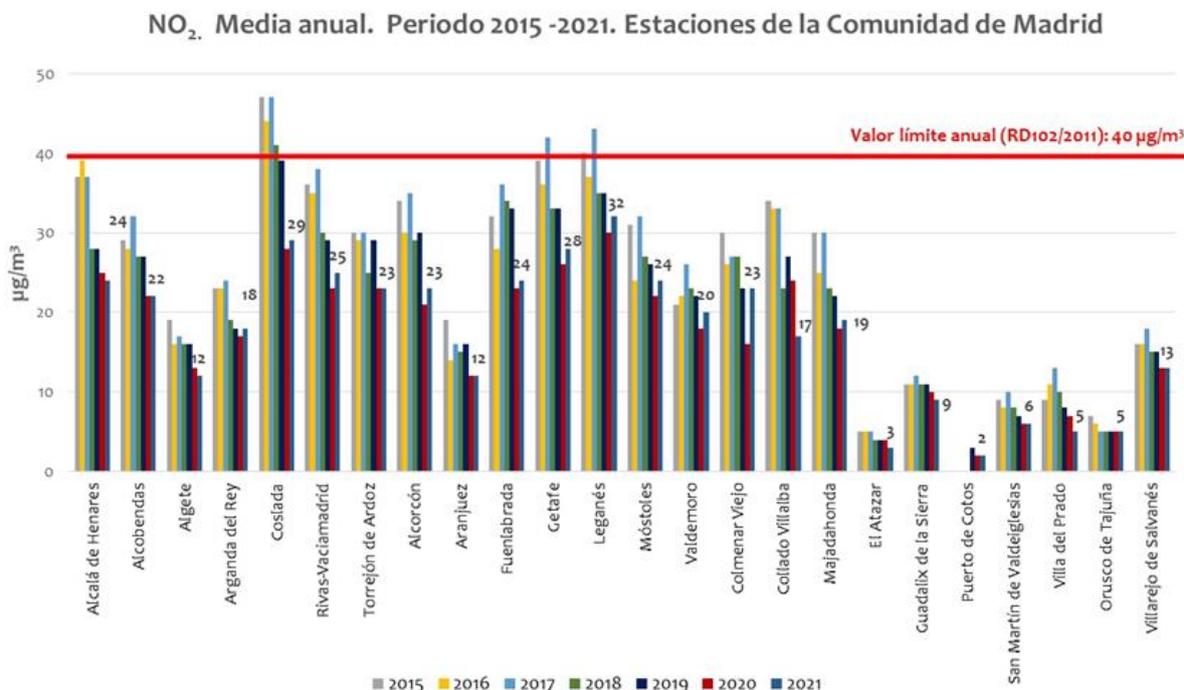


Ilustración 41. Evolución del valor límite anual de NO₂ en µg/m³ en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015 - 2021. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, tres estaciones de la Comunidad han superado el valor límite anual durante el periodo de estudio. En concreto, las superaciones han sido las siguientes:

Zona Corredor del Henares:

- Coslada (tráfico): en esta estación se superó el valor límite anual para la protección de la salud en 2015, 2016, 2017 y 2018, con un valor medio anual de 47, 44, 47 y 41 µg/m³ respectivamente.

Zona Urbana Sur:

- Getafe: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 42 µg/m³ de media anual.
- Leganés: en el año 2017 se superó el valor límite anual, registrándose un valor de 43 µg/m³ de media anual.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, como se observa en la siguiente figura y según se indica en los correspondientes informes de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid, se produjeron varias superaciones del valor límite anual de este contaminante en diversas estaciones de la aglomeración desde 2015 hasta 2021, la última fecha que

dispone de informes validados (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021).

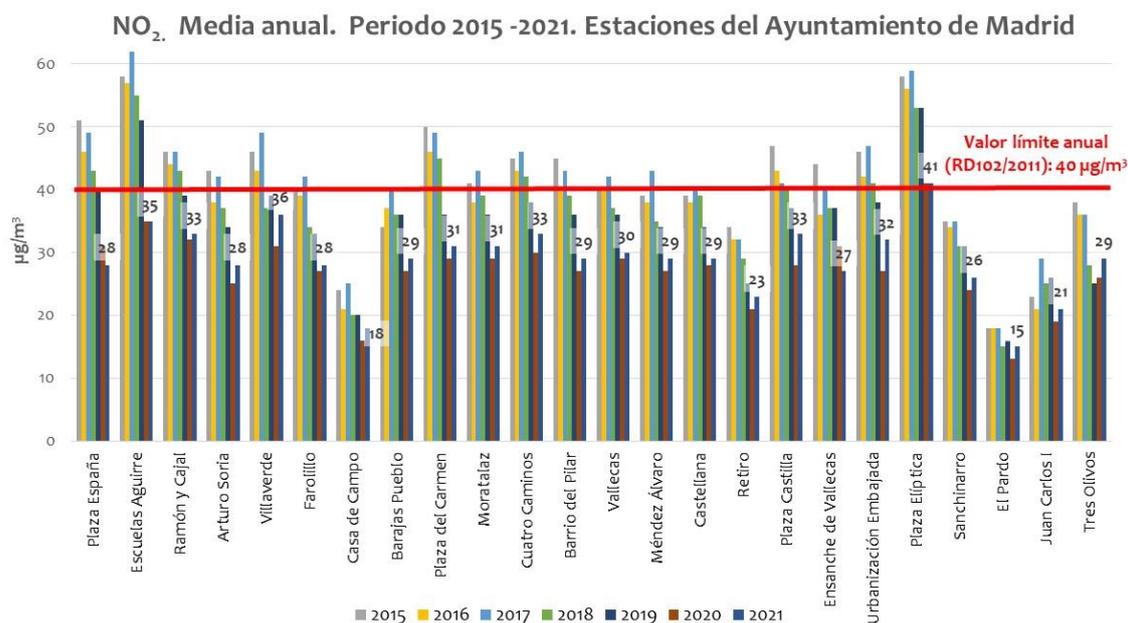


Ilustración 42. Valor límite anual de NO₂ en µg/m³ en las estaciones del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015 - 2021 (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

Con respecto al valor límite horario, solamente una estación, la de Getafe en la zona Urbana Sur, incumplió este parámetro en el año 2015, registrando 21 superaciones. En el período 2016-2021 (los datos de 2022 no se encontraban aún disponibles, una vez validados, a la fecha de publicación de la presente Estrategia), ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el valor límite horario (más de 18 h por encima de 200 µg/m³).

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Alcalá de Henares	8	0	0	0	0	0	0
Alcobendas	9	0	1	0	0	0	0
Algete	0	0	0	0	0	0	0
Arganda del Rey	0	0	0	0	0	0	0
Costlada	18	0	4	0	1	0	0
Rivas-Vaciamadrid	4	0	0	0	0	0	0
Torrejón de Ardoz	3	0	0	0	0	0	0
Alcorcón	1	0	0	0	0	0	0
Aranjuez	0	0	0	0	0	0	0
Fuenlabrada	0	0	0	0	0	0	0
Getafe	21	2	15	0	2	0	0
Leganés	1	0	0	0	0	0	0

Estaciones	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Móstoles	2	0	0	0	0	0	0
Valdemoro	0	0	0	0	0	0	0
Colmenar Viejo	3	0	0	0	0	0	0
Collado Villalba	2	2	2	0	0	0	0
Majadahonda	4	2	0	0	0	0	0
El Atazar	0	0	0	0	0	0	0
Guadalix de la Sierra	0	0	0	0	0	0	0
Puerto de Cotos	-	-	-	-	0	0	0
San Martín de Valdeiglesias	0	0	0	0	0	0	0
Villa del Prado	0	0	0	0	0	0	0
Orusco de Tajuña	0	0	0	0	0	0	0
Villarejo de Salvanes	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m³) > 18 (RD102/2011)							

Tabla 16. Evolución de la situación de la calidad del aire para el compuesto NO₂ en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021, según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia).

Es notable resaltar la mejora generalizada de los valores medios anuales que se viene observando con el paso de los años.

En cuanto a la zona Municipio de Madrid, tal y como se observa en la siguiente tabla, se han producido superaciones del valor límite horario de este contaminante en diversas estaciones durante el periodo de estudio⁵⁷.

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Plaza España	12	6	7	2	1	0	0
Escuelas Aguirre	39	36	41	5	7	0	0
Ramón y Cajal	65	39	49	24	15	6	2
Arturo Soria	18	0	12	1	4	0	0
Villaverde	62	13	19	0	0	0	2
Farolillo	6	1	1	0	0	0	0
Casa de Campo	0	0	0	0	0	0	0
Barajas Pueblo	3	0	3	1	0	1	0
Plaza del Carmen	0	0	0	0	0	0	0
Moratalaz	6	0	0	0	0	0	0
Cuatro Caminos	28	15	20	11	1	1	5
Barrio del Pilar	95	29	23	13	6	0	0
Vallecas	4	0	0	0	0	0	0
Méndez Álvaro	10	3	11	0	0	0	0
Castellana	4	2	5	1	0	0	0
Retiro	2	0	0	0	0	0	0

⁵⁷Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid. Informes anuales de calidad del aire. Obtenido de: <https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Bases-de-datos-y-publicaciones/Boletines-memorias-e-informes/Memorias-anuales/?vgnnextfmt=default&vgnnextchannel=c3ce471c5c503710VgnVCM1000008a4a900aRCRD>

Estaciones de medición	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Plaza Castilla	6	4	2	2	0	0	0
Ensanche de Vallecas	71	13	22	4	8	0	1
Urbanización Embajada	6	0	8	1	2	0	0
Plaza Elíptica	63	46	88	33	47	5	1
Sanchinarro	48	15	15	3	5	0	0
El Pardo	0	0	0	0	0	0	0
Juan Carlos I	1	0	0	1	0	0	0
Tres Olivos	0	0	0	0	0	0	0
*Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m³) > 18 (RD102/2011)							

Tabla 17. Evolución de la calidad del aire para el NO₂ en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite horario (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha indicado, la principal fuente emisora de NO₂ en la Comunidad de Madrid es el tráfico rodado. El motivo por el que la ciudad de Madrid ha superado casi todos los años el valor límite anual y el valor límite horario para NO₂ es debido a las especiales circunstancias que coinciden en este municipio, que por su condición de capital del Estado y sus características geográficas, económicas y sociales, es un gran núcleo generador de actividad y, por tanto, de tráfico rodado.

Asimismo, es notable mencionar que no se ha registrado ninguna superación del umbral de alerta a la población para el NO₂ (400 µg/m³ de media horaria, registrados durante más de tres horas consecutivas) en ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid durante el citado periodo⁵⁸.

Partículas (PM₁₀ y PM_{2,5})

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece para las emisiones de partículas PM₁₀ dos límites para la protección de la salud, uno sobre la **media anual (40 µg/m³)** y otro sobre la **media diaria (50 µg/m³)** que no puede superarse en más de **treinta y cinco ocasiones a lo largo del año**.

En el caso del material particulado, se realiza una distinción entre las emisiones debidas a procesos naturales, como pueden ser las intrusiones de polvo del Sahara, y las emisiones antropogénicas, como pueden ser las generadas a través de la quema de biomasa.

En las siguientes figuras se refleja la evolución de este contaminante observada en el periodo 2015-2021 sin descontar el aporte de polvo sahariano, tanto en las estaciones de la Comunidad de Madrid como en las del Ayuntamiento, ya que el Ayuntamiento de Madrid no ofrece la información con el descuento de dichos aportes:

⁵⁸Listado de superaciones de umbrales. Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Obtenido de:

http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/InformHistoAlertasAccion.icm?ESTADO_MENU=10.1

**PM₁₀. Media anual (sin descontar el aporte de polvo sahariano).
Periodo 2015 -2021. Estaciones de la Comunidad de Madrid**

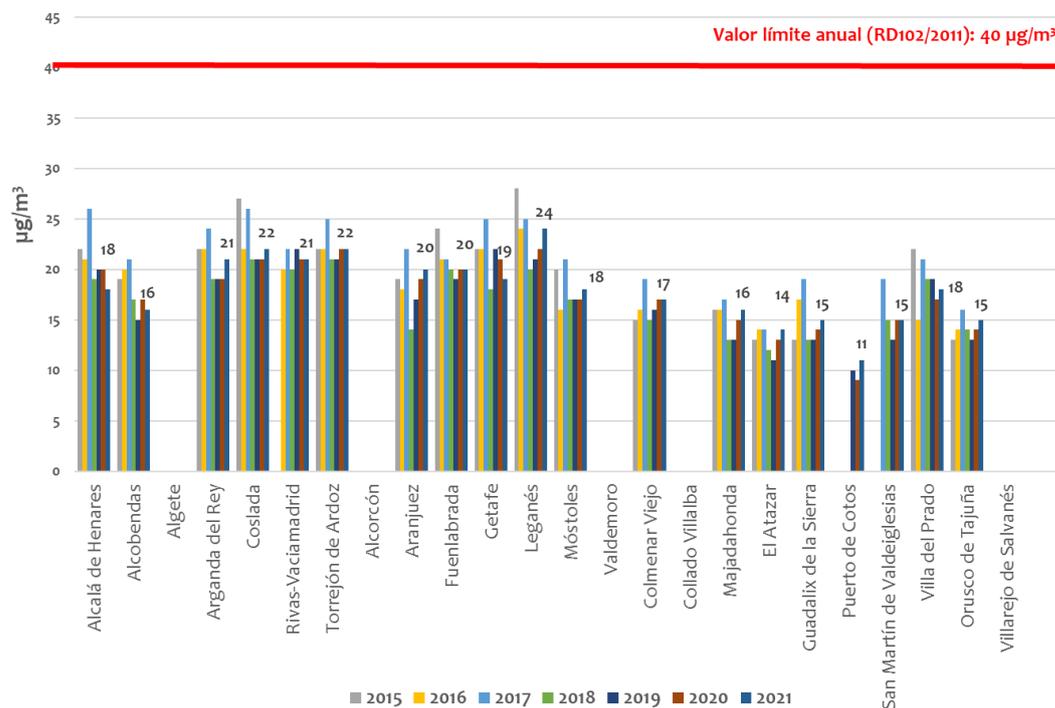


Ilustración 43. Evolución de la calidad del aire de PM₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia)

**PM₁₀. Media anual (sin descontar el aporte de polvo sahariano).
Periodo 2015 -2021. Estaciones del Ayuntamiento de Madrid**

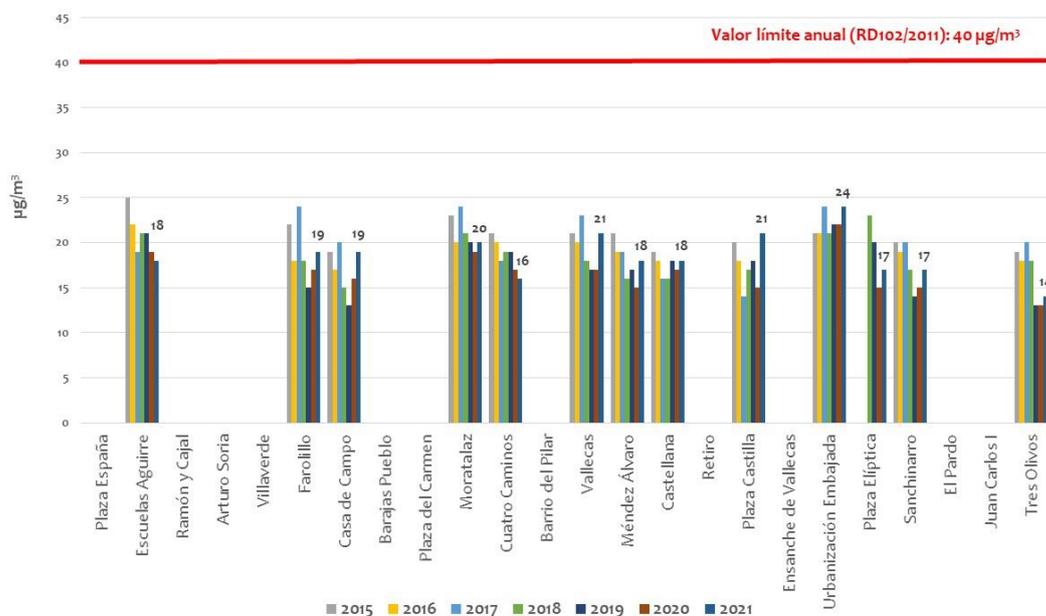


Ilustración 44. Evolución de la calidad del aire de PM₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

PM₁₀. N° de superaciones del valor límite diario (sin descontar el aporte de polvo sahariano). Periodo 2015 -2021. Estaciones de la Comunidad de Madrid

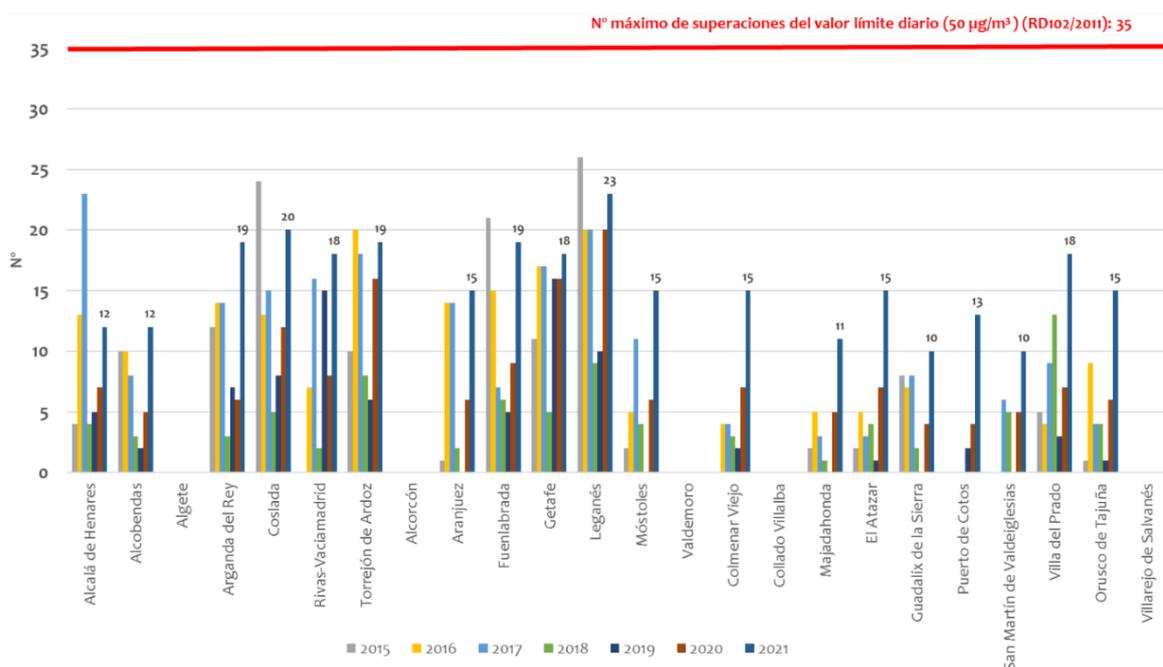


Ilustración 45. Evolución de la situación de la calidad del aire para PM₁₀ en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2021 según el número de superaciones del valor límite diario sin descontar el aporte de polvo sahariano (Fuente: Elaboración propia).

PM₁₀. N° de superaciones del valor límite diario (sin descuento del aporte de polvo sahariano). Periodo 2015 -2021. Estaciones del Ayuntamiento de Madrid

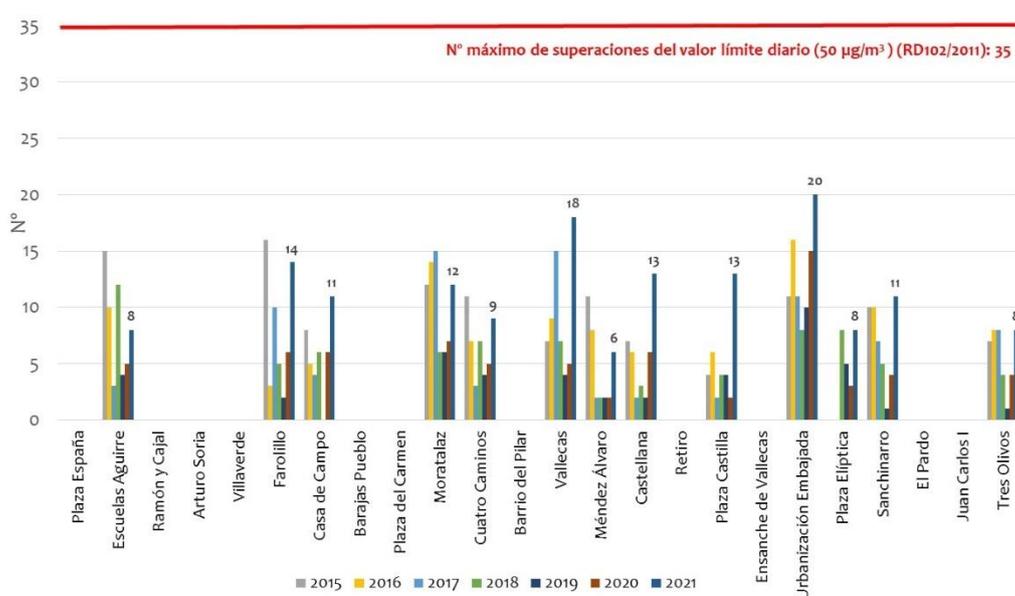


Ilustración 46. Evolución de la calidad del aire de PM₁₀ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)



En cuanto a las partículas $PM_{2,5}$, el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece un límite para la protección de la salud sobre la media anual de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 2015 y de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a partir de 2020. Al analizar la evolución de ese contaminante a lo largo del periodo de estudio mostrado en las gráficas siguientes, donde se muestran los registros sin descontar las intrusiones de polvo sahariano, la situación no es nada concluyente, aunque sí se observa que se encuentran muy por debajo del valor límite anual actual.

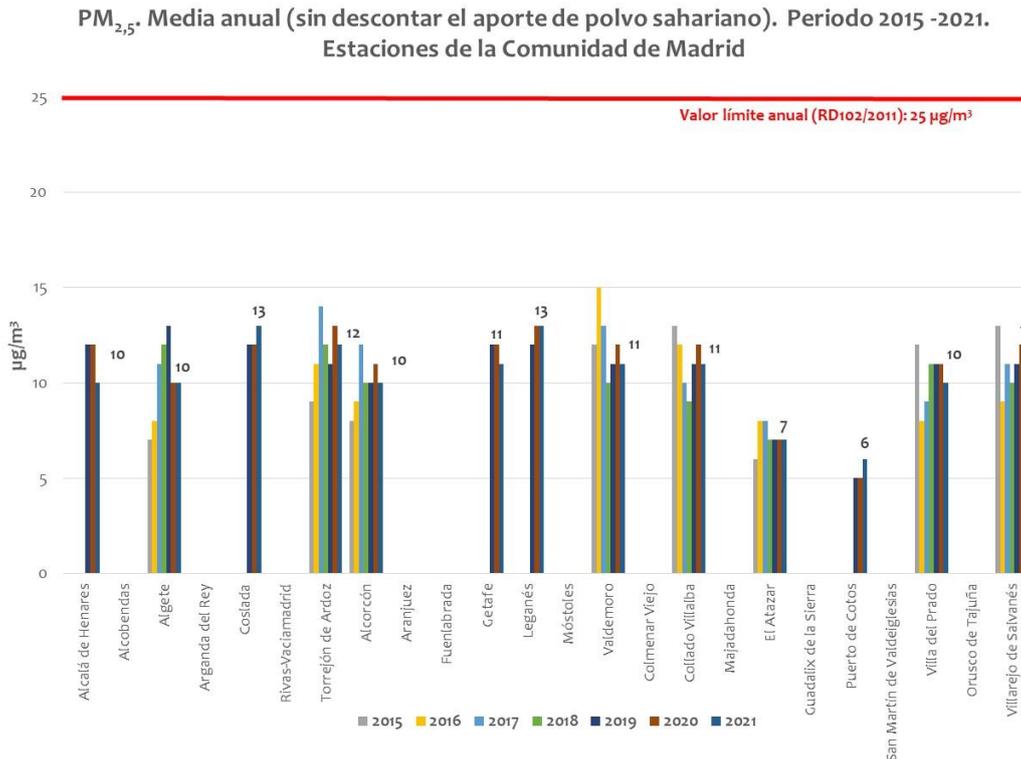


Ilustración 47. Evolución de la calidad del aire de $PM_{2,5}$ (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia)

PM_{2,5}. Media anual. Periodo 2015 -2021. Estaciones del Ayuntamiento de Madrid

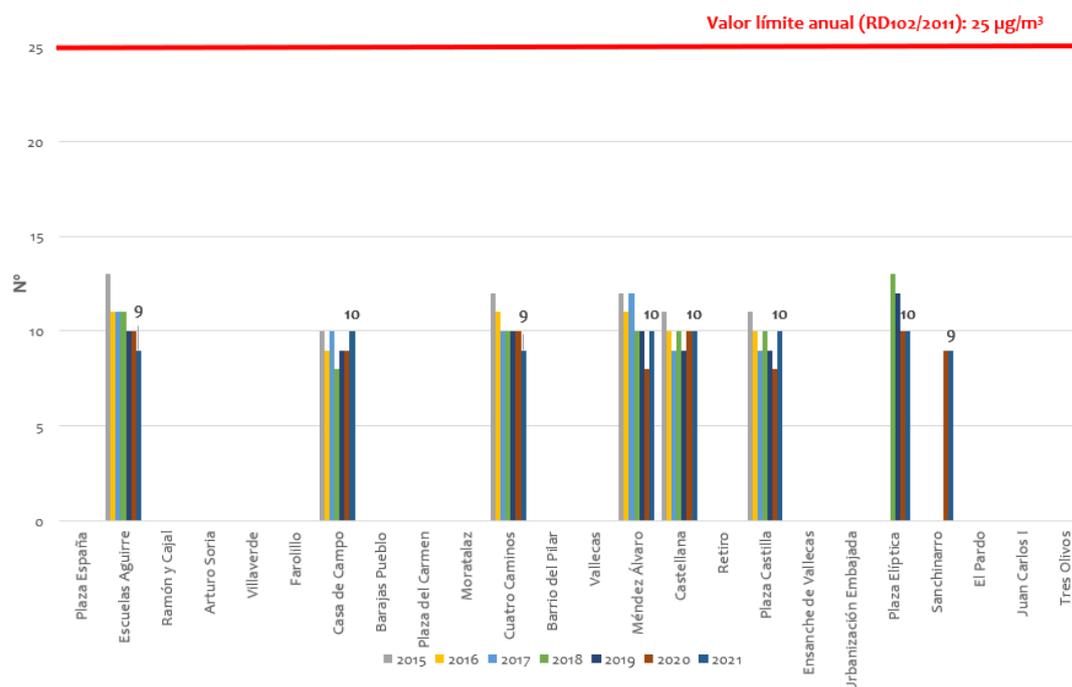


Ilustración 48. Evolución de la calidad del aire de PM_{2,5} (sin descuento del aporte de polvo sahariano) en la Red del Ayuntamiento de Madrid en el periodo 2015- 2021 según el valor límite anual. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid)

Como cabría esperar, las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5} registradas en las estaciones clasificadas como «rurales» son las más bajas, ya que se encuentran en zonas con poca exposición a fuentes de contaminación. En el otro extremo, las estaciones clasificadas como «tráfico» son las que obtienen los valores más altos, ya que se encuentran en puntos donde la calidad del aire está directamente influenciada por las emisiones del transporte por carretera, principal fuente de emisión de partículas, junto al sector residencial, en la Comunidad de Madrid. En el caso de las estaciones clasificadas como «fondo urbano» e «industrial» se observa mucha más variabilidad entre las diferentes estaciones.

Ozono (O₃)

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, establece para el ozono un **valor objetivo** para la **protección de la salud** de **120 µg/m³** (máxima diaria de las medias móviles octohorarias) que **no deberá superarse más de veinticinco días por cada año civil de promedio en un periodo de tres años**.

Respecto a la evolución de la concentración de este contaminante, tal y como se observa en las siguientes ilustraciones (ver Ilustración 49 e Ilustración 50), durante el periodo 2015-2021 se han registrado de forma generalizada niveles por encima del **valor objetivo** para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la

Comunidad de Madrid y también en las del municipio de Madrid, según se indica en los informes anuales de calidad del aire de la ciudad de Madrid de los años 2015 a 2021 (Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Ayuntamiento de Madrid, 2021). Al contrario que el NO₂, los valores máximos se registran típicamente en verano. Debe señalarse que el ozono, como contaminante secundario, presenta unas características muy especiales en cuanto a su forma de generación y dispersión, que hacen muy complejo su control, como se explica con detalle en el Plan de Calidad del Aire que acompaña a la presente Estrategia.

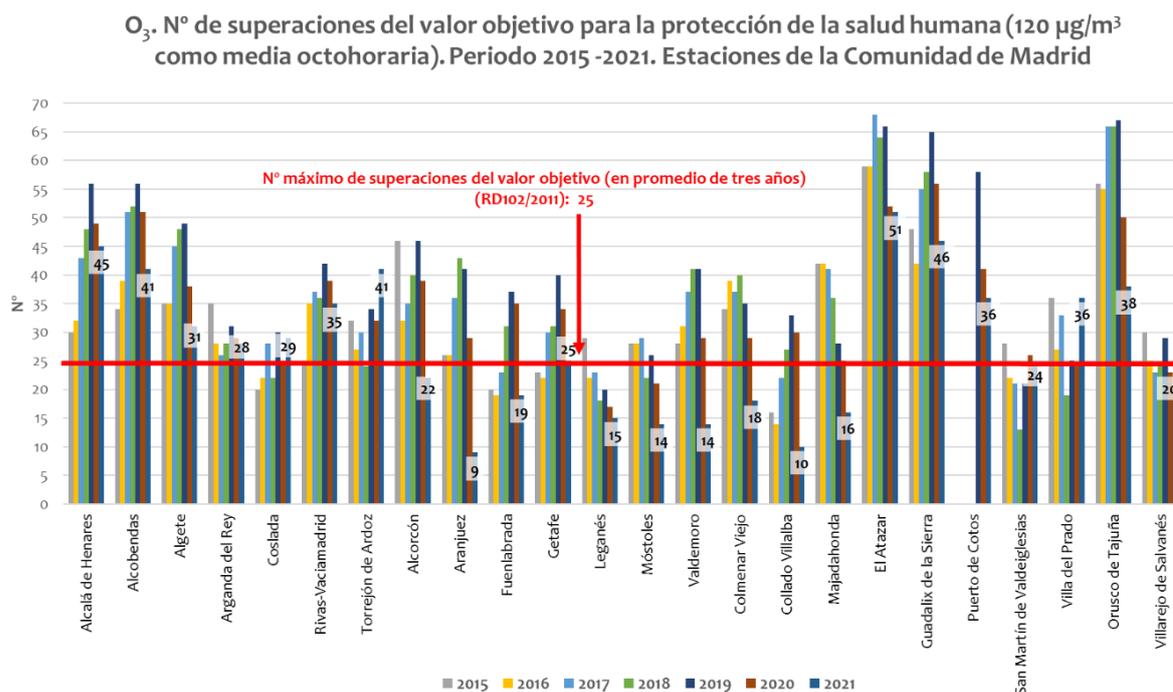


Ilustración 49. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O₃ para la protección de la salud en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia)

O₃. N° de superaciones del valor objetivo para la protección de la salud humana (120 µg/m³ como media octohoraria). Periodo 2015 -2021. Estaciones del Ayuntamiento de Madrid

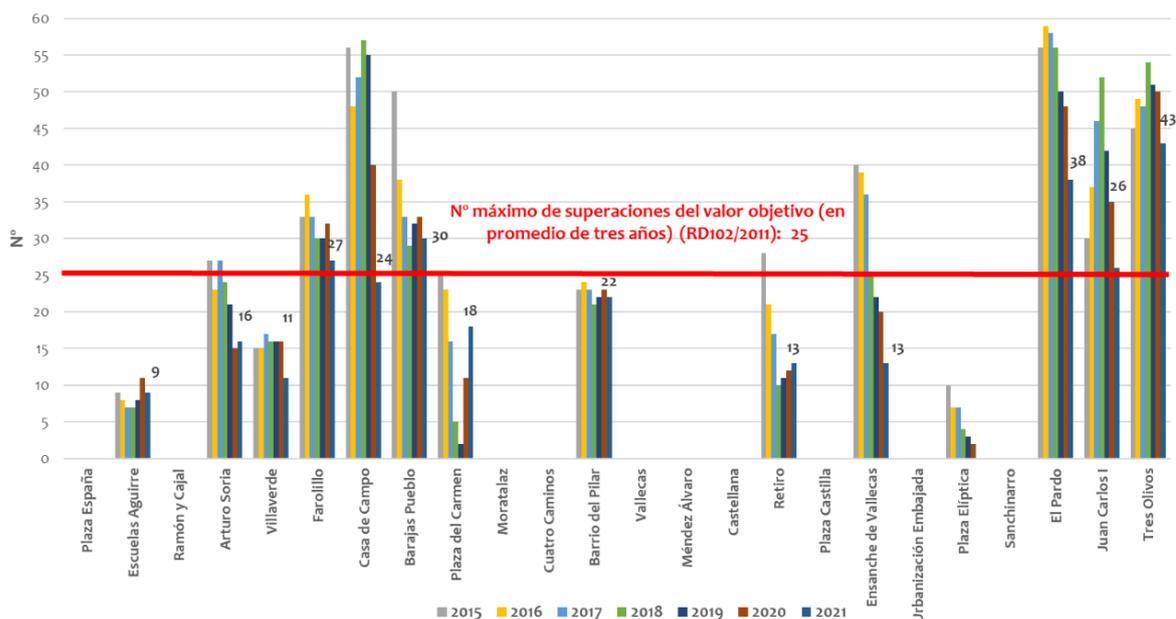


Ilustración 50. Número de superaciones en el periodo 2015-2021 del valor objetivo de O₃ para la protección de la salud en las estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid. (Fuente: Elaboración propia en base a los informes de calidad del aire del Ayuntamiento Madrid).

Por otra parte, en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, se establece un **umbral de Información (180 µg/m³)** y un **umbral de alerta (240 µg/m³ durante tres horas consecutivas)** ambos con base en una concentración media horaria. El umbral de alerta no se ha superado nunca en la Comunidad de Madrid, pero el umbral de información sí ha sido superado en varias estaciones de la Red durante el periodo de estudio⁵⁹.

Además, dicho real decreto establece como valor objetivo para la **protección de la vegetación** un **AOT40**, acrónimo de «*Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion*», **de 18 000 µg/m³ x h de promedio en un periodo de cinco años**, calculado a partir de medias horarias entre mayo y julio. El valor AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y 80 µg/m³ a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, HEC, cada día, o la correspondiente para las regiones ultraperiféricas. El citado real decreto establecía como fecha límite de cumplimiento para ambos valores el 1 de enero de 2010. Las superaciones del valor objetivo para la protección de la vegetación presentan un patrón similar al ya descrito, superándose los valores de forma generalizada en las estaciones de medida.

⁵⁹Listado de superaciones de umbrales. Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Obtenido de: http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/InformHistoAlertasAccion.icm?ESTADO_MENU=10_1



Otros contaminantes

Los valores registrados en las estaciones de las distintas zonas de calidad del aire para el resto de los contaminantes (dióxido de azufre, benceno, monóxido de carbono, metales pesados y benzo(a)pireno), han permanecido alejados de los valores establecidos por la legislación vigente.

A continuación, se resume la evolución de cada contaminante y se ofrece la evaluación del cumplimiento de límites:

- Con relación al **SO₂**, los niveles de concentración media anual para las diferentes zonas de calidad del aire muestran una tendencia de reducción, a pesar del ligero aumento registrado en 2017. Asimismo, en todo el periodo 2015-2021 en ninguna estación de la Red se han registrado superaciones de los valores límite horario (350 µg/m³) y diario (125 µg/m³) para la protección de la salud, ni del nivel crítico para la protección de los ecosistemas y la vegetación relativo al año civil e invierno (20 µg/m³). De igual modo, el umbral de alerta (500 µg/m³) no ha sido superado nunca en ningún municipio de la Comunidad de Madrid, incluido el de Madrid.
- Para el **resto de los contaminantes** regulados: benceno, monóxido de carbono, metales pesados (plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)) y benzo(a)pireno, los valores registrados en todas las estaciones de la Red han permanecido muy alejados de los valores límite y valores objetivo establecidos en la legislación vigente.

Conclusiones

Del estudio relativo a la evolución de la calidad del aire durante el periodo 2015-2021 se desprenden los siguientes aspectos:

- Con respecto al **NO₂**, ninguna de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el **valor límite horario (más de 18 h por encima de 200 µg/m³)**. El número de superaciones de este valor límite ha ido disminuyendo de forma progresiva en los últimos años, no registrándose ningún valor horario por encima de 200 µg/m³ en los años 2020 y 2021. Con respecto al **valor límite anual (40 µg/m³)**, entre el 2016 y el 2018 varias estaciones de la Red (Coslada, Getafe y Leganés) registraron valores por encima de este valor límite, sin bien en los restantes años de la serie no se ha superado este valor límite en ninguna estación, manteniéndose los registros en valores más bajos respecto a años anteriores.

En lo que respecta a las estaciones pertenecientes a la red del Ayuntamiento de Madrid, se registran superaciones del valor límite anual y el valor límite horario en varias estaciones a lo largo del periodo estudiado. No obstante, se observa una mejoría en los valores registrados en los últimos años, pasando de incumplir el valor límite anual en 13 estaciones en 2015 a solo una estación en 2021 (Plaza Elíptica). A su vez, para el valor límite horario, se pasa de registrar incumplimientos en 8 estaciones en 2015 a ninguna en 2021.



- Los valores de partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}) registrados en las estaciones de la Red se han mantenido en todo momento por debajo del valor límite anual durante todo el periodo 2015-2021. Tampoco se registran incumplimientos de los parámetros regulados para las partículas durante el periodo estudiado para las estaciones del Ayuntamiento de Madrid.
- En cuanto al ozono, se han registrado de forma generalizada niveles por encima del valor objetivo para la protección de la salud y para la protección de la vegetación en todas las estaciones de la Red de la Comunidad y del Municipio de Madrid. El umbral de alerta a la población (240 µg/m³ de media horaria) no se ha superado nunca en la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid. En lo relativo al Ayuntamiento de Madrid, también se registran incumplimientos del valor objetivo para la protección de la salud a lo largo del periodo, si bien no en todas las estaciones.
- Para el resto de los contaminantes analizados, las concentraciones se han mantenido similares respecto a años anteriores, con ligeras variaciones dependiendo del contaminante o de la zona estudiada, pero en cualquier caso por debajo de los valores límite u objetivo establecidos en la normativa de aplicación en la totalidad de la Comunidad de Madrid.

Emisiones de contaminantes atmosféricos

La Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior de la Comunidad de Madrid ha venido desarrollando inventarios anuales que analizan de manera individualizada las emisiones generadas durante los años 1990-2020. Estos inventarios tienen por objetivo cuantificar las emisiones a la atmósfera que se generan en la región madrileña desde todos los focos emisores significativos, lo cual permite contar con la información necesaria para plantear medidas que contribuyan a alcanzar una calidad de aire adecuada.

En concreto, los inventarios permiten analizar aspectos como: la concentración de contaminantes primarios en la atmósfera, la oxidación de origen fotoquímico, los flujos transfronterizos y la contaminación a larga distancia de contaminantes, la acidificación, la contribución al calentamiento general de la atmósfera, entre otros.

En el presente apartado se incluye un análisis de los inventarios realizados para la serie temporal 1990-2020, que proporciona la información necesaria para tener un conocimiento de las principales fuentes emisoras de contaminantes agrupadas por sectores, tales como industrias, actividades agropecuarias, tráfico, consumos energéticos, etc.; así como la evolución de estas emisiones en el tiempo. Por tanto, constituye una información esencial, junto con los datos de inmisión proporcionados por la Red de Calidad del Aire y el estudio de contribución de fuentes derivado de la modelización de la emisión-inmisión, que se analiza a continuación, para la identificación de las áreas de actuación y el diseño y elaboración de programas de actuación.

La estructura por sectores de los inventarios se ha basado en la nomenclatura NFR (*Nomenclature For Reporting*), establecida por el Convenio LRTAP (Convenio de la

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia). Esta nomenclatura establece cinco sectores [energía, IPPU (*Industrial Processes and Product Use* – Procesos Industriales y Uso de Productos), agricultura, residuos y emisiones naturales]. Es preciso destacar que no se hace referencia a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*, SNAP-97), a diferencia de ediciones anteriores (Plan Azul y Plan Azul+), dado que NFR es la nomenclatura oficial que emplea España para el reporte de contaminantes atmosféricos y con la que se establecieron los objetivos de reducción de emisiones en la Directiva de Techos.

A partir de la edición del año 2020 del Inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid (serie 1990-2018), la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior llevó a cabo un cambio significativo respecto a ediciones anteriores, al alinearlos metodológicamente con el Inventario Nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos. Este cambio afecta a las emisiones de toda la serie inventariada y ha supuesto una modificación en las estimaciones realizadas respecto a los inventarios elaborados hasta la fecha. De esta manera, actualmente, los datos obtenidos en la región de Madrid son completamente homogéneos con los del Inventario Nacional, cuyas emisiones son reportadas anualmente a la Unión Europea y a Naciones Unidas.

Si bien con este cambio se produjo una discontinuidad respecto a la serie de datos obtenida en años anteriores, el inventario ganó en consistencia metodológica, dado que las estimaciones de las emisiones y proyecciones por el Sistema Español de Inventario (SEI) se realizan de acuerdo con las directrices y criterios validados por las instancias internacionales y europeas implicadas y son sometidas periódicamente a revisiones y control de calidad por dichos organismos.

A continuación, se muestra la evolución de las emisiones totales de los contaminantes contemplados en la Directiva de Techos Nacionales para el periodo 1990-2020 (Figura 48), obtenidos a partir de la desagregación por comunidades autónomas de la edición del año 2022 del Inventario Nacional:

Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que se han establecido techos nacionales de emisión mediante la Directiva 2016/2284 (emisiones del año 2005=100)

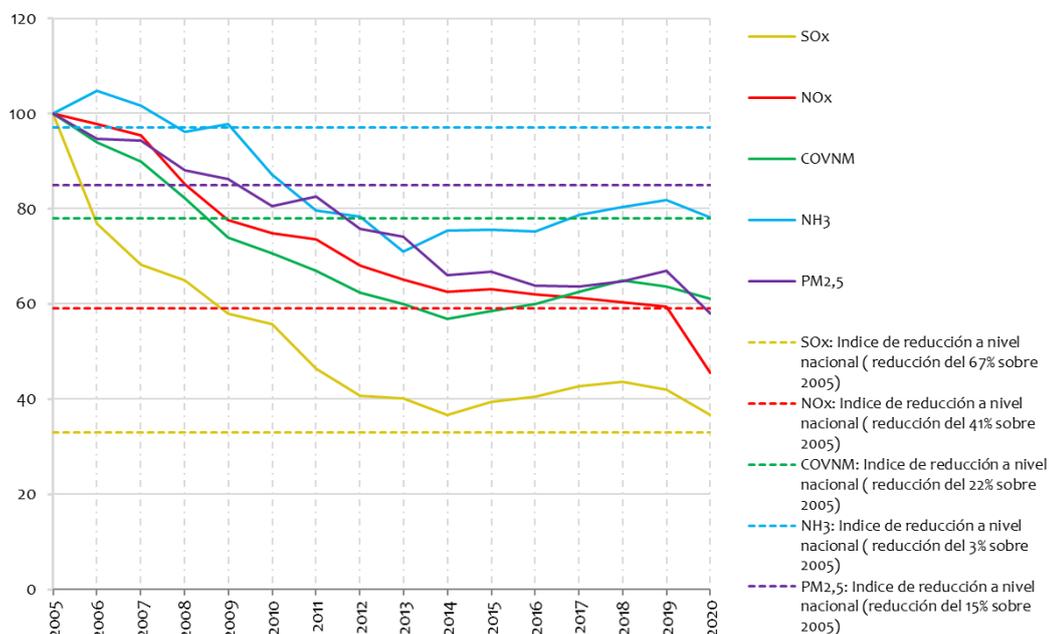


Ilustración 51. Evolución de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad de Madrid. Evolución de las emisiones en la Comunidad de Madrid de aquellos contaminantes para los que existen techos nacionales de emisión (Fuente: Elaboración propia en base a datos del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid).

Como puede observarse, en 2020 tan solo las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid no alcanzaban aún los objetivos establecidos a nivel estatal para ese año, mientras que las emisiones de NO_x, COVNM, NH₃ y PM_{2,5} son ya inferiores a los objetivos fijados. Las emisiones de SO_x han sufrido una notable tendencia decreciente hasta 2014, debido a las medidas que se plantearon, predominantemente en el sector industrial. En el año 2005 la Comunidad de Madrid ya partía de unos niveles de concentración de este contaminante muy bajos, por lo que resulta difícil disminuir más esos porcentajes. Además, como se ha visto en el apartado de calidad del aire, el SO₂ no es un contaminante problemático en la región ya que las concentraciones medidas en las estaciones de la Red son inferiores en todos los casos a los valores límite establecidos en la normativa de referencia.

En los siguientes gráficos se muestra la evolución de las emisiones y sus sectores de contribución para cada uno de los contaminantes anteriormente mencionados.

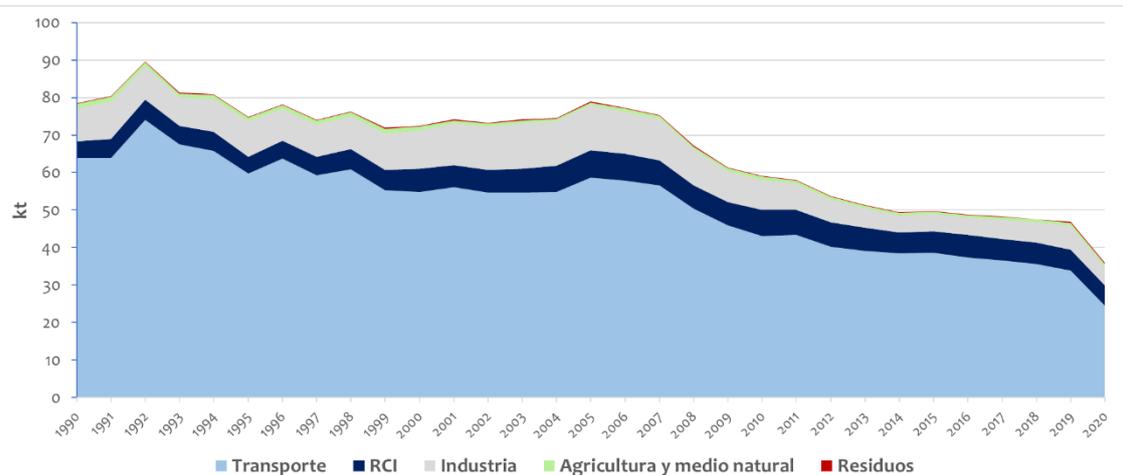


Ilustración 52. Evolución de las emisiones de NO_x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

De la Figura 49 se desprende que el principal responsable de las emisiones de NO_x en la Comunidad de Madrid es el sector del transporte, seguido del residencial, comercial e institucional (RCI) y la industria. En cuanto a la evolución observada, se aprecia un descenso en las emisiones a partir de 2005. Así, mientras en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción de emisiones, se emitieron 78,9 kt, en 2019 y 2020 fueron 46,8 y 35,9 kt, respectivamente.

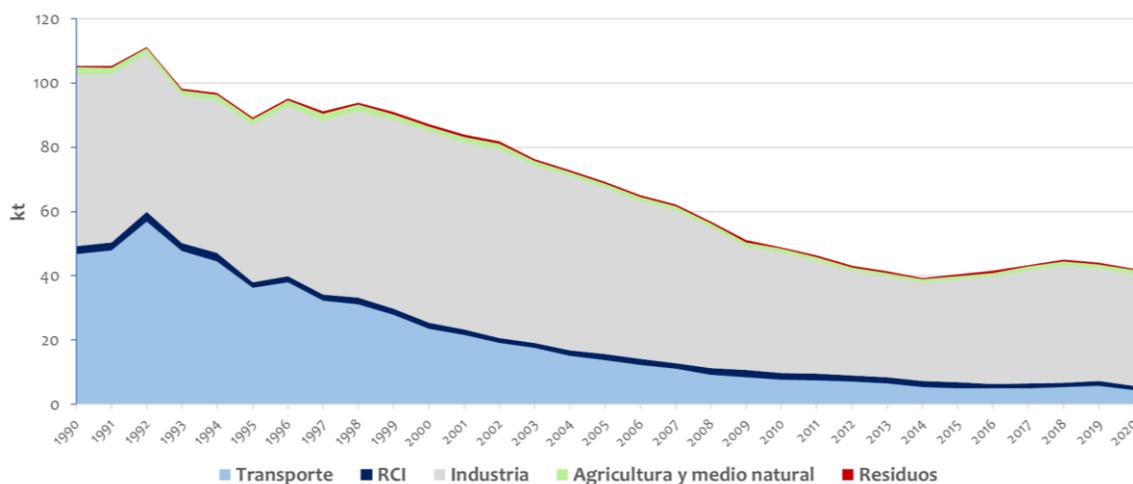


Ilustración 53. Evolución de las emisiones de COVNM en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

En el caso de los COVNM, predominan las emisiones de la industria debido principalmente al uso de disolventes, suponiendo el 82 % de las emisiones en 2020. Destaca la reducción desde 1990 del transporte. Además, se observa una disminución de las emisiones a partir del año 2000, aumentando de nuevo a partir de 2010. No obstante, en 2005, año de referencia para los objetivos de reducción de emisiones, se

emitieron 69,2 kt, mientras que las emisiones de los años 2019 y 2020 son de 44,0 y 42,2 kt respectivamente.

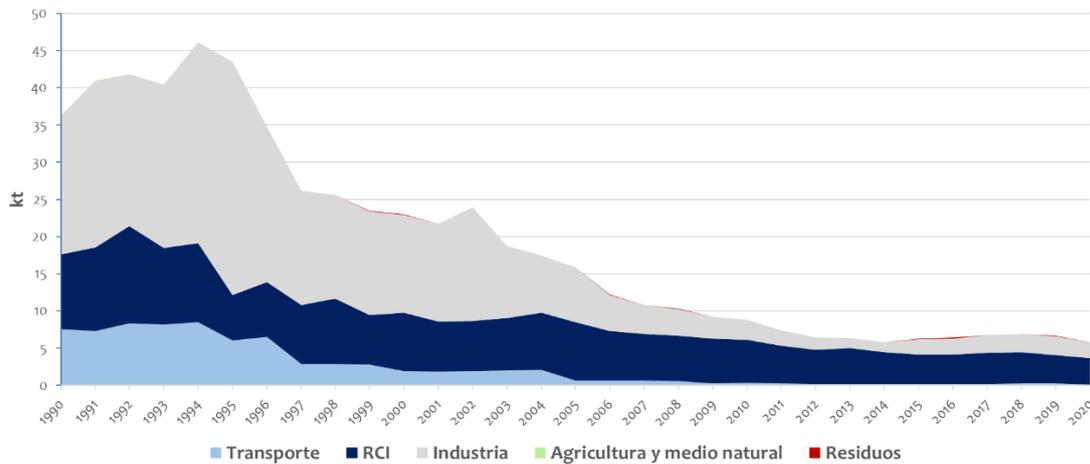


Ilustración 54. Evolución de las emisiones de SO_x en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Las emisiones de SO_x han experimentado una reducción importante a lo largo del periodo considerado. Así, en 2020 se emitieron 5,8 kt, mientras que en el año 2005 fueron de 15,9 kt, y en 1990 de 36,3 kt. En lo relativo a los principales sectores responsables, destacan el sector industrial y el RCI, a los que se debe la mayor parte de las emisiones. No obstante, la industria muestra una importante reducción de sus emisiones de SO_x entre 1990 y 2005, debido a las anteriores políticas aplicadas de control de emisiones a este sector.

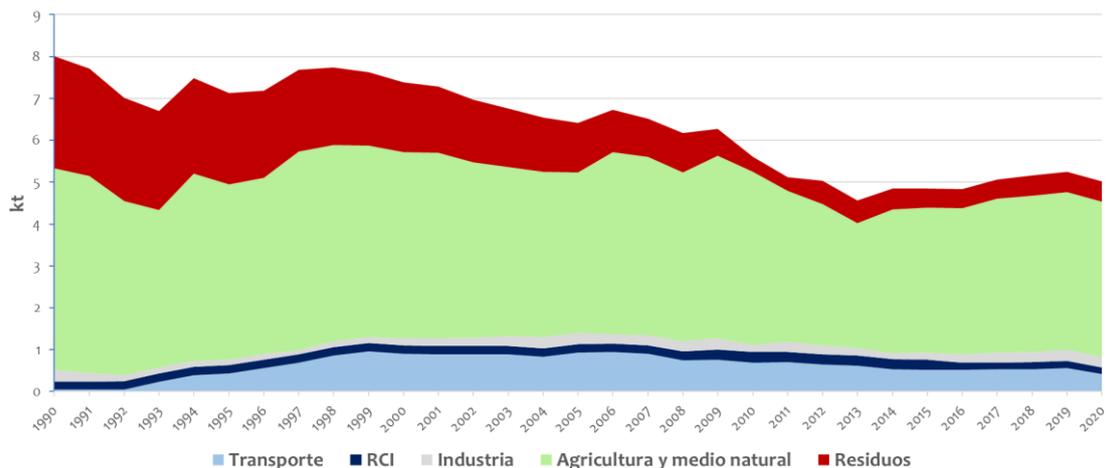


Ilustración 55. Evolución de las emisiones de NH₃ en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

En lo relativo al NH_3 (Ilustración 55), las emisiones se deben fundamentalmente a la agricultura, principal sector emisor. Si bien la evolución de sus emisiones no presenta una tendencia constante durante el periodo, el registro de emisiones del año 2020 es de 5,0 kt, frente a las 6,4 kt de 2005 y las 8,0 kt de 1990. El sector residuos presenta una disminución de 1990 a 2005, manteniéndose aproximadamente constante a partir de ese año.

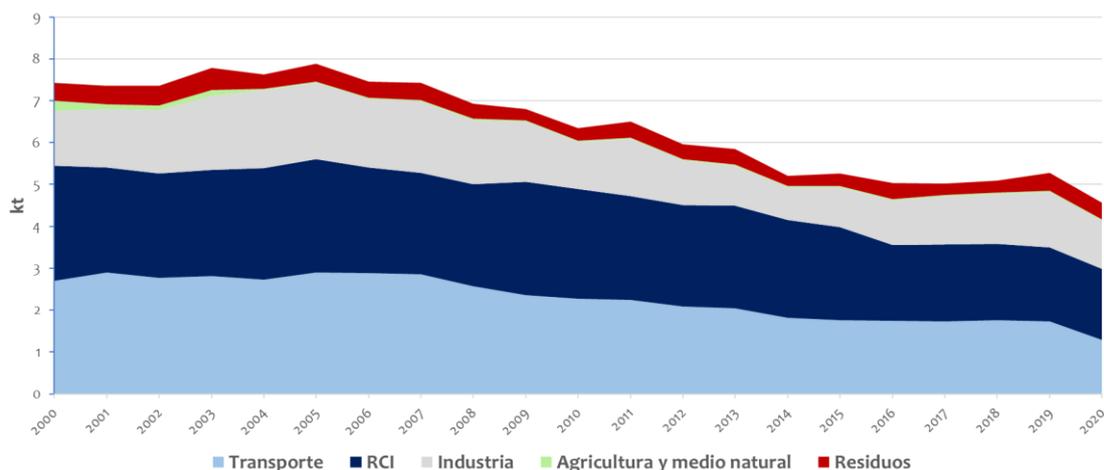


Ilustración 56. Evolución de las emisiones de $\text{PM}_{2,5}$ en la Comunidad de Madrid en el periodo 1990-2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Por último, en cuanto al $\text{PM}_{2,5}$ (Ilustración 56), las emisiones se encuentran más repartidas entre el transporte, el RCI y la industria. También se observa una disminución más o menos constante a partir de 2005, registrando en 2020 4,5 kt frente a las 7,9 kt de 2005.

En cuanto a la contribución por sectores en el año 2020 de los contaminantes incluidos en la Directiva de Techos (Ilustración 57), para el NO_x el principal sector emisor es el transporte, con una contribución del 68 % en 2020, mientras que, para los COVNM, la industria es el principal emisor con un 82 % sobre el total. El SO_x , por el contrario, tiene como principal emisor al sector residencial, comercial e institucional (RCI) con un 61 %, siendo para el NH_3 la agricultura la principal, actividad emisora, representando un 74 % del total de emisiones en la Comunidad. Finalmente, el material particulado fino ($\text{PM}_{2,5}$) presenta unas fuentes de emisión más repartidas, destacando el transporte y el sector RCI, con un 37 % y 28 % respectivamente.

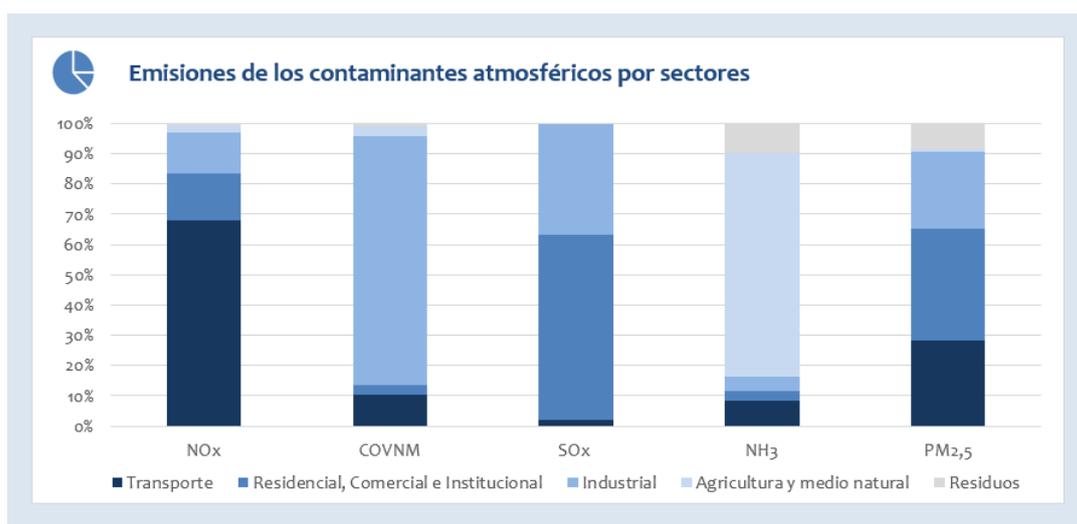


Ilustración 57. Emisiones de los principales contaminantes atmosféricos por sectores en el año 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

2.1.4. Diagnóstico climático

El diagnóstico del cambio climático se aborda desde una doble perspectiva: en primer lugar, a través del análisis de las emisiones de GEI en la Comunidad de Madrid a fin de establecer las estrategias para su reducción, es decir, para la mitigación del cambio climático, y, en segundo lugar, mediante la evaluación de los indicadores de cambio climático, que condicionan posteriormente las estrategias de actuación para la adaptación de la Comunidad de Madrid a los efectos del cambio climático.

Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid en el año 2020 fueron de 20,41 Mt CO₂ equivalente, lo que representa una disminución del 15,5 % respecto a las emisiones del año anterior y un incremento del 25,5 % respecto a las emisiones del año base 1990, así como una disminución del 33 % respecto a 2007, año en el que se produce el máximo de emisiones. Esto se debe a la particular situación derivada de la COVID-19 producida durante el año 2020, por lo que los datos de este año no son representativos de las tendencias acumuladas en años anteriores. Así, en el año 2019 se emitieron un total de 24,16 Mt CO₂ equivalente, lo que supuso un incremento del 0,4 % respecto al año anterior y un incremento del 49 % respecto a las emisiones de 1990.

En general, como se puede apreciar en el siguiente gráfico (Ilustración 58), la evolución presentada por el total de las emisiones de GEI a lo largo de la serie histórica inventariada está fuertemente marcada por el comportamiento del sector de procesado de la energía (sector energético), que incluye el transporte, pues es éste el que más emisiones reporta. Sus emisiones están directamente ligadas al consumo de sus fuentes energéticas y presenta, con carácter general, una evolución paralela a la de la economía nacional con un perfil diferenciado en cuatro fases a lo largo de la serie, una de leve crecimiento fluctuante hasta 1995, seguida de un marcado aumento en el consumo

hasta 2007, después de una disminución en los años de la crisis económica y un ligero repunte a partir de 2014.

Cabe destacar la reducción notable de emisiones en el año 2020, debido a las circunstancias excepcionales que se dieron, como se ha comentado anteriormente.

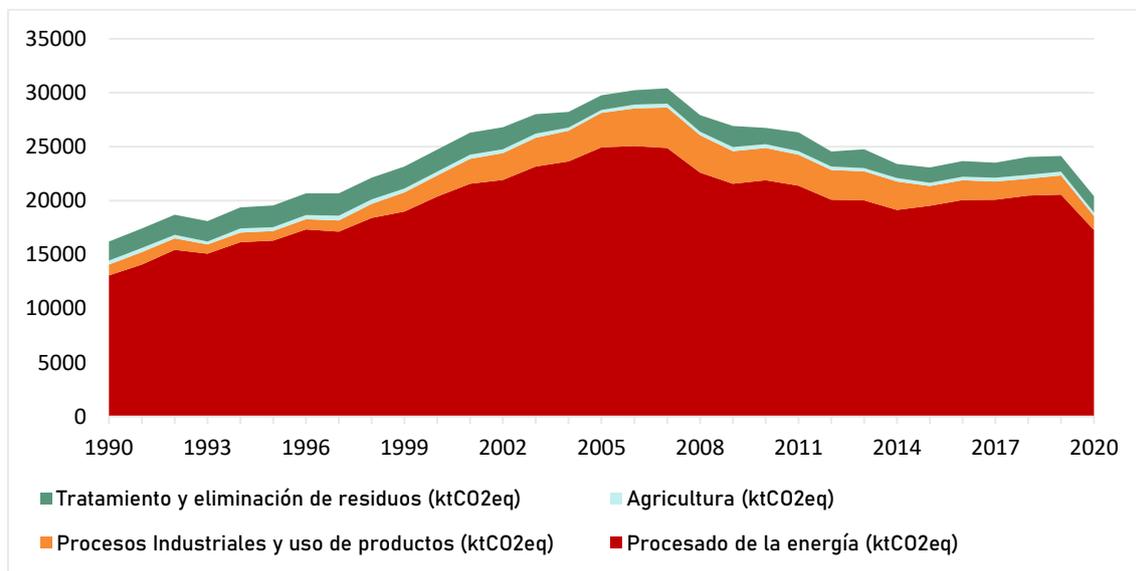


Ilustración 58. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores desde año base hasta 2020. (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

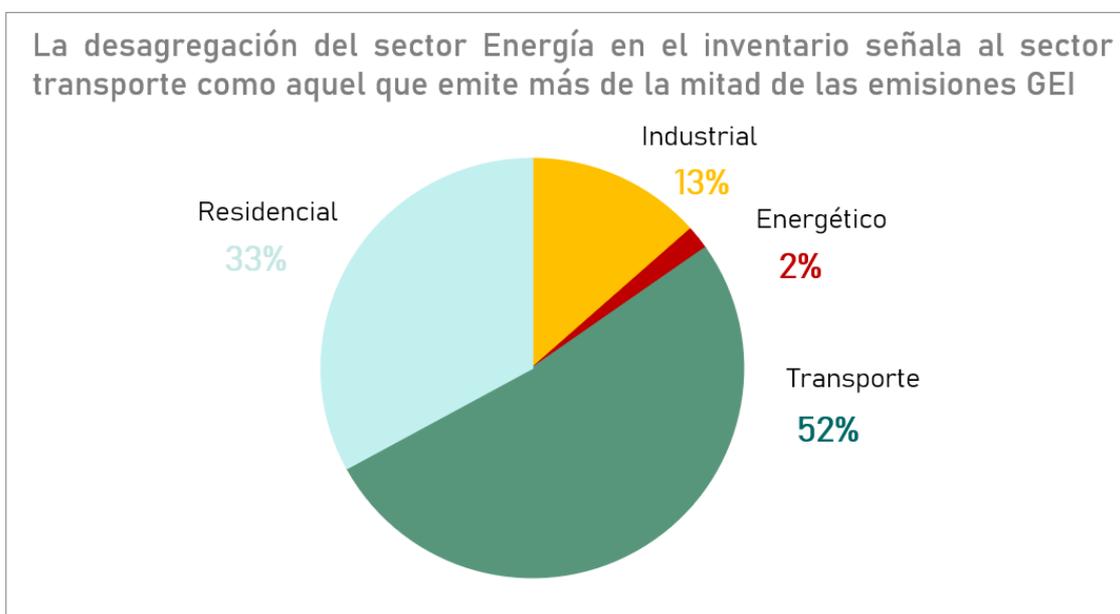


Ilustración 59. Peso de las emisiones de GEI del sector energía desagregado en la Comunidad de Madrid en 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior)

El CO₂ (Ilustración 60) mantiene su contribución al total de las emisiones más o menos constante desde 1990, en torno al 85%, respecto al resto de gases de efecto

invernadero. Presenta una evolución creciente hasta el año 2007, momento a partir del cual comienza a disminuir, posiblemente como consecuencia de la crisis económica. Por último, en el final del periodo se aprecia un ligero repunte de las emisiones. Análogamente, el CH₄ tiene una participación estable a lo largo de todo el periodo, en torno al 8 %, con un comportamiento muy similar al del CO₂. El N₂O, aunque presenta más fluctuaciones a lo largo de la serie temporal, mantiene una participación en torno al 2 %.

Los gases fluorados comenzaron a usarse a principios de los años 90 para sustituir a las sustancias que agotan la capa de ozono y sus emisiones empezaron a reportarse en el año 1995. Desde entonces las emisiones de estos gases, principalmente representados por los HFC (Hidrofluorocarburos), experimentan un aumento notable, que entre los años 2007 y 2014 alcanzan su máximo nivel de contribución y, a partir de entonces, se produce una reducción notable de sus emisiones como consecuencia de la entrada en vigor de la normativa nacional e internacional para la sustitución de estos gases por otros con menor potencial de calentamiento atmosférico.

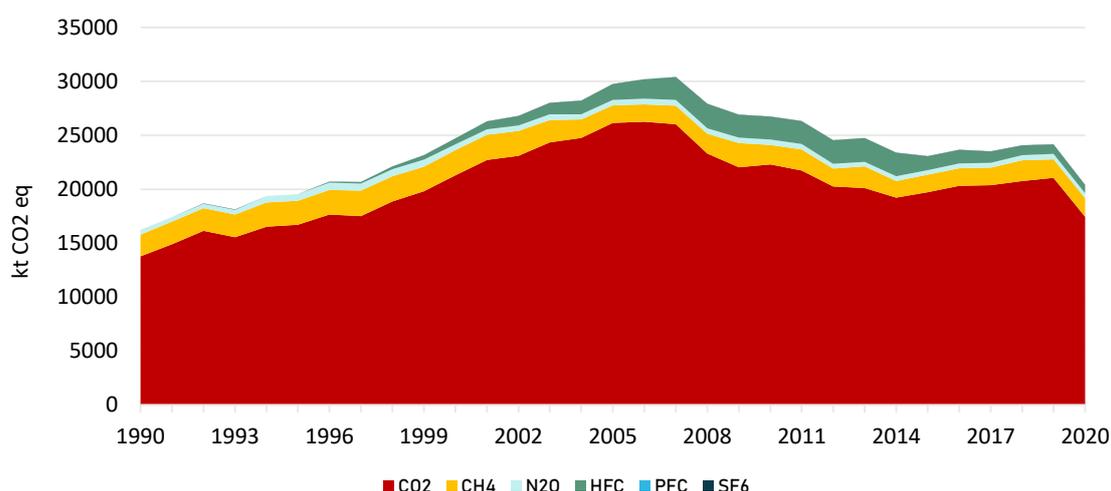


Ilustración 60. Evolución de los distintos gases de efecto invernadero desde año base hasta 2020 (Fuente: Área de Calidad Atmosférica, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior).

Evidencias del cambio climático

El clima de la Comunidad de Madrid se define en general como mediterráneo y se caracteriza por la existencia de parámetros que presentan grandes contrastes, con una estación estival de altas temperaturas y bajas precipitaciones. Además, el clima de la Región está fuertemente condicionado por su orografía; variables climáticas como la circulación de los vientos, la temperatura y las precipitaciones están estrechamente influenciadas por barreras naturales como la Sierra de Guadarrama y Somosierra en el noroeste de Madrid. Estas formaciones geológicas impiden el paso hacia el interior de

los vientos que provienen del norte y noroeste, lo que provoca que se formen frentes nubosos en la vertiente norte de ambas sierras.

Como consecuencia, existe un claro gradiente noroeste-sureste (Ilustración 61) en lo que a la pluviometría se refiere, que oscila desde una precipitación media de 700-1100 mm/año en la Sierra hasta los 400-500 mm/año en las zonas más bajas de la Comunidad. Este mismo gradiente se repite para el caso de la temperatura, pasando de una media anual de 7-8 °C en la Sierra de Guadarrama a otra de 14-15 °C en el Valle del Tajo (AEMET⁶⁰).

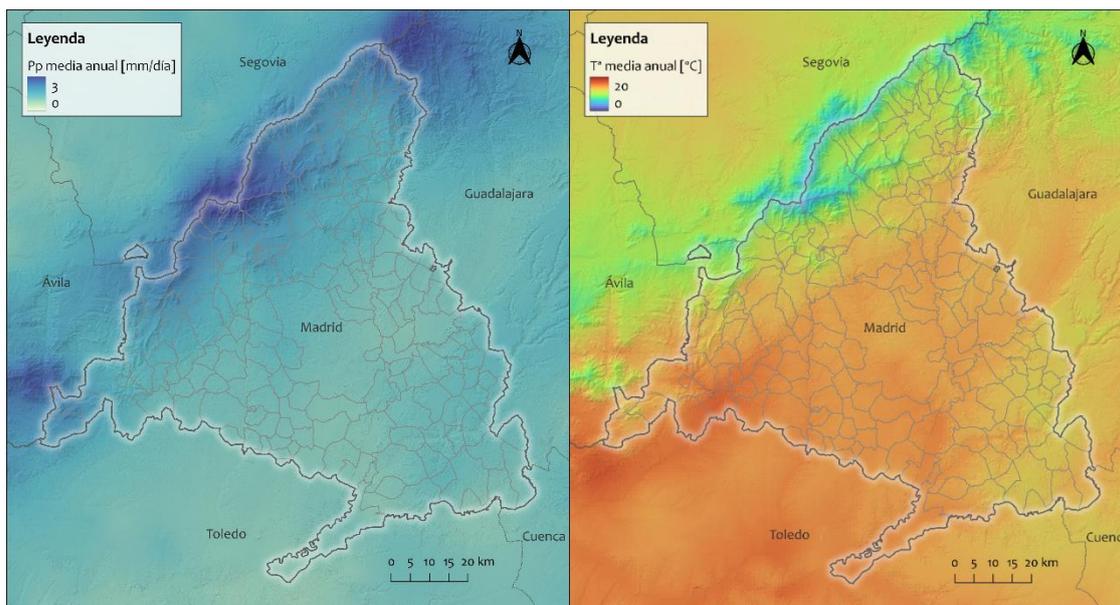


Ilustración 61. Gradientes de precipitación (izq.) y de temperatura (drcha.) media anual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Atlas Climático Ibérico (1971-2000), AEMET).

Para identificar los cambios del clima a los que se ha visto y se verá sometida la región en el futuro, se ha realizado un análisis de su evolución histórica y sus posibles tendencias bajo escenarios de cambio climático.

Los resultados que se presentan se han obtenido a partir de un estudio de adaptación, realizado en el contexto de la presente Estrategia y recogido en el denominado *Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático*. En este estudio se analiza el riesgo de los municipios frente a las principales amenazas para la región: olas de calor, inundaciones fluviales, inclemencias invernales, sequías e incendios forestales. Con objeto de contextualizar la componente climática de esta Estrategia, en este apartado se presentan los resultados más significativos del

⁶⁰ AEMET. (2021). *Atlas climáticos*. Obtenido de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico

análisis. Así mismo, el análisis de las proyecciones climáticas se realiza en el apartado 2.2.3. del presente documento.

Para realizar dicho análisis se han utilizado las proyecciones de precipitación y temperatura, así como una serie de indicadores asociados a las diferentes amenazas climáticas, del conjunto de datos Euro-CORDEX, disponibles en el Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa⁶¹.

Las proyecciones utilizadas contemplan dos escenarios de emisión de uso habitual, denominados "Trayectorias de Concentración Representativas" (RCP, por sus siglas en inglés):

- ✓ **Moderado:** en cuanto a la producción de emisiones (denominado RCP 4,5), estabilizándose hacia final de siglo, con un forzamiento radiativo estable y unas emisiones de CO₂ equivalentes a nivel mundial de 538 ppm a 2100;
- ✓ **Pesimista** o de alta producción de emisiones hacia final de siglo (denominado RCP 8,5), con un forzamiento radiativo creciente y unas emisiones de CO₂ equivalentes a nivel mundial de 936 ppm.

En conjunto, se han seleccionado los siguientes horizontes temporales de análisis:

- Histórico [1971-2000].
- Futuro cercano, horizonte 2030 [2011-2040].
- Futuro intermedio, horizonte 2060 [2041-2070].

Los resultados promedio obtenidos, tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros, permiten observar los datos históricos y contrastarlo con la evolución estimada de los parámetros analizados:

Indicadores	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
		Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040	2041-2070
Precipitación (mm/día)	1,38	1,36	1,31	1,36	1,27
Temperatura mínima (°C)	6,59	7,58	8,36	7,73	9,00
Temperatura máxima (°C)	18,62	19,84	20,78	19,98	21,53

Tabla 18. Valores promedio de las variables climáticas precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa).

⁶¹ AdapteCCa, resultado de los trabajos del MITERD en desarrollo del PNACC, es una plataforma que tiene como objetivo facilitar el intercambio y la consulta de información y promover la comunicación y el trabajo conjunto entre los principales agentes implicados en la adaptación. Proporciona una herramienta de gran valor para conocer los distintos marcos y acciones que se desarrollan a diferentes niveles de gestión competencial. Ver sitio web: <https://adaptecca.es/en>

La precipitación media diaria para el histórico se observa en 1,38 mm/d, con un ligero descenso en todos los horizontes temporales futuros, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 8,5, donde la precipitación llega a 1,27 mm/d.

La temperatura mínima refleja un promedio de 6,59 °C en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros, superando los 7,5 °C en los horizontes 2030 de ambos escenarios de cambio climático, y llegando a un máximo de 9 °C en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

A su vez, la temperatura máxima observa un promedio de 18,62 °C en el histórico, con un aumento en los horizontes temporales futuros que alcanza los 21,53 °C en el horizonte 2060 del RCP 8,5.

Algunos de los municipios que reflejan un mayor descenso de la precipitación, con respecto al periodo histórico, son Guadarrama, Los Molinos, Cercedilla, Collado Mediano y San Lorenzo de El Escorial, Navacerrada o Rascafría. Se observa que el descenso de las precipitaciones será algo más acentuado en la zona de sierra de la Comunidad (ver Ilustración 62). No obstante, el análisis de la serie histórica muestra cómo no existe una tendencia significativa en el periodo histórico ni en el escenario RCP 4,5, por lo que no se puede afirmar que haya un claro descenso en las precipitaciones en ambos periodos.

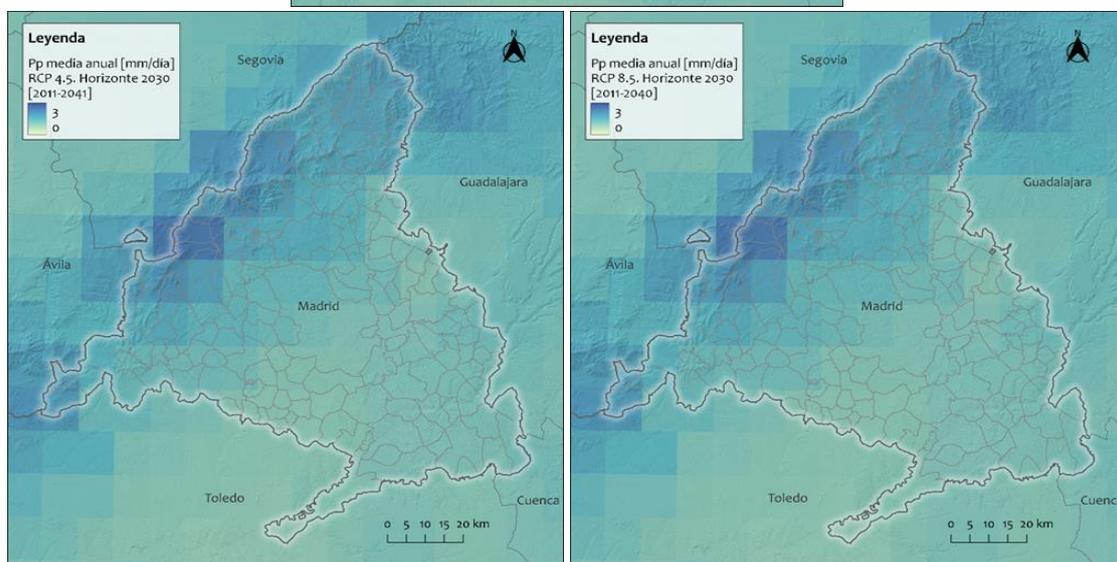
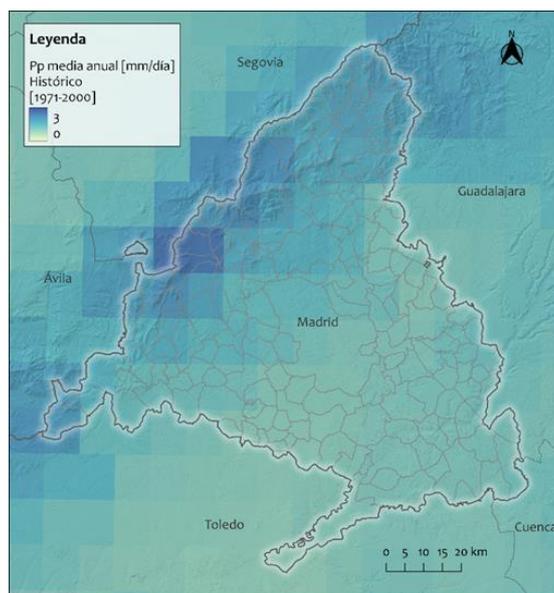


Ilustración 62. Precipitación media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).

Las temperaturas muestran un incremento, tanto de la mínima media anual como de la máxima media anual, tanto en el periodo histórico como en los horizontes 2030 y 2060 en los dos escenarios analizados (RCP 4,5 y RCP 8,5).

Se observa (ver Ilustración 63) que los municipios que reflejan un mayor aumento de la temperatura mínima media anual, con respecto al periodo histórico, son Rozas de Puerto Real, Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, Valdemaqueda y San Martín de Valdeiglesias. Se concluye, entonces, que el ascenso de las temperaturas mínimas será más acentuado al sur de la Comunidad.

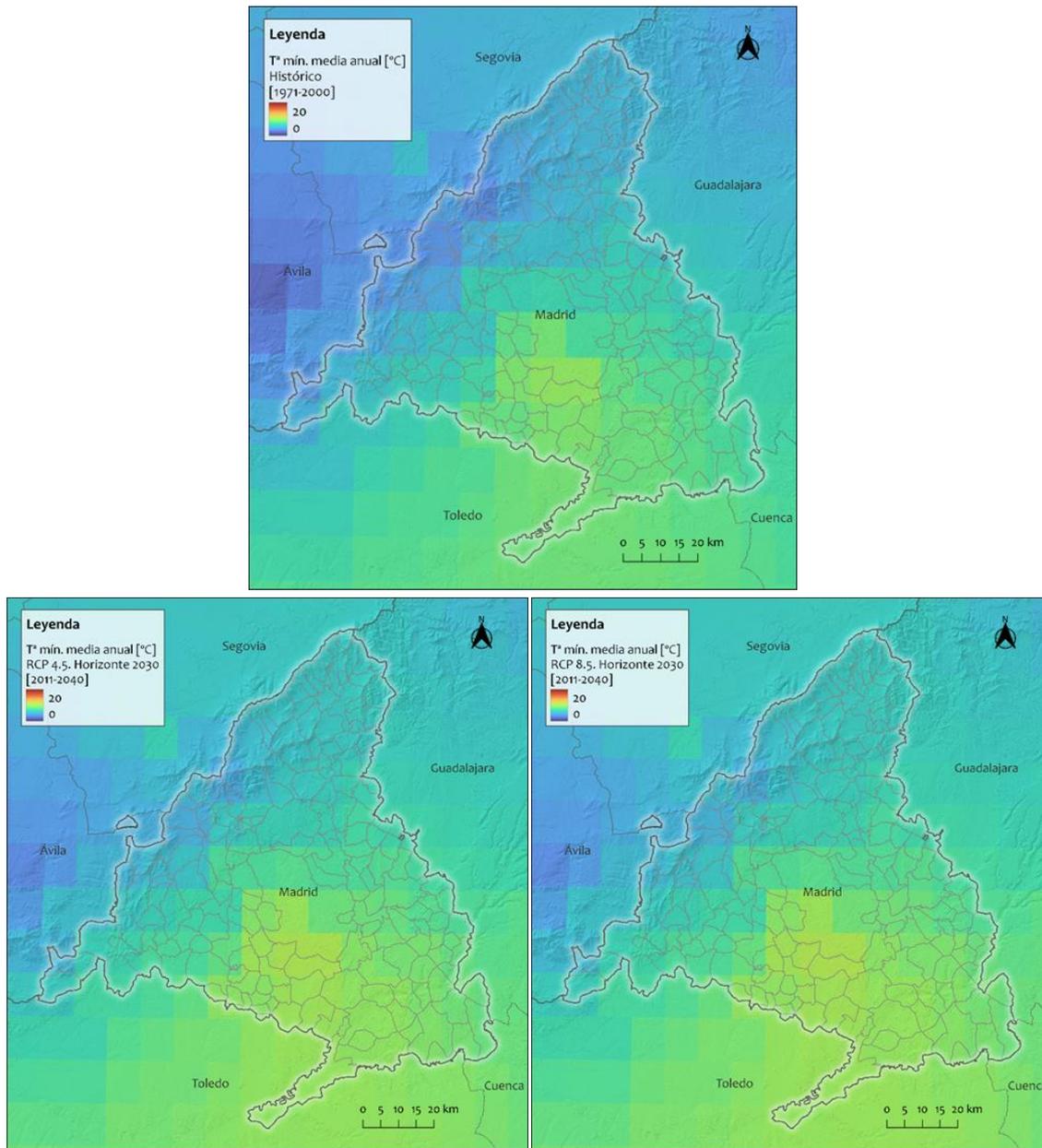


Ilustración 63. Temperatura mínima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la temperatura máxima media anual, se observa como los municipios que reflejan un mayor aumento con respecto al periodo histórico son Navacerrada, Guadarrama, Manzanares el Real, Collado Mediano y Rascafría. Por tanto, puede decirse que el aumento de las temperaturas máximas tendrá un mayor impacto sobre los municipios de la zona de la sierra de la Comunidad.

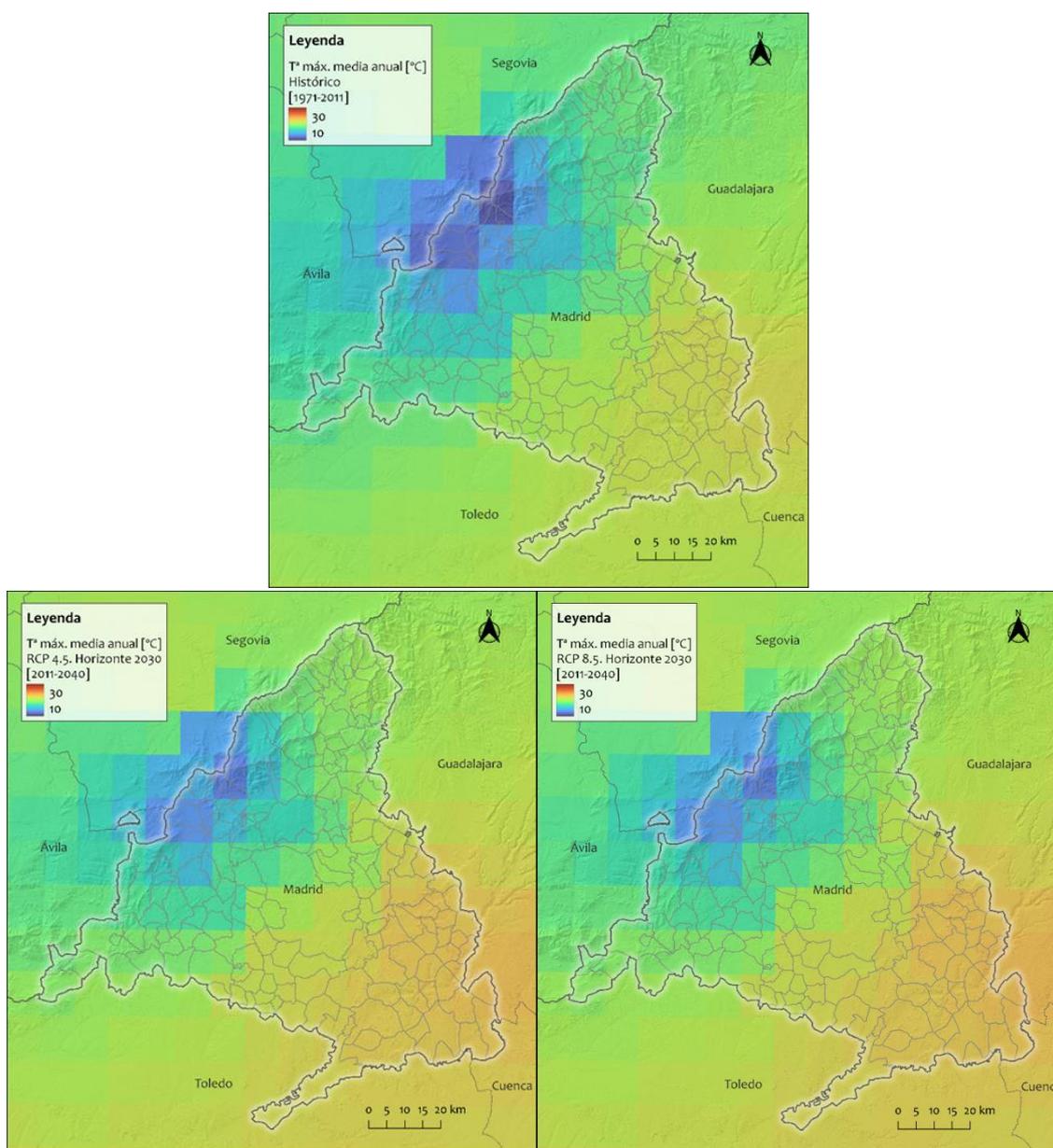


Ilustración 64. Temperatura máxima media anual del histórico (1971-2000) y de los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (horizonte 2030). (Fuente: Elaboración propia).

En resumen, las proyecciones analizadas indican un ligero descenso de las precipitaciones, así como un considerable aumento de las temperaturas a lo largo de todo el siglo XXI, acentuándose más hacia la segunda mitad de siglo. Sin embargo, y a pesar de la variación en las magnitudes de las variables analizadas, no se observa un cambio en los patrones de distribución o gradientes termopluviométricos a lo largo del territorio de la Comunidad de Madrid.

El estudio contenido en el documento de *Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático* muestra un análisis detallado sobre la caracterización de los principales eventos extremos vinculados al clima de la región, destacando el crecimiento de las siguientes amenazas climáticas: olas de calor, inundaciones, inclemencias invernales, sequías e incendios.

Para su estudio se han analizado, al igual que las variables termopluviométricas, una serie de **indicadores climáticos**, normalmente vinculados a este tipo de eventos. La Tabla 19 recoge los resultados promedio de estos indicadores, obtenidos tanto para el periodo histórico (retroproyecciones) como para los horizontes temporales futuros.

Olas de calor

Para el estudio de las **olas de calor** se han empleado tres indicadores: duración máxima de las olas de calor, número de días cálidos y número de noches cálidas.

En cuanto a la duración máxima de las olas de calor, se observan valores crecientes a lo largo de los horizontes temporales de estudio, en comparación con el periodo histórico. Si la duración promedio en la Comunidad de Madrid en el periodo histórico se cifra en 11,72 días, el escenario de estabilización de emisiones RCP 4,5 prevé que la duración de las olas de calor se prolongue durante 16,73 días y 23,35 días en los horizontes 2030 y 2060, respectivamente. El escenario más pesimista, RCP 8,5, prevé que para el horizonte 2030 dicha duración aumente a un promedio de 17,6 días, alcanzando casi el triple, 27,14 días, para el horizonte 2060.

Por otra parte, el número de días cálidos muestra un ascenso considerable en los escenarios climáticos previstos, desde 36,4 días promedio en el periodo histórico, aumentando en casi 20 días en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs, y alcanzando valores de 66,20 días o de más del doble, 82,64 días, en el horizonte 2060 del RCP 4,5 y RCP 8,5, respectivamente.

Finalmente, el número de noches cálidas presenta un comportamiento similar al anterior indicador, aunque la diferencia entre el periodo histórico y la proyección para el escenario climático 8,5 en su horizonte 2060 es aún más acusada, representando un aumento de 46 días. Entre la serie histórica y el escenario 4,5, horizonte 2030, hay un aumento de 16 días, mientras que la diferencia con el escenario 8,5 y horizonte 2060 es de 46 días.

Inundaciones

En el caso de las **inundaciones**, se utilizan como parámetros de análisis la precipitación máxima en 24 h y el percentil 95 de la precipitación diaria, que es el indicador comúnmente utilizado para la definición de evento intenso (así, evento intenso es aquel en el que la precipitación registrada supera o iguala ese umbral).

El percentil 95 de la precipitación diaria tiene un promedio de 18,56 días para la serie histórica, manteniendo los valores de proyecciones futuras más o menos constantes, con un ligero aumento de entre uno y dos días para los escenarios RCP 4,5 y 8,5 en ambos horizontes. El máximo se alcanza en el escenario RCP 8,5 en su horizonte 2060, con un valor de 20,48.

De igual manera, para la precipitación máxima en 24 h se prevé un incremento, tanto para el horizonte 2030 como para el 2060 y los dos escenarios de cambio climático analizados. El indicador tiene un valor inicial de 33,3 mm/d en el periodo histórico, aumentando entre 1 y 2 mm para el escenario RCP 4,5, así como en el escenario RCP

8,5, en el que la diferencia máxima es de 2 mm para el horizonte 2060, respecto a la serie histórica.

Inclencias invernales

Para caracterizar las inclencias invernales se han utilizado dos indicadores: número días con temperatura mínima menor de 0 °C y temperatura mínima extrema.

El número días con temperatura mínima menor de 0 °C experimenta un descenso, desde el promedio de 61,98 días en el periodo histórico hasta 48,63 días en el primer escenario RCP 4,5 y horizonte 2030, valor que sigue disminuyendo para el horizonte 2060. En el escenario más pesimista, RCP 8,5, el horizonte 2060 pronostica un descenso de hasta 32,02 días promedio, lo que supone una reducción de casi el 50 % para el indicador.

Por otra parte, los datos para la temperatura mínima extrema reportan un descenso desde el periodo histórico, con un promedio de - 6,94 °C, hasta los - 4,93 °C para el horizonte 2060 en el escenario RCP 8,5. Por el contrario, los datos arrojados por el RCP 4,5, si bien coinciden en la disminución de la temperatura mínima extrema, pronostican un descenso más contenido. Así, el horizonte 2030 prevé un promedio de - 6,08 °C, y de - 5,50 °C para el siguiente horizonte 2060.

Sequías

Las **sequías** se han evaluado mediante el indicador del máximo número de días consecutivos con precipitación menor de 1 mm. En este caso, los valores van en aumento, con una variabilidad más moderada. Con un valor inicial de 42,07 días consecutivos en la serie histórica, se produce un aumento de cuatro días para el horizonte 2030 en el escenario RCP 4,5 y de cinco días para el horizonte 2060. Para el escenario RCP 8,5 y horizonte 2030, el valor promedio es menor que en el mismo horizonte del escenario anterior; sin embargo, el horizonte 2060 de este escenario vuelve a superar todos los datos anteriores, alcanzando el máximo de 50,07 días.

Incendios

En cuanto a los **incendios**, caracterizados por los días con nivel de peligro de incendio muy alto, muestran un aumento en los diferentes horizontes temporales con respecto a los 15,12 días del periodo histórico. Así, en el horizonte temporal 2030 de ambos RCPs se observan incrementos de 4,5 y 8,5 (20,76 y 20,09 días, respectivamente), llegando casi a duplicarse en el horizonte temporal 2060 (27,06 y 28,30 días, respectivamente).

Evento Extremo	Indicador	Unidad	HISTÓRICO	RCP4,5		RCP8,5	
				Horizonte 2030	Horizonte 2060	Horizonte 2030	Horizonte 2060
				1971-2000	2011-2040	2041-2070	2011-2040
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	Días	11,72	16,73	22,35	17,60	27,14
	Nº días cálidos	Días	36,40	52,35	66,20	54,89	74,76
	Nº de noches cálidas	Días	36,40	56,12	72,68	58,72	82,64
Inundaciones	Percentil 95 de la precipitación diaria	mm/día	18,56	19,76	20,20	19,77	20,48
	Precipitación máxima en 24h	mm/día	33,30	34,90	35,31	35,01	35,59
Inclencias invernales	Nº de días con temperatura mínima < 0°C	Días	61,98	48,63	39,81	46,50	32,02
	Temperatura mínima extrema	°C	-6,94	-6,08	-5,50	-5,97	-4,93
Sequías	Máximo Nº de días consecutivos con precipitación < 1mm	Días	42,07	46,03	47,95	45,94	50,07
Incendios	Días con nivel de peligro de incendio muy alto	Días	15,12	20,76	27,06	20,09	28,30

Tabla 19. Valores promedio de indicadores climáticos asociados a las principales amenazas climáticas de la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia).

2.2. Escenarios tendenciales de Energía, Clima y Calidad del Aire

2.2.1 Escenario Tendencial de Energía - 2030

A la hora de llevar a cabo un análisis del futuro de un sistema como es el caso del sistema energético de la Comunidad de Madrid es necesario establecer una base de comparación respecto de la cual observar el efecto de los cambios que se lleven a cabo sobre dicho sistema. Esta base de comparación es el llamado «escenario tendencial» que, en el caso de la presente Estrategia, alcanza a vislumbrar hasta el año 2030. Dicho escenario tendencial semeja el comportamiento inercial del sistema energético (especialmente en el lado de la demanda) de la Comunidad de Madrid si no se llevasen a cabo nuevas políticas o medidas. La metodología para la definición del escenario tendencial y del resto de escenarios que, previsiblemente, se pueden derivar de la aplicación de la Estrategia se explica con detalle en el capítulo 7.

El diseño del escenario tendencial pivota en torno a la proyección del comportamiento histórico de los principales factores que influyen en el sistema energético. En términos puramente cuantitativos, es decir, sin tener en cuenta el reparto de los consumos y sus efectos en la emisión de GEI y contaminantes atmosféricos, la intensidad energética (definida como la ratio entre el consumo de energía final y el PIB) es un indicador básico para definir la eficacia del sistema energético y su desarrollo futuro. Desde la crisis económica mundial de 2008, la tendencia decreciente en dicho indicador da una idea de la transformación del sistema energético nacional, que muestra un desacople entre el crecimiento económico y el consumo de energía que toda actividad conlleva. El PNIEC profundiza en esa tendencia y pretende un ambicioso objetivo de reducción de la intensidad energética para el conjunto del Estado, como se describe en el capítulo 7, lo que se ha asumido en esta Estrategia para, dada una proyección de PIB, determinar el consumo final deseable del sistema energético de la Comunidad de Madrid.

Una vez se determina el nivel de esfuerzo general para todo el sistema en su conjunto, se ha de evaluar el comportamiento del consumo de energía final de los sectores. Los datos de consumo sectorial por combustible permiten comprender la necesidad de su transformación a fin de lograr su descarbonización y la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos, mediante estrategias tales como el aumento de la electrificación, las mejoras en la eficiencia o los cambios en el comportamiento de los agentes, por citar los más significativos.

Si bien existen datos desde 2000 hasta 2020, como ya se indica al principio de este documento, se toma como base el año 2019, debido a la anomalía ya comentada que suponen los datos de 2020 por motivo de la COVID-19.

En las siguientes secciones se expresan las proyecciones de la intensidad energética y los consumos de energía final por sectores (y por combustibles) que determinan el escenario tendencial.

Intensidad energética

La Comunidad de Madrid se encuentra en un proceso de mejora de su intensidad energética. Tras la crisis económica de 2008 se vio una abrupta bajada tanto en el consumo energético como en el PIB. La recuperación económica posterior ha venido de la mano de una mejora de la eficiencia energética ya que se puede apreciar cómo el PIB de la región ha superado ampliamente los valores precrisis mientras que el consumo energético aún no ha alcanzado los niveles de 2007. Esto ha desembocado en una bajada continuada de la intensidad energética, con un ligero incremento en los años 2017 y 2018.

Asimismo, en la siguiente ilustración también se muestra la evolución esperada de la intensidad energética de España en el escenario objetivo del PNIEC⁶² y la proyección

⁶² Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Escenario objetivo. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima/plannacionalintegradoenergíayclima2021-2030_tcm30-546623.pdf

de la intensidad energética de la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial de la presente Estrategia.

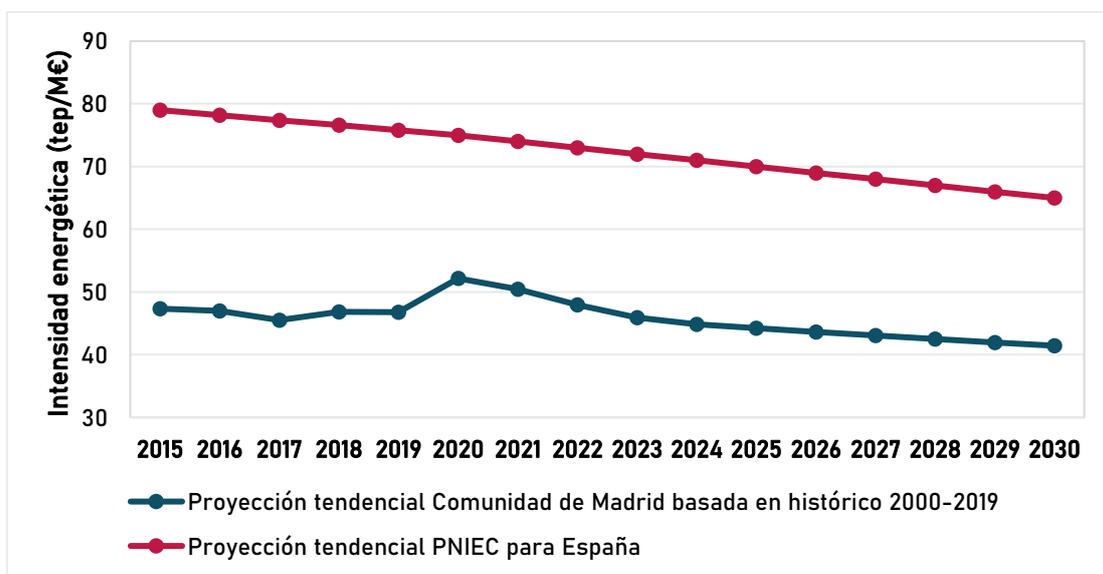


Ilustración 65. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD)

Intensidad energética final (tep/M€)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Proyección tendencial PNIEC España	76,6	75,8	75,0	74,0	73,0	72,0	71,0	70,0	69,0	68,0	67,0	66,0	65,0
Proyección tendencial Comunidad de Madrid basada en histórico 2000-2019	46,8	46,8	52,1	50,4	47,9	45,9	44,8	44,2	43,6	43,0	42,5	41,9	41,4

Tabla 20. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en España y la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD).

La proyección de la intensidad energética de la Comunidad de Madrid que se presenta en la ilustración anterior incluye valores reales (históricos) hasta 2019, calculados con base en datos de Fenercom y el Instituto Nacional de Estadística (INE). De 2020 en adelante, los valores son los calculados a partir de tomar la proyección de PIB asumida hasta 2030 y la proyección del consumo de energía final de la Comunidad de Madrid basada en los datos históricos (ver Tabla 20). Dicha proyección del consumo de energía final regional se ha calculado utilizando los datos históricos de los consumos de energía final de los balances de Fenercom de 2000 a 2019 utilizando como método de

proyección un algoritmo de pronóstico de suavizado exponencial triple (tipo Holt-Winters).

Consumo energético

A diferencia de la intensidad energética, el consumo de energía final en la Comunidad de Madrid muestra una tendencia ascendente, principalmente asociada al aumento de población y al incremento esperado del consumo de energía por los sectores transporte y servicios, y una estabilización del consumo en los demás sectores. En este sentido, los nuevos desarrollos urbanísticos, que supondrán un incremento potencial de más de 150.000 viviendas en Valdecarros (Madrid), Madrid Nuevo Norte (Madrid), Los Berrocales (Madrid), Los Ahijones (Madrid), Los Cerros (Madrid), El Cañaveral (Madrid), Valgrande (Alcobendas), Arpo (Pozuelo de Alarcón), Cerro del Baile (San Sebastián de los Reyes), Retamar de la Huerta (Alcorcón), entre otros, junto con la ampliación del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas, la construcción de nuevos centros logísticos y centros de procesamiento de datos (CPD), serán factores de crecimiento a tener en cuenta.

De acuerdo con la tendencia actual, para el año 2030 se espera un consumo en torno a los 11.399 ktep, ligeramente por debajo del máximo histórico registrado en 2008.

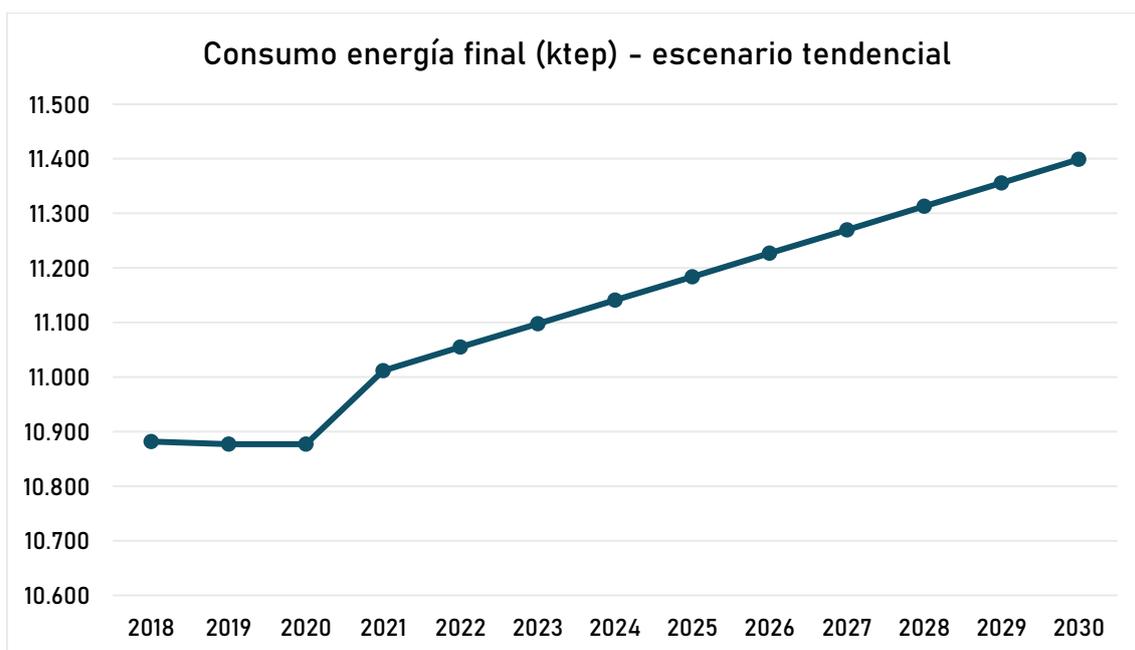


Ilustración 66. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

Escenario tendencial	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo energía final (ktep)	10.882	10.877	10.877	11.012	11.055	11.098	11.141	11.184	11.227	11.270	11.313	11.356	11.399

Tabla 21. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial a 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Las tendencias actuales se caracterizan por un crecimiento del consumo del gas natural y, en menor medida, de la energía eléctrica, asociado al aumento de las energías renovables y el autoconsumo. Por otra parte, suponiendo una baja penetración de las tecnologías de bajas o nulas emisiones, en el escenario tendencial sería previsible que se produjera una estabilización del consumo de los derivados del petróleo, incluso contando con las perspectivas de crecimiento del consumo del sector transporte. Esto se debe a una desaparición progresiva de los derivados del petróleo en el resto de los sectores, que compensa dicho crecimiento.

Utilizando el año 2019 como base de análisis se obtiene la proyección por tipo de combustible dado el comportamiento del sistema en su conjunto de la Tabla 22, que se presenta a continuación.

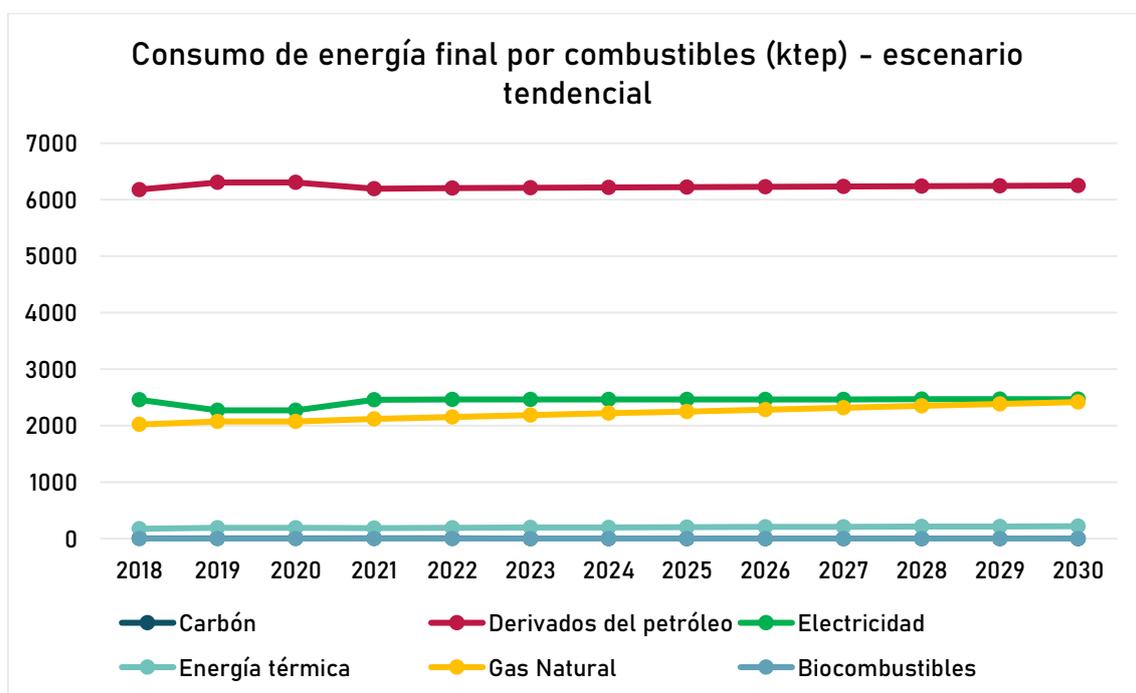


Ilustración 67. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	5	5	5	4	4	3	3	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	6.180	6.305	6.305	6.197	6.203	6.209	6.216	6.220	6.226	6.231	6.237	6.244	6.249
Electricidad	2.459	2.272	2.272	2.461	2.462	2.463	2.465	2.466	2.466	2.467	2.468	2.468	2.469
Energía térmica	176	191	191	189	192	197	200	203	207	211	214	218	221
Gas Natural	2.021	2.072	2.072	2.121	2.154	2.187	2.221	2.252	2.285	2.319	2.351	2.385	2.418
Biocombustibles	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 22. Consumo de energía final por combustible en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom). Nota: la tabla incluye los valores correspondientes a los sectores de transporte, doméstico, servicios, industria y primario. Se ha

excluido el sector "energético" según nomenclatura de Fenercom del cómputo total (desajuste: 0,3%; 11.399 ktep vs. 11.358 ktep).

Consumo por sectores

A continuación, se detalla en profundidad el comportamiento del consumo de energía final por sectores y por tipo de combustible para el escenario tendencial, sirviendo dicho análisis de base de comparación para el posterior diseño de escenarios de mayor eficiencia energética y menores emisiones.

Doméstico

En el sector doméstico (también llamado sector residencial) en la Comunidad de Madrid, se observa una tendencia a la estabilización del consumo total de energía final. En cuanto al reparto de combustibles, se aprecia una reducción importante de los derivados del petróleo y su sustitución por el gas natural, el combustible con mayor peso relativo. La electricidad se mantendría como la segunda fuente de energía más utilizada en el sector, asociada a un aumento progresivo, aunque no muy intenso, del autoconsumo.

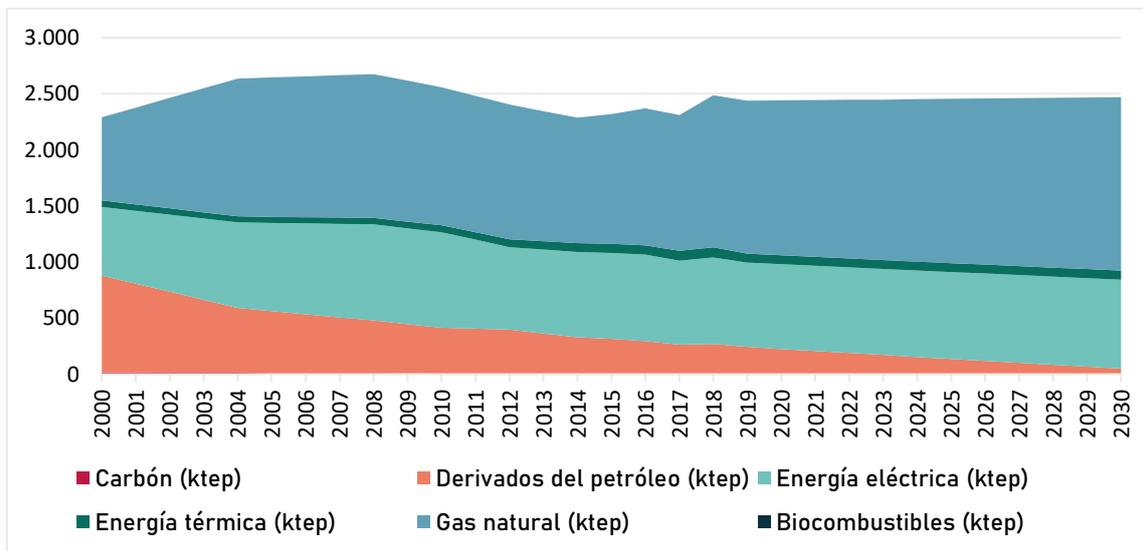


Ilustración 68. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Derivados del petróleo	265	240	240	211	194	176	158	140	122	104	86	69	51
Energía térmica	83	80	80	82	82	82	82	81	81	81	81	80	80
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Gas Natural	1.331	1.365	1.365	1.385	1.402	1.420	1.438	1.456	1.474	1.492	1.509	1.527	1.545
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.459	2.460	2.461	2.462	2.463	2.464	2.466	2.467	2.468	2.469

Tabla 23. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Servicios

El análisis de la tendencia de evolución del consumo del sector servicios sugiere un incremento del consumo energético final en el futuro. Las dos fuentes de energía principales que se utilizan en el sector, gas natural y electricidad, previsiblemente mantendrían su protagonismo en el futuro en un escenario tendencial. El sector servicios junto con el del transporte son los únicos sectores que muestran una tendencia de mayor consumo energético en la Región. Sin embargo, el sector doméstico es energéticamente menos intensivo, por lo que juega también un papel menos relevante en el esquema de consumo global de la Región.

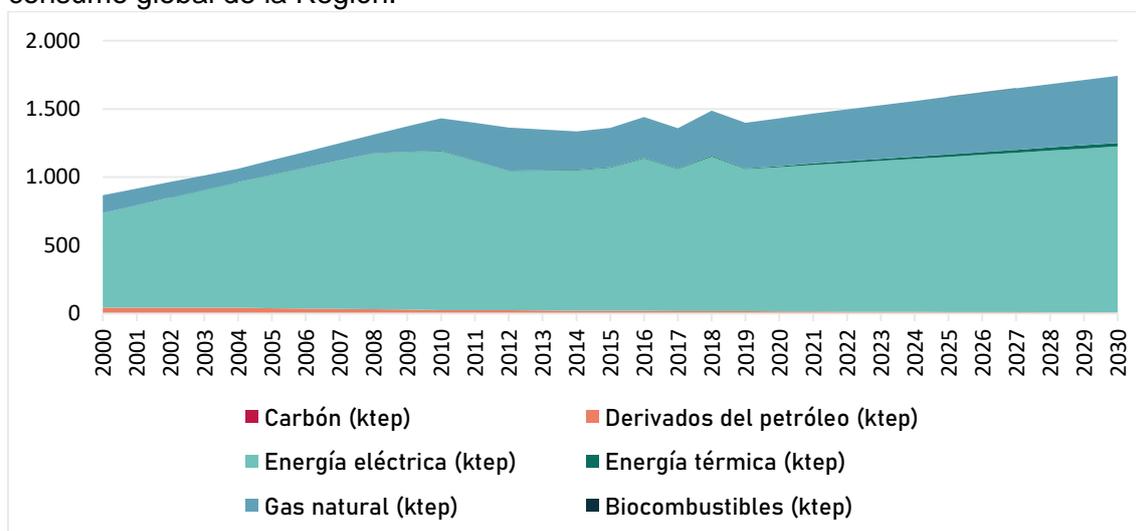


Ilustración 69. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26
Gas Natural	325	333	333	367	381	395	409	422	436	450	464	478	492
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742

Tabla 24. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Sector primario

Se espera que el consumo energético del sector de la agricultura y la ganadería, que ya representa una fracción menor del consumo energético total de la Comunidad de Madrid, se reduzca progresivamente, alcanzando valores inferiores a los 200 ktep en el año 2030.

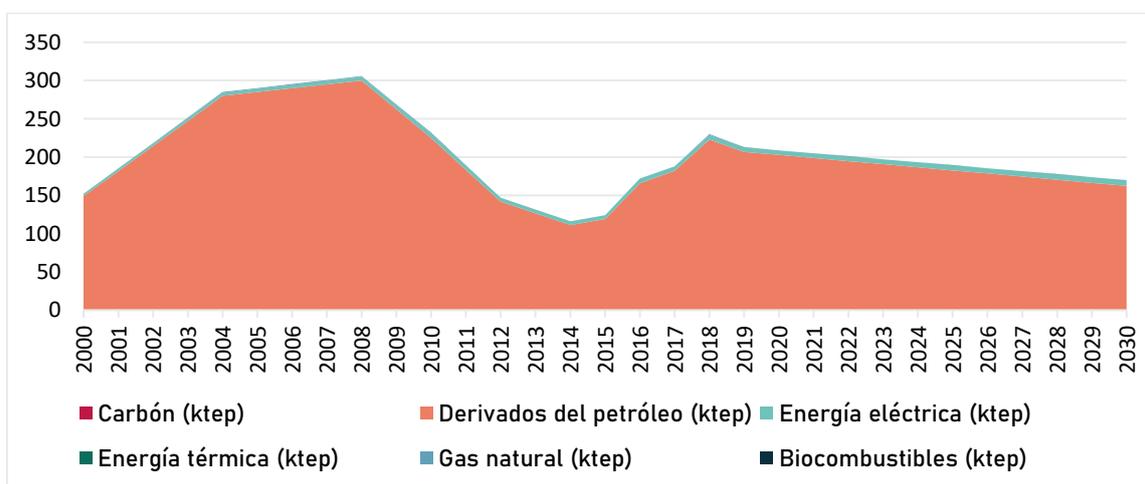


Ilustración 70. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	208	203	198	193	187	182	177	172	167	162
Electricidad	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169

Tabla 25. Proyección del consumo de energía final para el sector de la agricultura en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Transporte

El sector del transporte en la actualidad registra cotas máximas históricas y previsiblemente el consumo energético continuará aumentando en el futuro de seguir las tendencias actuales. La energía eléctrica para el sector transporte se está abriendo paso en un sector claramente dominado por los derivados del petróleo, pero aun así su contribución al *mix* energético de 2030, aplicando una proyección tendencial, será escaso.

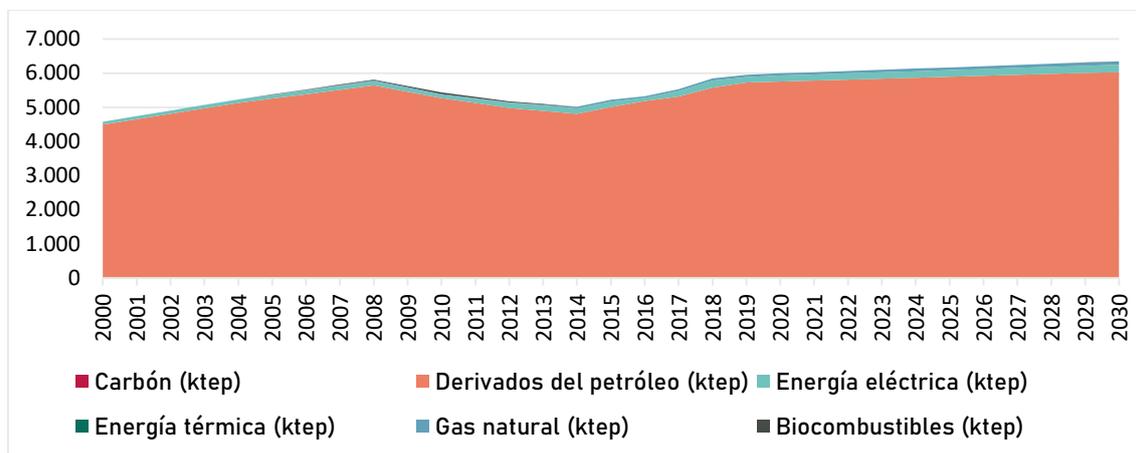


Ilustración 71. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
Electricidad	204	160	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	60	62	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
Biocombustibles	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	5.846	5.950	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343

Tabla 26. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Industria

El consumo energético del sector industrial de la Comunidad de Madrid alcanzó su máximo en 2008, para luego reducirse drásticamente. Tal tendencia, protagonizada por la casi desaparición de los derivados del petróleo, continúa actualmente. Sobre la base de las series históricas, en los próximos años, se prevé que la reducción del consumo energético del sector continúe, alcanzando valores ligeramente menores a los actuales para el año 2030. Así pues, se asume que el comportamiento tendencial del sector industrial madrileño ya presenta un desacople entre su Valor Agregado Bruto (VAB) y su consumo energético final (ver Ilustración 72). Este desacople, más allá de los efectos

de la crisis de 2008, entre los que se cuenta la caída de la actividad industrial, se puede apreciar a partir de 2014, y viene a mostrar el efecto virtuoso de las medidas de transformación, mejora y eficiencia asociadas al Plan Industrial 2020-2025, así como a los planes previos en materia industrial de la Comunidad de Madrid. Se asume para el futuro, un crecimiento sostenido del VAB industrial de un 2,5% anual, en línea con las perspectivas de crecimiento regionales.

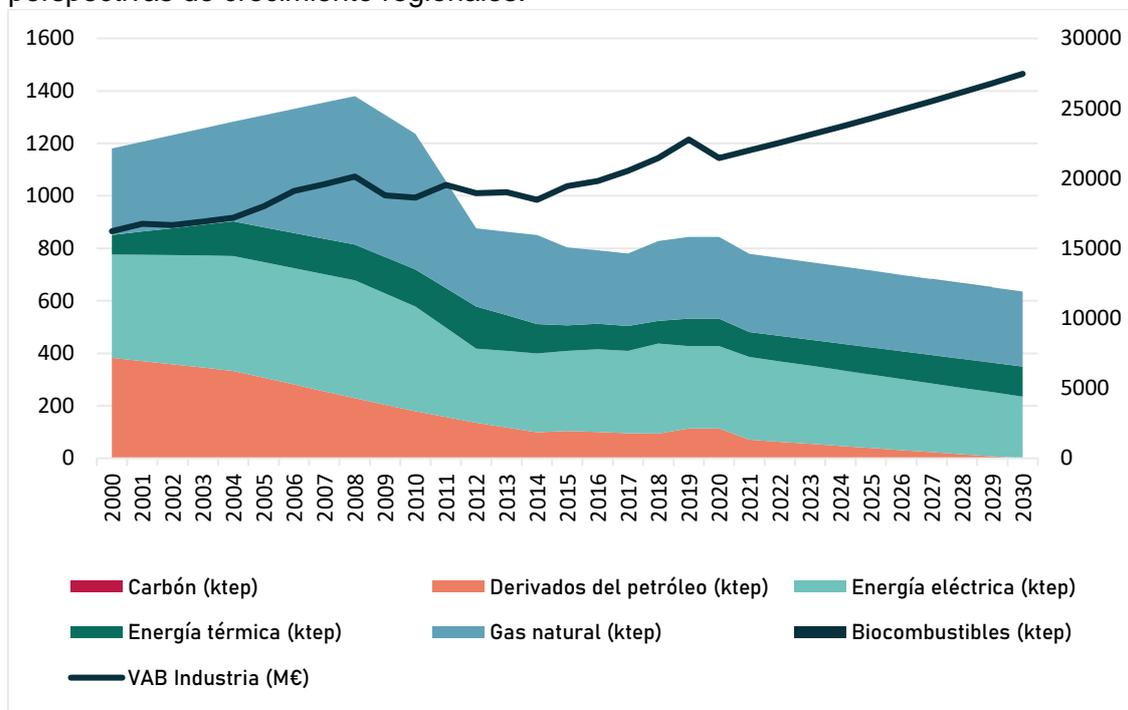


Ilustración 72. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom)

TENDENCIAL (ktep)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	316	307	298	289	280	271	262	253	244	235
Energía térmica	87	105	105	94	96	99	101	103	106	108	110	113	115
Gas natural	304	312	312	299	298	296	295	293	291	290	288	287	285
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635

Tabla 27. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid y VAB industrial en el escenario tendencial (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom).

Como se puede apreciar en la Ilustración 72., el VAB industrial esperado ahonda en el desacoplamiento economía vs energía, e incide en la idea ya observada desde 2014 de que se puede reducir el consumo energético sin menoscabo del desarrollo económico, lo que constituye una buena referencia para la definición de otros posibles escenarios más ambiciosos, que aumenten dicho desacoplamiento.

Diagrama de Sankey - Escenario tendencial 2030

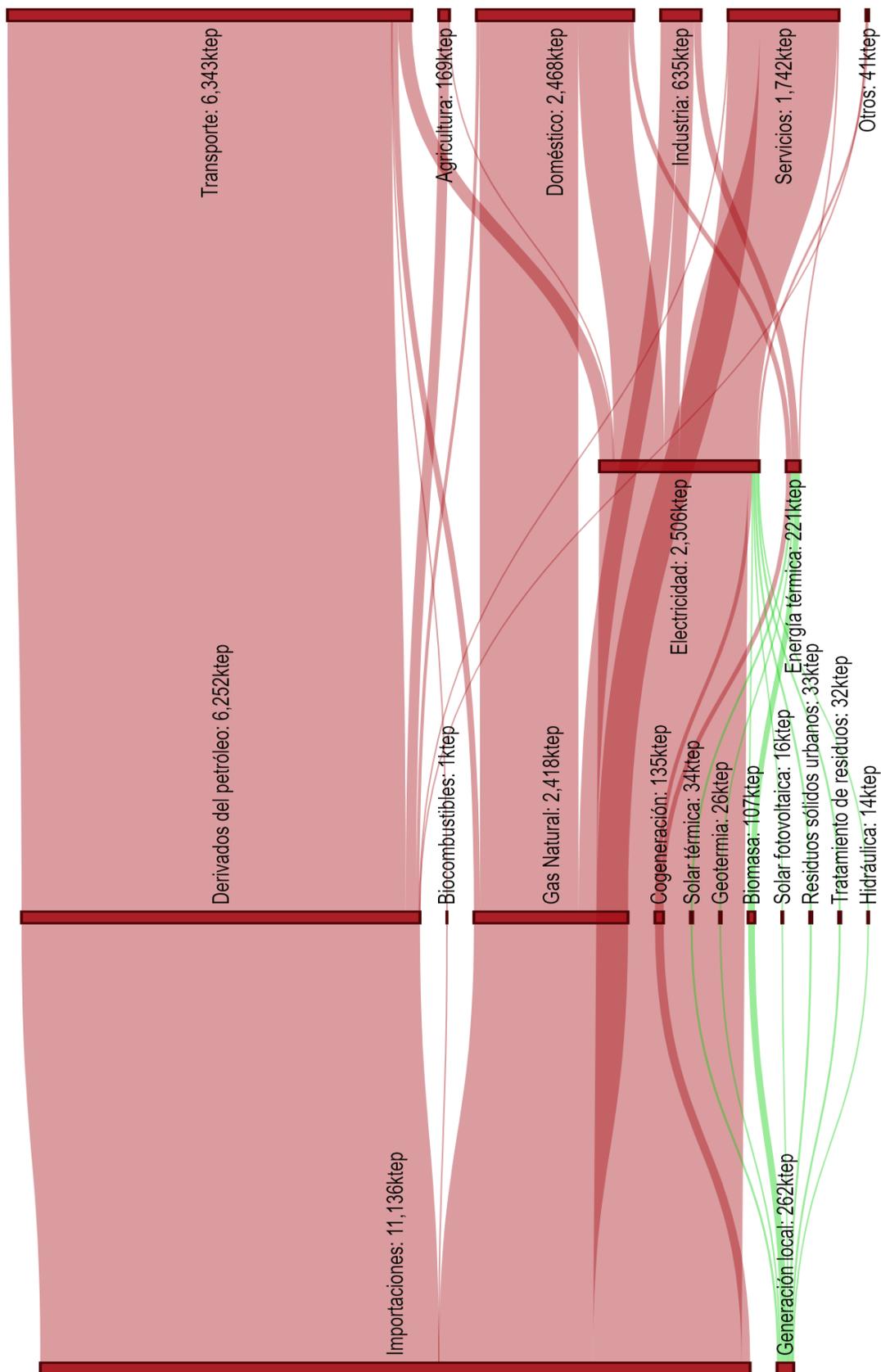


Ilustración 73. Diagrama de Sankey del sistema energético (ktep) de la Comunidad de Madrid en 2030 – escenario tendencial. (Fuente: elaboración propia).

2.2.2 Escenario Tendencial de las emisiones a la atmósfera 2030

Las proyecciones de emisiones a la atmósfera constituyen un ejercicio de prospectiva ambiental mediante el cual se plantean posibles escenarios de evolución, tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes atmosféricos. En el año 2020, en el marco de la elaboración del Inventario correspondiente al periodo 1990-2018, se estimaron las proyecciones de las emisiones de la Comunidad de Madrid para el marco temporal 2019-2030.

Se consideraron dos escenarios, uno tendencial, en el que se preveía el impacto de las políticas y regulación existentes en ese momento (escenario con medidas-WeM) y, un segundo escenario, en el que se analizó el previsible impacto en las emisiones de, entre otras, las medidas que se encontraban incluidas en el entonces borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (escenario con medidas adicionales-WaM), todavía sin implementar.

En el presente apartado se resumen los principales resultados obtenidos en ambos escenarios para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI: CO₂, CH₄, N₂O) y los cinco principales contaminantes atmosféricos: óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de azufre (SO_x), amoníaco (NH₃) y material particulado (PM_{2,5}).

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

Con carácter general, en el estudio se concluyó que las emisiones de gases de efecto invernadero presentarían una evolución estacionaria en el escenario tendencial durante el periodo proyectado. Para el material particulado (PM_{2,5}), se previó una reducción (–12 % en 2020 y –27 % en 2030 comparados con niveles de 2015). Sin embargo, para los óxidos de nitrógeno la tendencia se mantenía prácticamente constante, marcando un ligero descenso en 2030. La tendencia generalizada bien estacionaria o a la baja de estos tres grupos de emisiones (GEI, NO_x y PM_{2,5}), desacoplada del marco de crecimiento económico y poblacional considerado en la construcción de las proyecciones, vendría principalmente marcada por la previsible evolución del mix eléctrico (con una mayor penetración de las energías renovables), la modernización del parque móvil, con la completa aplicación de las tecnologías EURO y la continuación del efecto de eficiencia energética, ya citada, y de reducción de emisiones previsibles en la práctica totalidad de los sectores económicos.

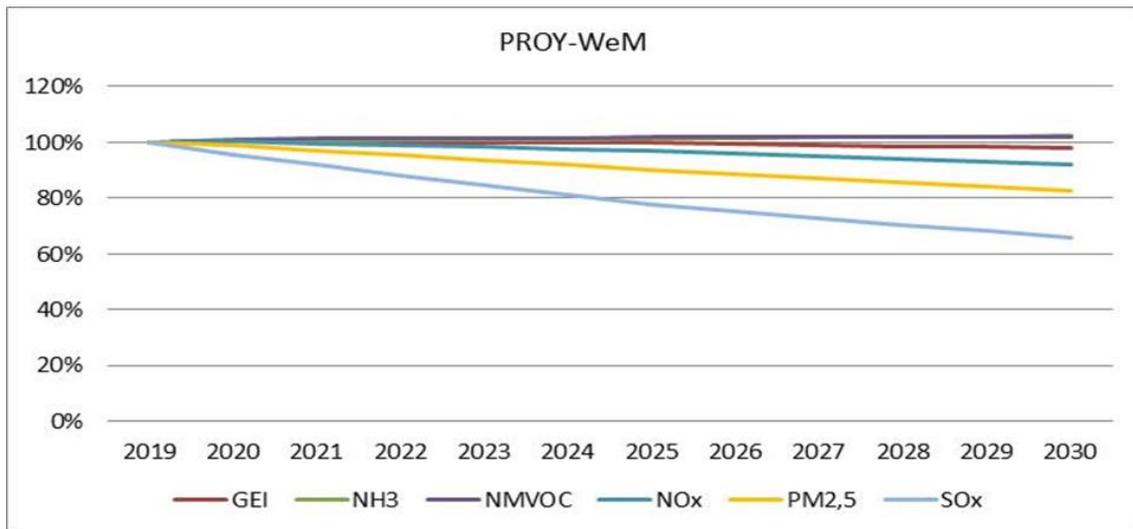


Ilustración 74. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), sin embargo, presentaron una evolución al alza en el escenario tendencial a partir de 2019, alcanzando niveles de +1 % en 2020 y +15 % en 2030 respecto al año 2015. Estas emisiones están mayormente ligadas a factores de consumo doméstico (con una previsible tendencia creciente) y para los que se consideró agotado el efecto de las políticas de mitigación existentes.

En el escenario tendencial, las emisiones de amoníaco (NH₃) presentaban una evolución estacionaria ligada a la cabaña ganadera y a la entrada en aplicación de medidas de mitigación ya existentes en el sector agrícola, que mantenían las emisiones sin apenas variaciones.

Finalmente, las emisiones de óxidos de azufre (SO_x) presentaban los mayores niveles de reducción (-24 % en 2020 y -48 % en 2030 comparados con los niveles de emisiones de 2015), por un doble efecto de las medidas existentes de reducción del contenido en azufre de los combustibles derivados del petróleo y por la sustitución del uso de carbón con fines energéticos por otras fuentes no emisoras de óxidos de azufre.

Escenario con medidas adicionales (WaM)

Las proyecciones de emisiones en el escenario WaM, contemplado en el marco del entonces borrador de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) y otras medidas planificadas aún por implementar, presentaban una tendencia a la baja más marcada en la práctica totalidad de los contaminantes debido al efecto de las políticas y medidas adicionales a las existentes, tenidas en cuenta en el PNIEC y el PNCCA.

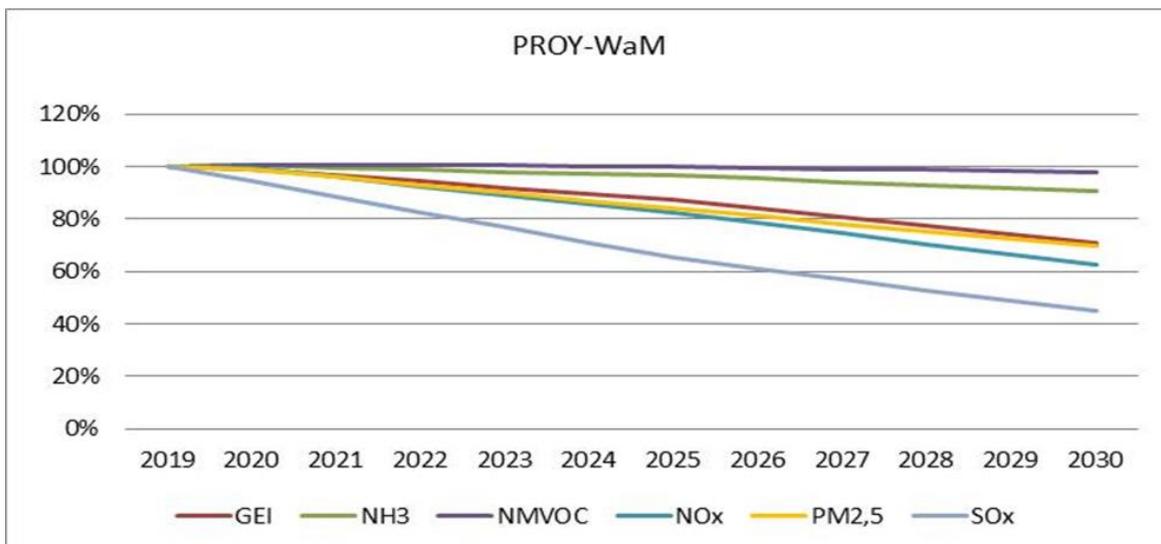


Ilustración 75. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec)

Las emisiones de óxidos de azufre eran las que presentaban mayores niveles de reducción (–31 % en 2020 y –67 % en 2030 respecto a 2015) debido al efecto combinado de la práctica extinción del uso de carbón con fines energéticos, la reducción adicional en el consumo de combustibles derivados del petróleo y la aplicación de las medidas ya existentes de reducción del contenido de azufre en estos combustibles.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (PM_{2,5}) presentaron un perfil muy similar, con niveles de reducción próximos al –4 % en 2020 y al –39 % en 2030 respecto de los niveles de 2015. Este comportamiento conjunto a la baja estaría directamente ligado al impacto de las medidas adicionales en materia energética incluidas en el PNIEC.

La proyección de las emisiones de amoníaco (NH₃) en el escenario con medidas adicionales continuaba con una tendencia estacionaria en 2020 presentando una reducción del –8 % en 2030, respecto a 2015, debido a la aplicación de medidas adicionales de reducción de estas emisiones tanto en la gestión de los estiércoles como en las prácticas de fertilización de suelos previstas en el marco de la preparación del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica.

Finalmente, y al igual que ocurría en el escenario tendencial, las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM) permanecían prácticamente estables a lo largo de todo el periodo proyectado debido a la compensación del crecimiento de estas emisiones con el limitado efecto de mitigación de las políticas adicionales contempladas en algunos sectores de actividad como la agricultura.

Resultados de las proyecciones por sector 2019-2030

En el estudio de proyecciones, llevado a cabo en el año 2020 durante la elaboración del inventario 1990-2018, se analizó también la evolución que presentarían las emisiones

según los diferentes sectores del citado inventario. A continuación, se presentan los principales resultados que se obtuvieron para los dos escenarios contemplados.

Energía (sin transporte)

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

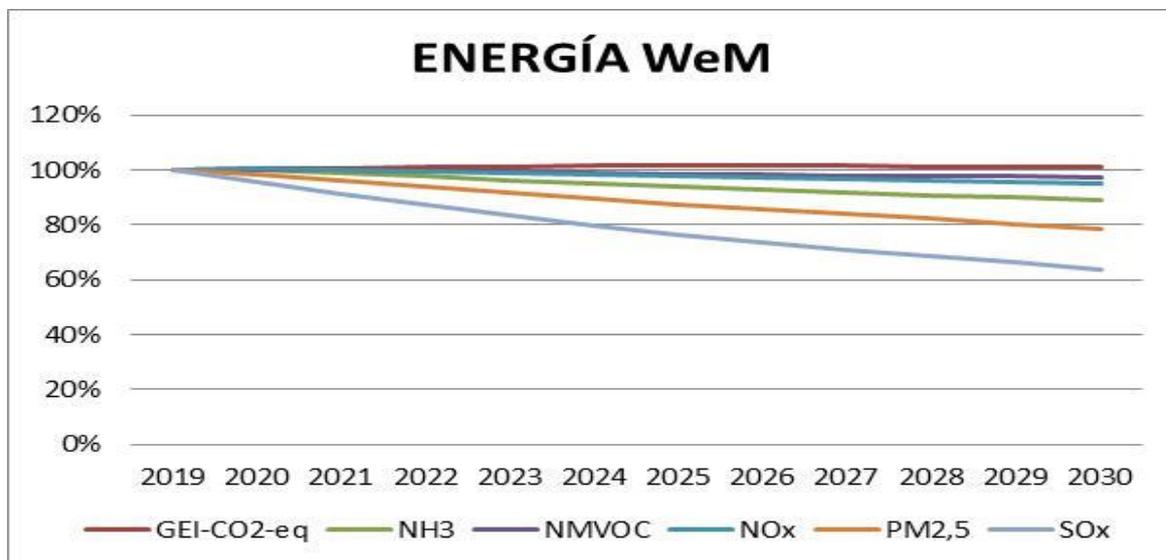


Ilustración 76. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

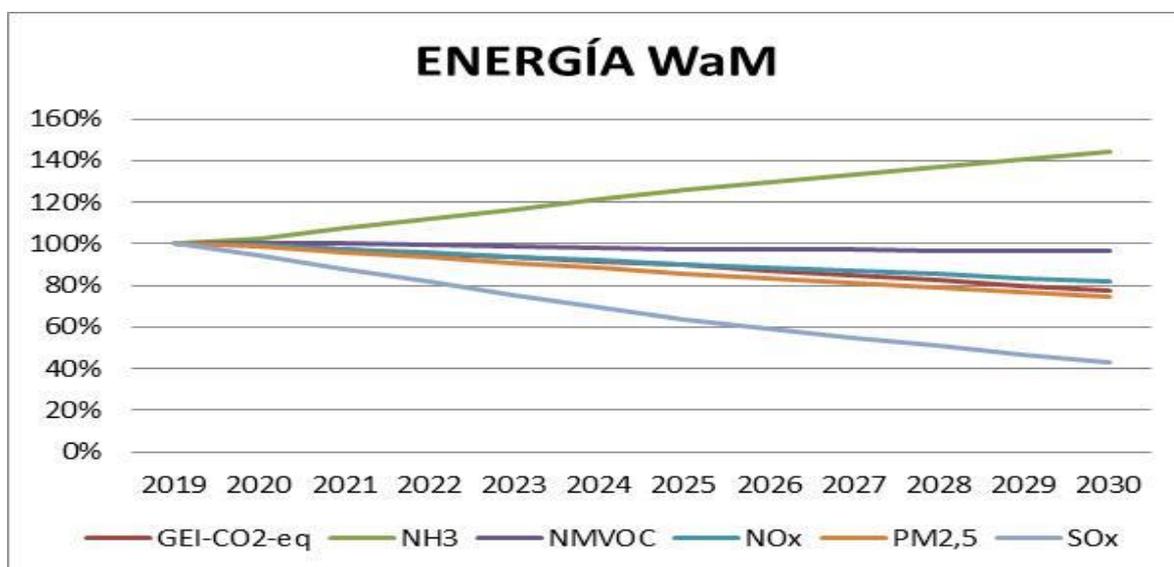


Ilustración 77. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

En el escenario tendencial (escenario con medidas-WeM) se observa un comportamiento estable para los GEI para todo el periodo proyectado y un descenso moderado en el escenario con medidas adicionales. Hay que destacar el aumento de

las emisiones de NH₃ en el segundo escenario debido a un efecto colateral no deseado, por el aumento del consumo de biomasa prevista en el marco de las medidas del PNIEC para este sector.

Transporte

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

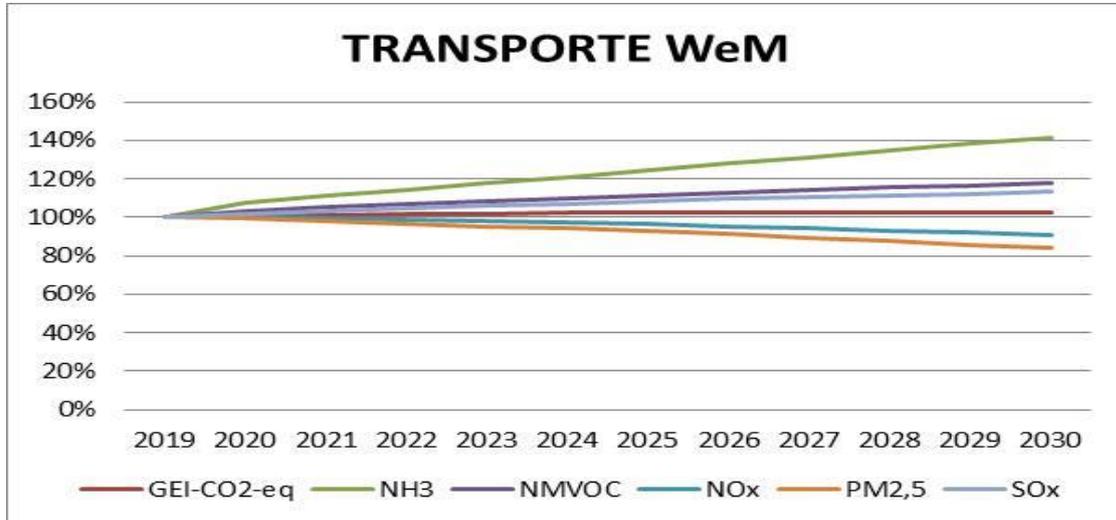


Ilustración 78. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

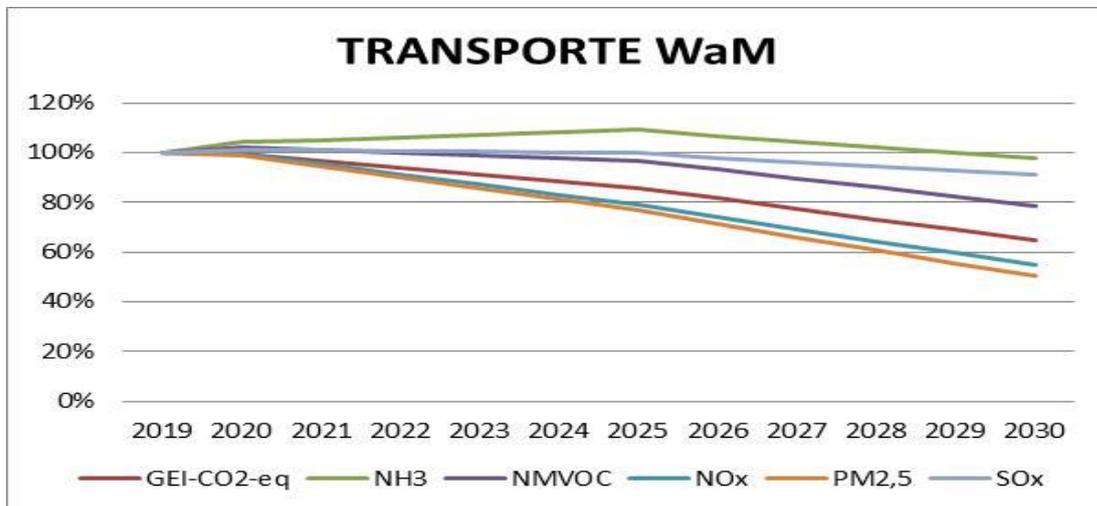


Ilustración 79. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial con medidas existentes (WeM), se observaba un comportamiento estable para los GEIS para todo el periodo proyectado y un ascenso moderado para la mayoría de los contaminantes atmosféricos. En el segundo escenario

con medidas adicionales (WaM), se observó ya una tendencia descendente, sobre todo a partir de la segunda parte del periodo proyectado.

Como principal contaminante destacan en este sector los óxidos de nitrógeno (NOx). En el escenario tendencial (WeM), en el que únicamente se tuvo en cuenta el impacto de las políticas y medidas ya existentes en el momento de elaboración de las proyecciones, las emisiones para los horizontes temporales 2020 y 2030 presentaban una tendencia mantenida a la baja. En el escenario (WaM) se observó la mayor reducción de las emisiones. Esto es así por el notable impacto de las medidas de mitigación en el transporte previstas en el PNIEC, orientadas a reducir las emisiones de este sector.

Industria (Procesos industriales y usos de otros productos)

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

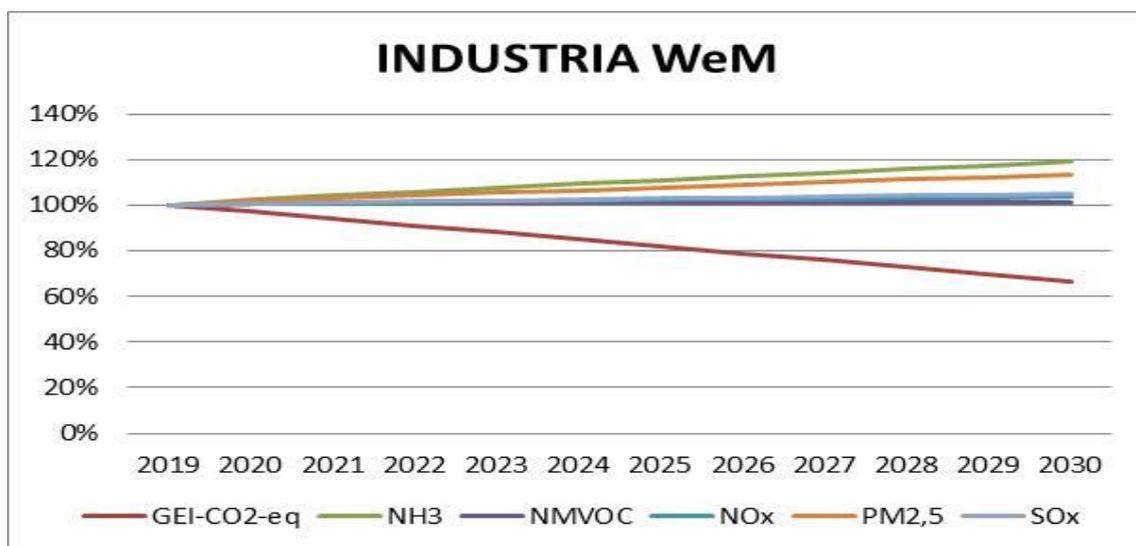


Ilustración 80. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

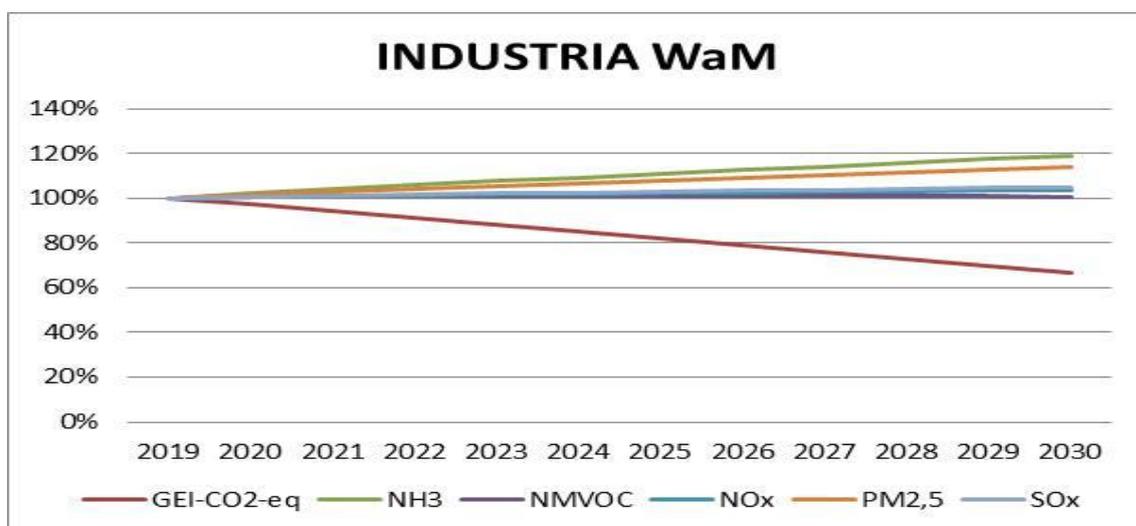


Ilustración 81. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Como se aprecia en los gráficos anteriores, en el sector de Industria las tendencias observadas para ambos escenarios eran similares, con un descenso fuerte de los GEI y un comportamiento ligeramente alcista para el resto de los contaminantes.

Los compuestos orgánicos volátiles no metánicos son los contaminantes con más peso entre los estudiados en este sector. En el escenario tendencial (WeM) las emisiones proyectadas de COVNM presentaron una muy ligera tendencia al alza durante todo el periodo proyectado, debido al previsible aumento del consumo de productos químicos generadores de estas emisiones, para los que se consideró agotado el efecto de las políticas de mitigación existentes. El escenario con medidas adicionales (WaM), era bastante similar al escenario con medidas existentes.

Las emisiones de COVNM están esencialmente dominadas por el consumo de disolventes, pintura, cosméticos de uso doméstico, productos farmacéuticos o aerosoles (sector «uso de productos y otros»). Las emisiones derivadas de estas actividades suponían cerca de la mitad de las emisiones proyectadas en los dos escenarios. Sin embargo, estas emisiones permanecían relativamente constantes en las proyecciones de los dos escenarios, ya que el previsible aumento del consumo de estos productos, arrastrado por el crecimiento económico, se veía compensado por un reducido efecto de mitigación de las políticas y medidas existentes. No se pudieron determinar medidas y políticas adicionales que afectaran a estas actividades, por lo que el comportamiento de las emisiones de COVNM en los dos escenarios era muy similar.

Agricultura

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

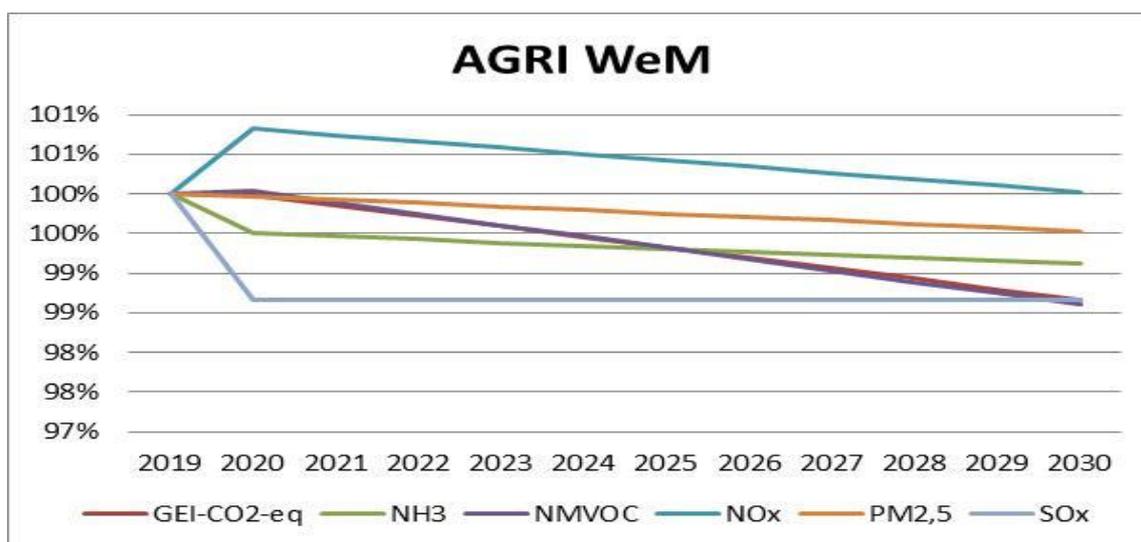


Ilustración 82. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

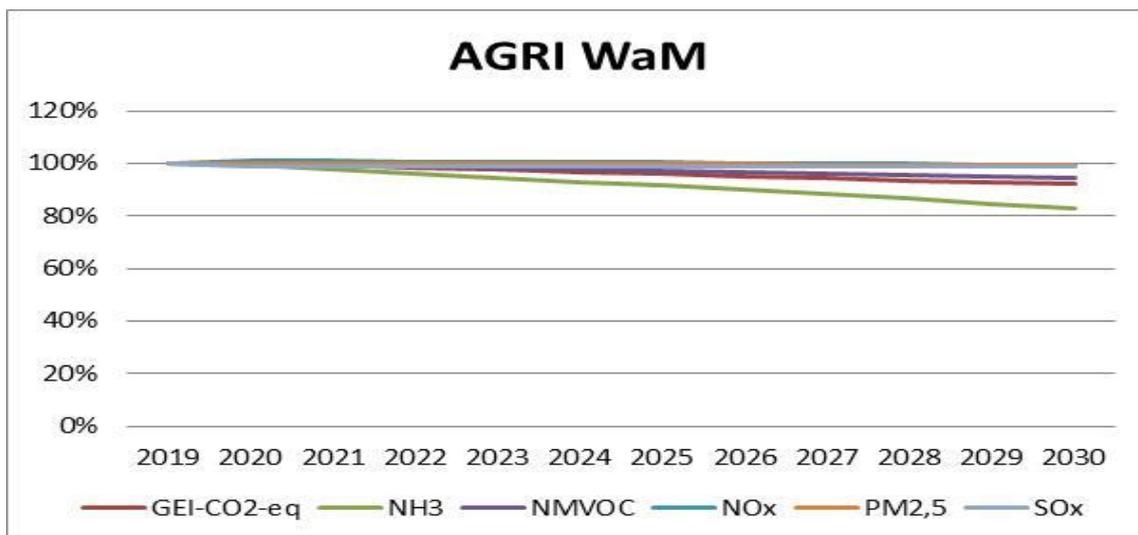


Ilustración 83. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial (WeM) se observó un ligero descenso para todo el periodo, siendo este más marcado para el escenario con medidas adicionales.

En este sector hay que destacar las emisiones de amoníaco, las cuales están principalmente generadas por las actividades agrícolas, tanto en la gestión de estiércoles animales dentro y fuera de las instalaciones agrarias, como por la aplicación a campo de componentes nitrogenados como fertilizantes.

Al analizar las proyecciones, la escasa variación de las emisiones en el escenario WeM estaba ligada a la compensación que se produce en las emisiones de las diferentes cabañas ganaderas (mientras se preveía un crecimiento de las cabañas porcina, ovina de carne y de aves, se presumía una contracción de las cabañas de vacuno lechero y ovino), el limitado efecto de las políticas y medidas existentes en materia de mitigación de emisiones de amoníaco y el mantenimiento de las prácticas habituales de fertilización de cultivos. Sin embargo, en el escenario WaM, se contempló el impulso de medidas adicionales, tanto en la gestión de estiércoles dentro y fuera de granja como en la optimización del uso de fertilizantes en los cultivos agrícolas.

Residuos

Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

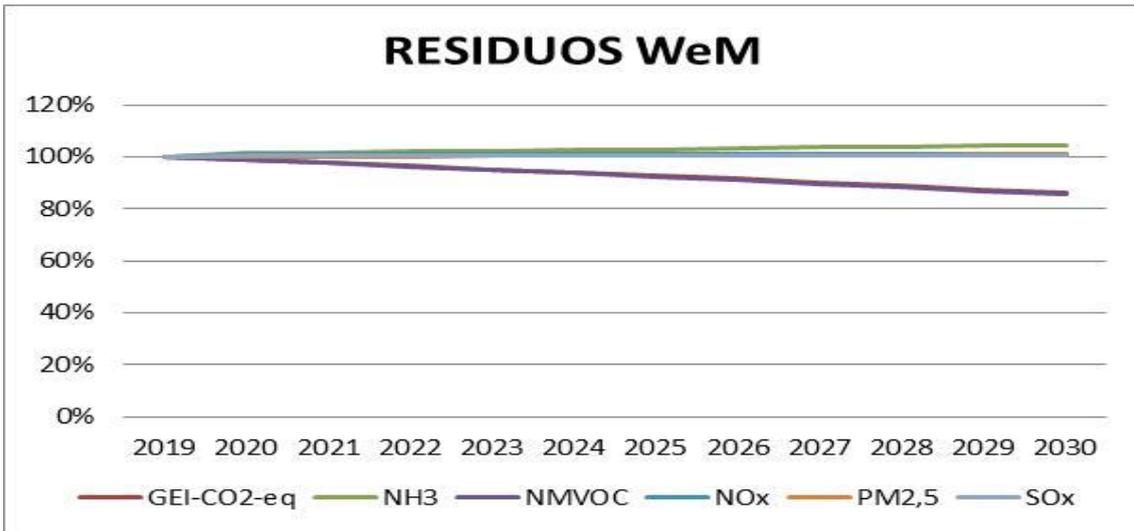


Ilustración 84. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario tendencial (WeM) (Fuente: Tragsatec).

Escenario con medidas adicionales (WaM)

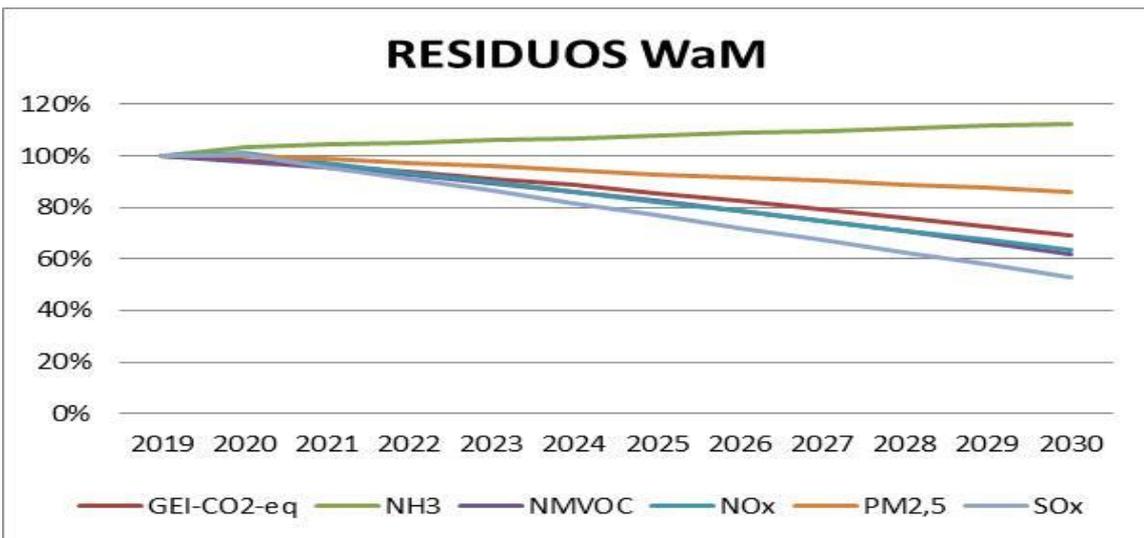


Ilustración 85. Evolución de las emisiones proyectadas desde 2019 a 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM) (Fuente: Tragsatec).

Para el escenario tendencial (WeM) se observó un comportamiento descendente para los GEI y estable para los contaminantes atmosféricos. Sin embargo, para el escenario WaM el descenso era más acusado.

Hay que destacar el aumento de las emisiones de NH₃ en el segundo escenario, debido a un efecto colateral no deseado por el aumento de los tratamientos biológicos de los residuos. Se destaca que, en este sector, el depósito de residuos en vertedero es una de las fuentes principales de gases de efecto invernadero (CH₄). Las medidas destinadas a la reducción en el uso de estas instalaciones conllevan la gestión de parte

de los residuos con otro tipo de técnicas (tratamiento biológico) que a su vez producen gases contaminantes no deseados (NH₃).

2.2.3 Escenario Tendencial Clima 2030

Este análisis comprende tanto la evolución previsible de los gases de efecto invernadero para los próximos años, realizado en el apartado anterior, como la evolución de los riesgos asociados al cambio climático en la región.

Emisiones de gases de efecto invernadero

Las proyecciones en cuanto a la evolución a de las emisiones de gases de efecto invernadero se han expuesto en el apartado anterior.

Tomando como referencia el consumo energético y, más concretamente, la evolución del consumo de los productos petrolíferos que, como ha quedado patente en el apartado del diagnóstico energético, se observa que tendría una tendencia al alza si se siguen los registros históricos (ver Tabla 28).

Además, si se analiza el comportamiento esperable (según registros históricos) del sector del transporte, que es el que más emisiones reporta, se observa que, en la actualidad, los derivados del petróleo registran cotas máximas históricas y, de seguir las tendencias actuales, continuará incrementando en el futuro. La energía eléctrica se está abriendo paso en el sector transporte, pero, aun así, como se indicó anteriormente, su contribución al *mix* energético de 2030, aplicando una proyección tendencial, y si no se toman medidas, será escaso.

TENDENCIAL (ktep)	2019	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DERIVADOS DEL PETRÓLEO	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
ELECTRICIDAD	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
GAS NATURAL	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
BIOCOMBUSTIBLES	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343

Tabla 28. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en 2020-2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia).

Por otra parte, y tal como se ha indicado en el apartado anterior, en el año 2020 se realizó un ejercicio de proyecciones durante la elaboración del Inventario de emisiones correspondiente al año 2018, mediante el cual se plantea un escenario de evolución de las emisiones a la atmósfera tanto de gases de efecto invernadero (GEI) como de contaminantes atmosféricos. Las proyecciones de emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid se estiman hasta el horizonte temporal 2030 y se han expuesto en dicho apartado 2.2.2., considerando dos escenarios: uno tendencial en el que se prevé el impacto de las políticas y regulación existente (escenario con medidas-WeM) y un segundo escenario en el que se incorpora el previsible impacto de medidas adicionales en materia de emisiones de, entre otras, las medidas y políticas incluidas en el entonces borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (escenario con medidas adicionales-WaM).

A continuación, se resumen los datos numéricos de las emisiones inventariadas (serie 1990-2018) para los gases de efecto invernadero y las proyecciones a 2030 (Tabla 29):

	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas			
	1990	2000	2005	2018	2020		2030	
					WeM	WaM	WeM	WaM
Emisiones (kt)	14.267,94	21.981,12	27.428,31	21.653,88	22.422,64	21.193,06	21.858,65	15.108,40
Variación respecto a 1990		54%	92%	52%	57%	49%	53%	6%
Variación respecto a 2005				-21%	-18%	-23%	-20%	-45%
Variación respecto a 2018					4%	-2%	1%	-30%

Tabla 29. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990, 2005 y 2018. (Fuente: Tragsatec).

La proyección de las emisiones de GEI para los horizontes temporales 2020 y 2030 presenta dos fases. Hasta el año 2020 las emisiones proyectadas permanecen prácticamente constantes. En el segundo periodo entre 2020 y 2030, se observa la mayor reducción de las emisiones en el escenario con medidas adicionales, mientras que el escenario tendencial (WeM) prácticamente se mantienen constantes.

No obstante, tanto en el escenario tendencial (WeM) como el que incluye medidas adicionales (WaM) las proyecciones a 2030 muestran un aumento de las emisiones respecto a 1990, lejos del objetivo nacional de reducción del 23 % planteado en el PNIEC.

Riesgos climáticos

Los impactos del cambio climático no son eventos aislados, sino que resultan de una cadena de impactos, la cual es una relación de causa-efecto entre una amenaza asociada al cambio climático y un determinado receptor o conjunto de receptores dentro de un sector de análisis. El documento disponible para consulta Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de los municipios madrileños ante el cambio climático, desarrollado en el marco de la ECAM, evalúa los siguientes riesgos climáticos identificados en la Comunidad de Madrid:

- Riesgo de olas de calor sobre la salud humana.
- Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano.
- Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano.
- Riesgo de sequía sobre el sector primario.
- Riesgo de sequía sobre la población.
- Riesgo de incendios sobre el medio natural.

A continuación, y como complemento a la información analizada en el apartado 2.1.4. relativa al diagnóstico sobre el cambio climático, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en los distintos escenarios estudiados, denominados como Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés).

Olas de calor sobre la salud humana

En cuanto a la distribución municipal del riesgo por olas de calor sobre la salud humana (ver Ilustración 86), durante el periodo histórico el mayor nivel se produce en el área metropolitana de Madrid, con un nivel principalmente alto o medio alto, mientras que en el resto de los municipios predomina un riesgo medio bajo.

La situación se mantiene similar en el horizonte temporal 2030 de ambos RCP. Sin embargo, se observa un cambio más evidente en el horizonte temporal 2060, especialmente en el RCP 8,5, donde se contabilizan un total de 107 municipios con nivel medio. De manera general, podría decirse que el nivel de riesgo aumenta con el tiempo, con la tendencia a que no haya municipios en niveles bajos y a duplicar el número de municipios con niveles altos en 2060.

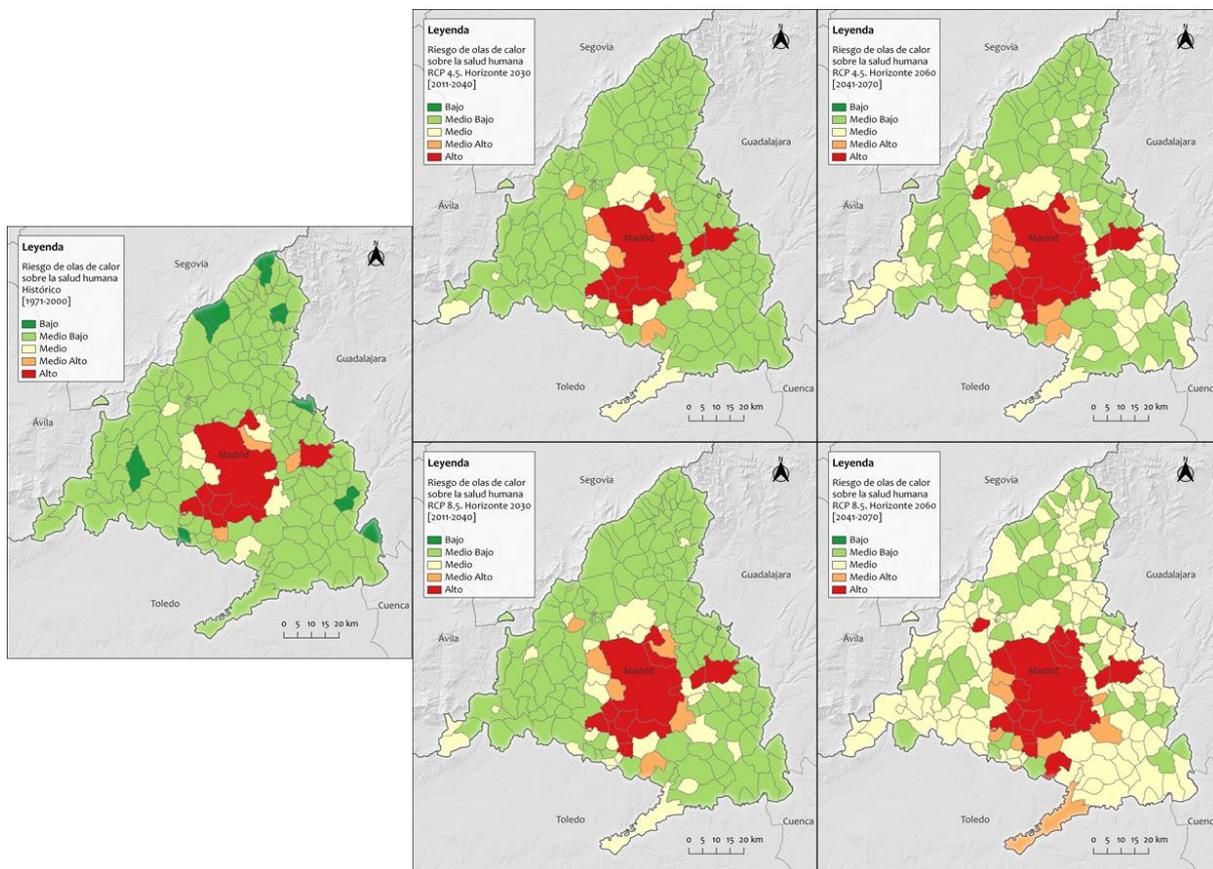


Ilustración 86. Riesgo de olas de calor sobre la salud humana para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Inundaciones fluviales sobre el medio urbano

Los resultados del *Análisis de vulnerabilidad y riesgo a nivel municipal* del riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano revelan como para el periodo histórico (Ilustración 87) existe un nivel de riesgo alto en el Área Metropolitana y algunos municipios de la Sierra Norte, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuña; y un nivel de riesgo medio-alto en la Sierra Norte y municipios dispersos de la Cuenca del Alberche y el Corredor del Henares. La mejor situación del periodo histórico es un nivel de riesgo

medio-bajo y se distribuye en municipios de la zona urbana sur y noroeste, y Corredor del Henares.

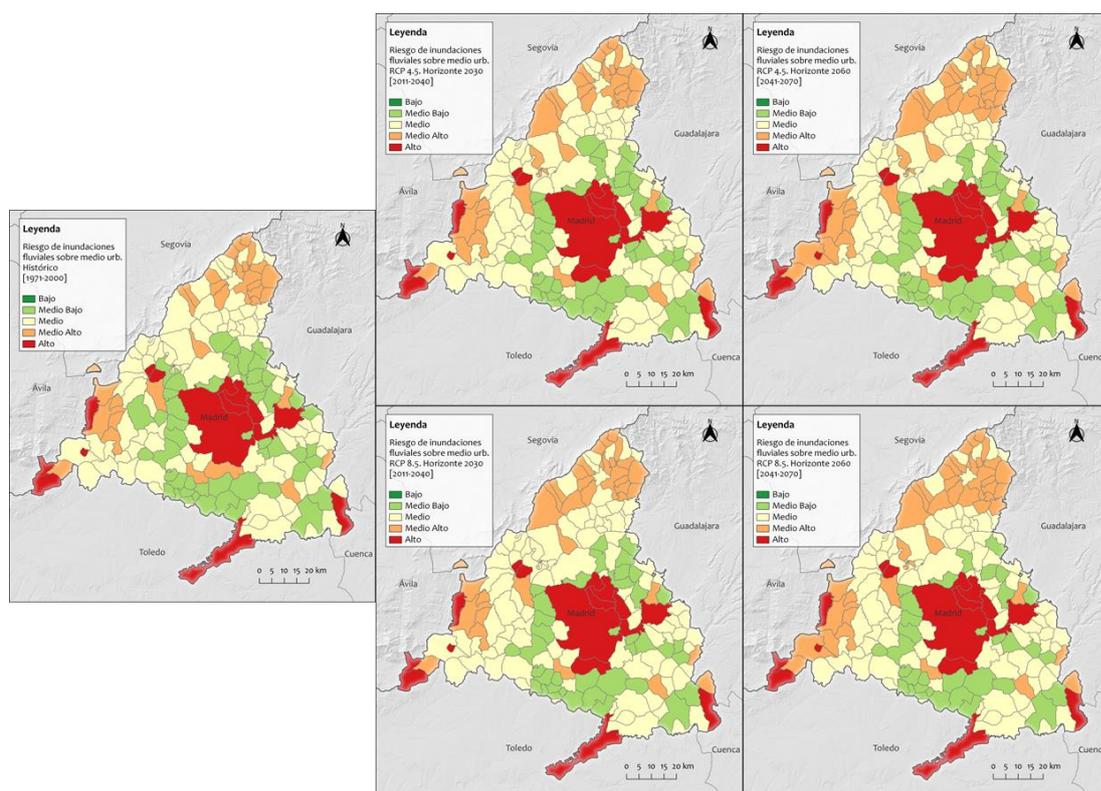


Ilustración 87. Riesgo de inundaciones fluviales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios (Fuente: Elaboración propia)

Inclencias invernales sobre el medio urbano

Los resultados del análisis realizado reflejan que el número de municipios con riesgo medio y medio alto para el histórico es de setenta y cuatro, mientras que veintidós municipios presentan un nivel de riesgo alto. Los datos muestran un descenso del número de municipios con riesgo alto (pasando de veintidós a nueve en el horizonte 2060 del RCP 8,5) y un aumento de municipios con riesgo medio, especialmente en el horizonte 2060 del RCP 4,5 con noventa y ocho municipios.

Los diez municipios que presentan mayor riesgo de inclencias invernales sobre el medio urbano en el histórico son: Alcalá de Henares, Alcobendas, Aranjuez, Colmenar Viejo, Estremera, Getafe, Madrid, Navalcarnero, San Fernando de Henares y San Sebastián de los Reyes.

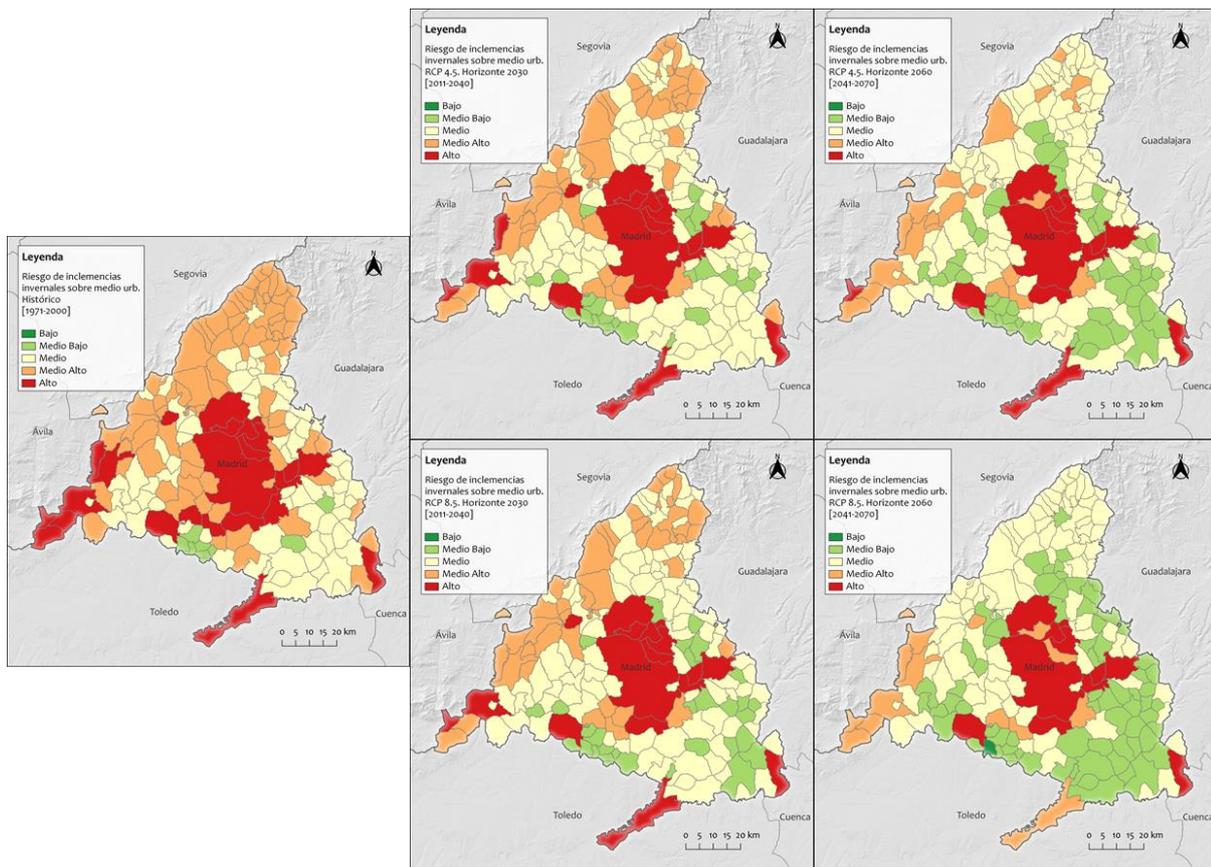


Ilustración 88. Riesgo de inclemencias invernales sobre el medio urbano para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Sequías sobre el sector primario

El periodo histórico refleja gran variabilidad del riesgo de sequía sobre el sector primario en toda la Comunidad, con doce municipios en riesgo bajo, dieciocho en riesgo alto, y el resto con riesgo medio-bajo a medio-alto. Los escenarios estudiados tienden a disminuir el número de municipios en riesgo bajo (cuatro en el segundo periodo del RCP 8,5) y aumentar los municipios en riesgo alto, especialmente en el segundo horizonte (2060), llegando a veintitrés municipios en el RCP 4,5 y veintiséis municipios en el RCP 8,5.

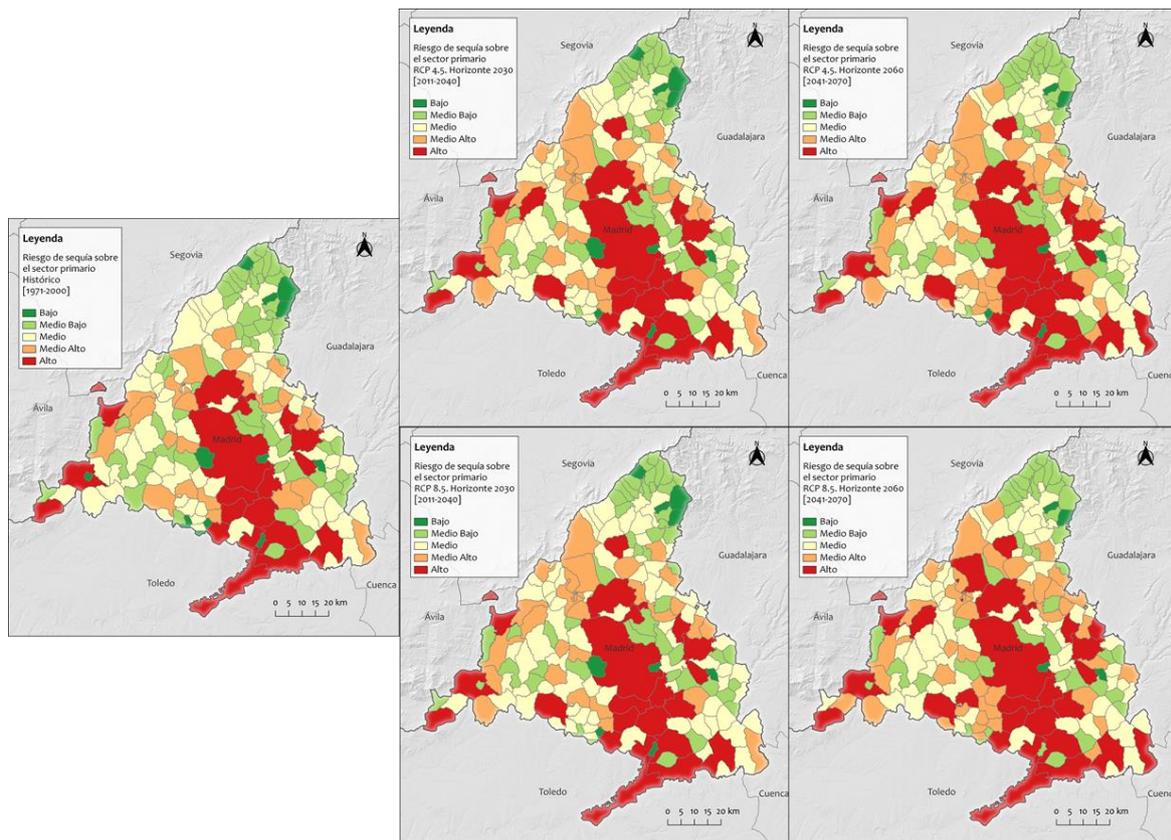


Ilustración 89. Riesgo de sequía sobre el sector primario para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Sequías sobre la población

Los resultados del análisis de riesgo de sequía sobre la población muestran cómo el nivel es mayor en el área metropolitana y zona sur de la Comunidad de Madrid, con un riesgo de medio generalizado y alto en la zona centro de Madrid. Los resultados del análisis geográfico se observan en la Ilustración 90. En el horizonte 2030 de ambos RCP se incrementa el riesgo de manera generalizada con respecto del histórico, aumentando el riesgo de medio-bajo a medio y de medio a medio-alto en muchos municipios. En el horizonte 2060 de ambos RCP la situación es ligeramente peor y se produce un aumento del número de municipios con riesgo medio y medio alto en la zona urbana sur y el área metropolitana, apareciendo una mayor cantidad de territorio con riesgo medio en toda la Comunidad en el RCP 8,5.

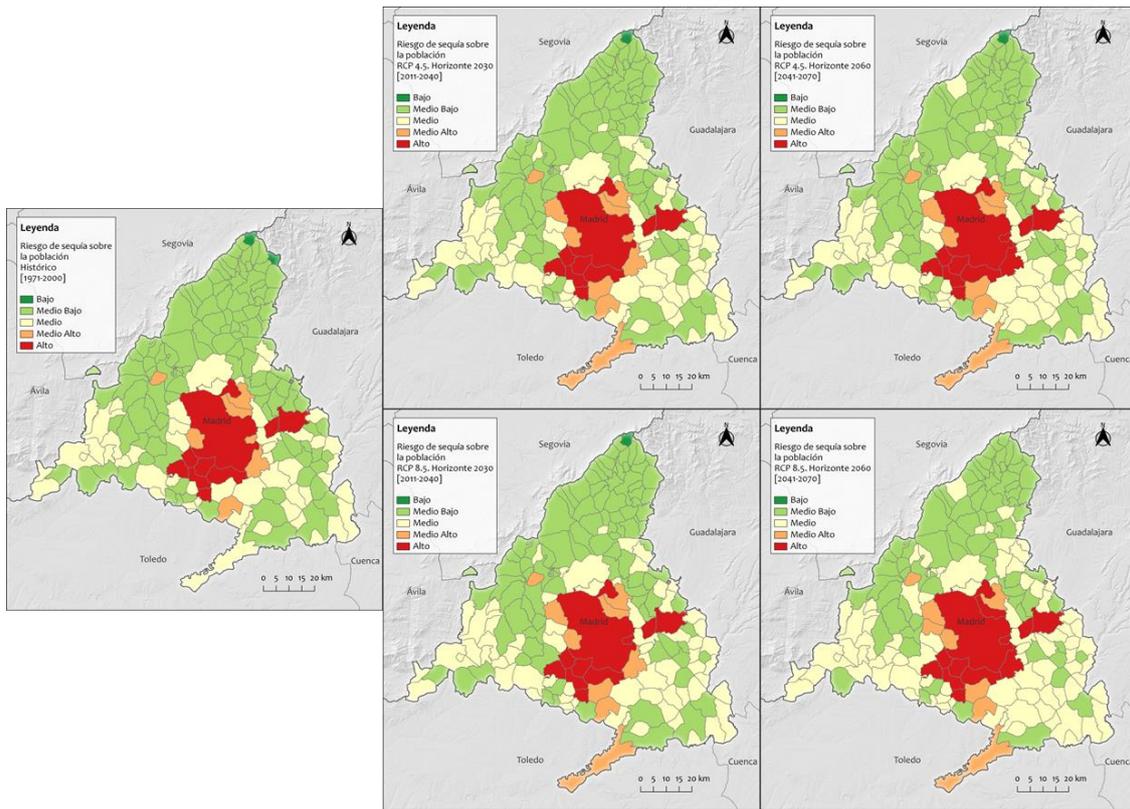


Ilustración 90. Riesgo de sequía sobre la población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Incendios sobre el medio natural

En cuanto a los resultados de la evaluación del riesgo de incendios sobre el medio natural, la evolución prevista es una disminución de municipios en niveles de riesgo bajo, llegando a cuarenta y ocho en el horizonte 2060 del RCP 8,5, y un aumento de aquellos en riesgo alto, aumentando de seis municipios en el histórico hasta veintidós en el horizonte 2060 de ambos escenarios. Los municipios que presentan un mayor riesgo en el periodo histórico son: Cenicientos, Colmenar del Arroyo, Colmenar Viejo, Navalagamella, Robledo de Chavela, Villa del Prado, San Martín de Valdeiglesias, Valdemaqueda, Villanueva de Perales y Chapinería. Esta valoración del riesgo se mantiene constante para los seis primeros municipios en los siguientes escenarios, alcanzando el valor máximo en el escenario 8,5 (periodo 2041-2070). Los cuatro últimos municipios mencionados parten de un riesgo medio alto en el histórico y aumentan a alto en todas las situaciones siguientes, alcanzando casi la valoración máxima en el segundo periodo del RCP 8,5.

La representación gráfica del riesgo en el periodo histórico (Ilustración 91) muestra cómo la zona con mayor riesgo se encuentra en la Cuenca del Alberche y en Colmenar Viejo (zona urbana noroeste), mientras que el menor riesgo se sitúa principalmente en la zona urbana sur, el Corredor del Henares y en algunos municipios de la Sierra Norte. El municipio de Madrid tiene un riesgo medio-alto, junto con algunos otros de la zona urbana sur y Cuenca del Alberche.

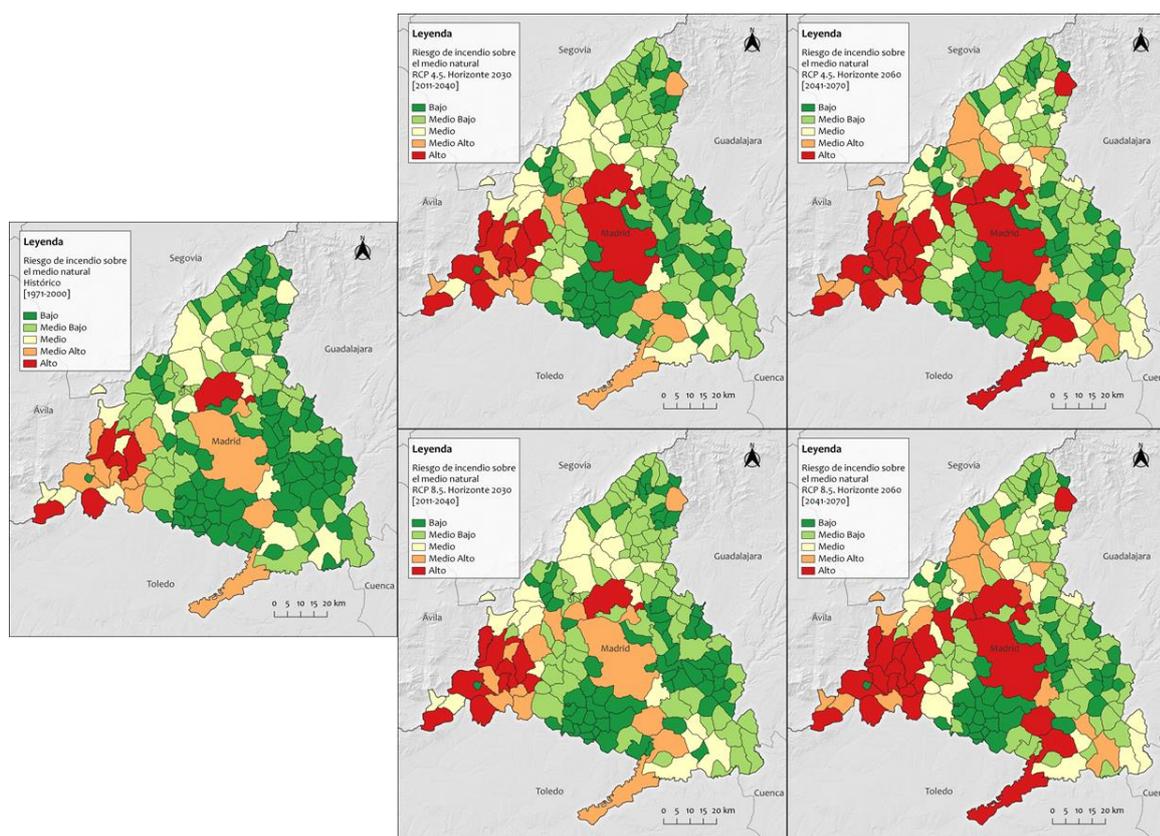


Ilustración 91. Riesgo de incendios sobre el medio natural población para el histórico (1971 - 2000) y para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para el horizonte 2030 y 2060 en la Comunidad de Madrid por municipios. (Fuente: Elaboración propia).

2.3 Análisis de contribución de las distintas fuentes de emisión mediante modelización

Uno de los pilares básicos en los que se apoya la Estrategia es el proyecto de investigación denominado "**Modelización de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid**", que se está llevando a cabo en el marco del convenio de colaboración firmado el 30 de diciembre de 2020 entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

El citado convenio tiene una duración de 3 años y permite a la Comunidad de Madrid, por un lado, definir, evaluar y realizar un seguimiento de las áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y a la lucha contra el cambio climático desde una perspectiva científica y, por otro, posibilita a la UPM evolucionar sus técnicas de modelización, aumentando paralelamente su capacidad docente y de investigación.

Entre los trabajos que está desarrollando la UPM es necesario mencionar el "**Análisis de contribución de fuentes emisoras**", cuyo resumen se incluye como Anexo 3 de la Estrategia. Este documento ha sido tomado en consideración durante la redacción de la Estrategia, como a continuación se describe, así como también en el diseño del Plan de Calidad del Aire, elaborado en el desarrollo de esta.

El objetivo de este estudio es atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de forma óptima, es decir, permite priorizar las intervenciones que será necesario realizar durante todo el periodo de planificación.

El análisis se ha centrado en los contaminantes más problemáticos de la región, esto es NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ y O_3 , y se basa en la aplicación de un sistema de modelización de última generación que consta de tres componentes. El primero de ellos es el modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*), que genera datos meteorológicos tridimensionales continuos durante todo el año base de estudio. Esta información es muy importante ya que el viento y otras variables meteorológicas influyen enormemente los niveles de contaminación. Asimismo, el modelo SMOKE (*Sparse Matrix Operator Kernel Emissions*) permite repartir las emisiones en el tiempo y el espacio a través de perfiles específicos para cada una de las fuentes presentes en el inventario de emisiones para simular con la mayor precisión posible los patrones reales de emisión. Por último, se ha utilizado el modelo de transporte-químico CMAQ, (*Community Multiscale Air Quality Modelling System*) que, con la información aportada por WRF y SMOKE, calcula la concentración de los contaminantes que se quieren estudiar en todas las zonas del dominio durante todo el año estudiado.

Además, en este estudio se ha utilizado CMAQ-ISAM, una adición que permite trazar los contaminantes desde su lugar de emisión para explicar los niveles de concentración en el aire ambiente de forma consistente para todas las fuentes y sustancias, incluyendo contaminantes secundarios que no son emitidos directamente, sino que se forman a posteriori en la atmósfera por diversos procesos fisicoquímicos. Se trata de una metodología novedosa que permite solventar algunas de las limitaciones de otros métodos de atribución de fuentes utilizados en documentos de planificación anteriores y dar una imagen más completa y realista del origen de todos los contaminantes.

La contribución de fuentes en este estudio se ha realizado a nivel de sector (industria, tráfico rodado, agricultura, etc) de acuerdo a la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Adicionalmente, esta metodología permite discriminar el origen geográfico de las emisiones, en este caso, identificando las contribuciones del municipio de Madrid, resto de la Comunidad de Madrid, zona aledaña a la misma y contaminación externa (nacional e internacional). El periodo de referencia es el año 2018, que corresponde con el año base de las simulaciones realizadas en el marco del Convenio.

Dentro de las fuentes locales, los resultados del estudio son consistentes con las conclusiones generales de estudios previos, que apuntan al tráfico rodado como fuente más relevante y, por tanto, sector prioritario de las medidas la Estrategia de la Comunidad de Madrid. En segundo lugar de importancia, se situaría el sector RCI, que también tiene un papel fundamental en los niveles de concentración de NO_2 y $\text{PM}_{2,5}$,

sobre todo en invierno. Finalmente, se puede mencionar la contribución de la agricultura como tercer sector relevante en relación a la contaminación por material particulado.

Los resultados indican que existe un amplio margen de mejora a través de la actuación sobre las fuentes locales para reducir los niveles de NO₂ y PM_{2,5}, al contrario de lo que sucede con el O₃, que mayoritariamente procede de fuera de la Región. Se observa, además, que las medidas locales podrían ser particularmente eficaces para reducir los niveles más altos de O₃, ya que existe una menor influencia de las fuentes externas a la Región en comparación con la que existe cuando se evalúan los valores medios. En el caso de las partículas más gruesas (PM₁₀), la contribución de fuentes controlables por la Administración competente es también menor debido a que las aportaciones naturales (como el polvo mineral) tienen una contribución muy significativa.

Independientemente de esta conclusión general, los resultados del estudio indican que la contribución es variable geográficamente, lo que aporta información adicional para facilitar el cumplimiento de la normativa vigente en todas las zonas de la Región. De los resultados se puede deducir la importancia de coordinar las políticas entre diversas administraciones, fundamentalmente el Ayuntamiento de Madrid, ya que las emisiones producidas en este municipio tienen un efecto notable en toda la Región. En un contexto más amplio, se precisa además la colaboración a nivel nacional e internacional para poder alcanzar los valores guía propuestos por la OMS, ya que, en algunos casos, sería inviable a través de actuaciones a nivel exclusivamente regional.

2.4 Conclusiones del diagnóstico

La Comunidad de Madrid se consolida como el principal motor de la economía nacional que debe mantenerse siempre en los márgenes de la sostenibilidad, acompañando el crecimiento económico al desarrollo social y cuidado del medio ambiente. El presente diagnóstico se fundamenta en estos tres ejes principales, cuyos resultados son complementarios y han permitido establecer el punto de partida de la presente Estrategia.

Como síntesis podemos extraer las siguientes conclusiones en el **ámbito energético**:

- Se observa una tendencia al alza en el consumo de combustibles fósiles, con una alta participación de los derivados del petróleo.
- El transporte y el sector residencial dominan de manera clara el consumo energético de la región, por lo que las acciones encaminadas a aumentar la eficiencia energética deben centrarse en estos sectores.
- La Comunidad de Madrid presenta una baja tasa de generación de energía autóctona, con una presencia significativa de generación no renovable. Esto la posiciona como una Región energéticamente dependiente del exterior.
- Los resultados de la calidad del servicio de distribución eléctrica de la Región, reflejada en los indicadores de TIEPI y NIEPI, registran unos valores muy superiores a la media regional española, lo que refleja la alta calidad de su servicio.

Por otra parte, las conclusiones obtenidas del diagnóstico de las **emisiones de gases de efecto invernadero** son:

- La categoría de energía aglutina la mayoría de las emisiones (85 %), de las cuales el transporte es el mayor emisor de GEI dentro de esta categoría, responsable de más de la mitad de las emisiones (52 %), representando el 44 % de las emisiones totales de GEI generadas en la Comunidad de Madrid en el año 2020. Al transporte le sigue el sector RCI con un 33 % de las emisiones del sector de la energía, lo que corresponde a un 28 % del total de las emisiones de GEI generadas en la Región en el año 2020.
- La industria es, prácticamente, el único sector emisor de gases fluorados, compuestos con un alto potencial de calentamiento global. Estos gases son objeto de políticas de reducción específicas.
- El tratamiento y gestión de los residuos, si bien no es uno de los sectores clave en la mitigación, sí tiene un potencial de mejora no despreciable y que debe tenerse en cuenta.

En cuanto al diagnóstico de los **efectos del cambio climático**, se recogen las siguientes conclusiones:

- Los resultados de las proyecciones climáticas analizadas apuntan hacia un incremento generalizado de las temperaturas mínimas y máximas anuales. Por otro lado, no se observa una clara tendencia hacia el descenso de las precipitaciones medias anuales, al menos en el registro histórico y el escenario RCP 4,5. Sin embargo, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o en la intensidad de estas producirían efectos negativos en la severidad de fenómenos como las inundaciones.
- En cuanto a los eventos extremos, los indicadores climáticos analizados apuntan hacia un aumento en la severidad (en menor o mayor grado) de fenómenos como olas de calor, sequías e incendios. Por su parte, el aumento de las temperaturas podría contribuir a disminuir la severidad o recurrencia de fenómenos relacionados con el frío.
- Atendiendo a los resultados de riesgo municipales para el horizonte temporal de 2030, se observa que:
 - Los municipios en riesgo alto por inundaciones se mantienen más o menos constantes (de catorce municipios actuales a quince) en ambos RCP.
 - Un claro descenso de los municipios en riesgo alto por inclemencias invernales, de los veintidós actuales a los quince en el RCP 8,5.
 - Un ligero aumento de los municipios en riesgo alto por sequía sobre el sector primario, de dieciocho a veintidós (4,5) y veintiuno (RCP 8,5); mientras que los municipios en riesgo alto por sequía sobre la población se mantienen prácticamente en el valor actual (nueve municipios).

- Un aumento del número de municipios en riesgo alto por olas de calor de los siete actuales a nueve (RCP 4,5) y once (RCP 8,5).
- Un aumento considerable en el número de municipios con niveles altos de riesgo por incendios sobre el medio natural, de los seis actuales a doce en ambos RCP.

En materia de calidad del aire, las conclusiones del **diagnóstico de calidad del aire** son las siguientes:

- Los contaminantes que presentan superaciones de los niveles fijados por la normativa son el NO₂ y el O₃. Constituyen, por tanto, los contaminantes de mayor importancia en los que deben centrarse las políticas planteadas en materia de calidad del aire.
- Si bien el resto de los contaminantes registran concentraciones dentro de los niveles legislados, esto no implica que no se deban seguir continuando con los esfuerzos de mejora. Se debe hacer mención especial al PM_{2,5}, contaminante que, aunque cumpla con los niveles legalmente preceptivos, debe seguir siendo un foco en el que concentrar los esfuerzos para la disminución de sus niveles de concentración.

Finalmente, del **diagnóstico de emisiones de contaminantes atmosféricos** concluye que:

- El tráfico constituye la principal fuente de emisión de NO_x, por lo que las acciones deben estar encaminadas a reducir de manera importante las emisiones en este sector.
- El sector RCI es el segundo sector en importancia para las emisiones de NO_x, PM_{2,5} y SO₂.
- La industria constituye la fuente de emisión más importante para los COVNM, precursor del ozono. Por tanto, las políticas adoptadas en este sector deben promover la reducción de emisiones de este contaminante.
- La agricultura se presenta como un sector relevante en el caso del NH₃.

En resumen, y tras el diagnóstico realizado, se concluye que es necesario seguir aunando esfuerzos para, en el plano energético, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, aumentar la generación de energía mediante fuentes renovables y el autoconsumo y mejorar la eficiencia energética. Por otro lado, es preciso que el **cambio de modelo energético** lleve asociado consigo una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y la descarbonización de la economía madrileña. Además, se debe reducir la situación de vulnerabilidad ante el cambio climático mediante **acciones orientadas a convertir a la Comunidad de Madrid en un territorio resiliente y adaptado**. Por último, toda acción planteada debe asimismo valorarse en términos de mejora de la calidad del aire y contaminación atmosférica. Para ello, resulta de vital importancia **poner el foco en los sectores de transporte y RCI** ya que son estos los principales emisores de contaminantes atmosféricos y GEI en la Comunidad y, por tanto, se presentan como claves para el éxito de la Estrategia.

3 . BASES DE LA ESTRATEGIA

El cambio climático, la disponibilidad de energía y la contaminación del aire suponen retos ambientales, económicos y sociales de gran trascendencia global

Los efectos del cambio climático y la contaminación del aire se manifiestan en diferentes formas y magnitudes, de forma directa e indirecta, tanto a escala global como local y que hemos ido presentando y particularizando en la Comunidad de Madrid en los capítulos anteriores.

En 2015, más de 190 países firmaron el Acuerdo Climático de París, comprometiéndose a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La Unión Europea ha decidido reducir sus emisiones un 55 % en el año 2030 con respecto a 1990. Cada país, región y municipio debe establecer sus planes y contribuir a alcanzar este objetivo. La sociedad, las administraciones públicas y todos los sectores de la economía se han de implicar también en este reto.

La propuesta debe consistir en facilitar la transformación de la Comunidad de Madrid en una **región descarbonizada, energéticamente más segura y con un nivel de calidad del aire excelente** que esté a la vanguardia desde el punto de vista económico, social y ambiental.

Así, el objetivo a conseguir se concreta en **hacer de la Comunidad de Madrid un ecosistema descarbonizado, resistente a los efectos climáticos adversos.**

Motivos para descarbonizar la Comunidad de Madrid

Como se ha indicado anteriormente, la Unión Europea importa el 53 % de sus necesidades energéticas, siendo deficitaria en energías fósiles (sobre todo petróleo y gas). España es de los países europeos con mayor dependencia energética: hasta un 74 % depende de importaciones. La Comunidad de Madrid depende todavía en mayor medida de la energía de otras comunidades y países.

Descarbonizar es relevante porque se consiguen tres objetivos clave de manera simultánea: independizar nuestras necesidades de energía de terceros países, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire de las ciudades de la Comunidad de Madrid. En cualquier caso, descarbonizar forma parte también de la estrategia europea de recuperación económica y crecimiento. Para alcanzar una reducción de emisiones a nivel global el crecimiento de la producción de bienes y servicios debe dirigirse a las regiones más descarbonizadas, como pretende ser la Comunidad de

Madrid. Los avances en descarbonización permitirán incrementar la eficiencia de su economía e industria y reducir los riesgos asociados a la dependencia energética.

La descarbonización forma parte de la estrategia para mantener el liderazgo de la economía madrileña, contribuir a la estabilización de los precios de la energía y aumentar el atractivo inversor de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid consume casi 11 Mtep de energía anualmente, lo que supone el 10,1 % del total nacional (aunque su peso en porcentaje de PIB es de aproximadamente el doble).

Las emisiones de gases de efecto invernadero se producen fundamentalmente en el consumo energético de combustibles fósiles: para reducir emisiones hay que generar energía con fuentes renovables o sin emisiones. Si se suman todas las fuentes de energía que producen CO₂ (incluida la energía eléctrica), **más del 90 % de la energía consumida por los madrileños genera emisiones de CO₂ y gases contaminantes como el NO_x o partículas.**

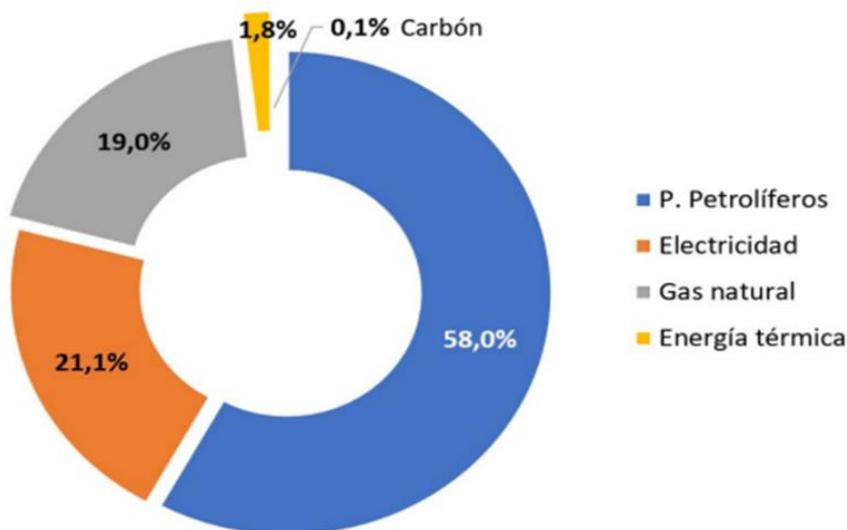


Ilustración 92. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente de energía (Fuente: Elaboración propia).

Como ha hemos comentado, las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid en el año 2019 fueron un total de 24,16 Mt CO₂ equivalente, lo que supuso un incremento del 0,4 % respecto al año anterior y del 49 % respecto a las emisiones de 1990, si bien suponen un descenso de aproximadamente un 20% con relación a las del año con mayores emisiones, 2007.

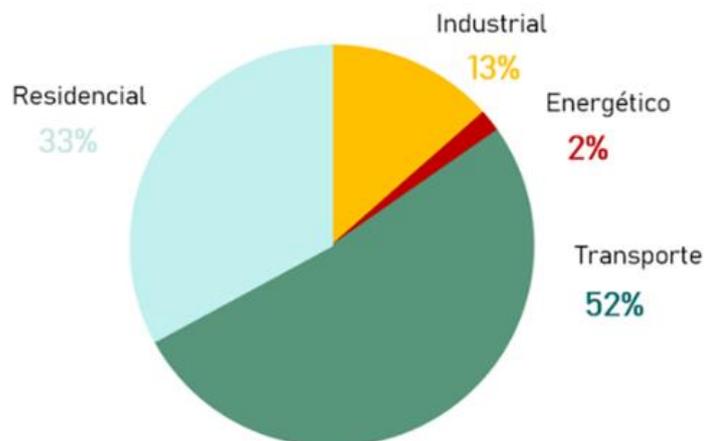


Ilustración 93. Porcentaje de emisiones equivalente de CO₂eq por sector en la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia).

La Comunidad de Madrid es la que produjo en 2019 menores emisiones por habitante (3,64 t CO₂ eq/hab) de España, debido al volumen de su actividad industrial y agraria y su escasa producción de energía. En cualquier caso, el 85 % de las emisiones directas de Madrid provienen de dos sectores: transporte (52 %) y residencial (33 %). El sector de industria energética genera pocas emisiones porque es casi inexistente en Madrid y las emisiones se contabilizan en otras comunidades donde se produce la energía.

3.1. Análisis Estratégico

3.1.1. Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

Para caracterizar las ventajas competitivas de la Comunidad de Madrid en cuanto a la energía, cambio climático y calidad del aire se debe realizar primero un análisis interno de la región en el que se valoran las **fortalezas y debilidades** del sistema respecto a varios elementos de nuestra Comunidad.

Posteriormente, se realiza también el análisis externo de las **amenazas y oportunidades** que puedan influir de manera directa o indirecta y que condicionen el despliegue de la política en cuanto a clima, aire y energía en la Región. En este punto cobran especial relevancia aspectos como: la normativa estatal y europea, el desarrollo tecnológico, la evolución natural de las tendencias de consumo, la libertad de elección de la población, las barreras administrativas de niveles superiores y las estrategias de negocio de empresas privadas, entre otros.

Se consideran amenaza cualquier factor que frene el despliegue de las acciones marcadas y oportunidades a los aspectos positivos aportados por el entorno y que otorgan un impulso al buen desarrollo de la estrategia.

Debilidades

Se habla de debilidades con respecto a todas aquellas características que restan fuerza y suponen un desafío para afrontar los objetivos. En el caso de la Comunidad de Madrid se pueden indicar las siguientes:

- Bajo porcentaje de autoabastecimiento energético y baja participación renovable en el lado de la demanda (en 2018 únicamente un 1,8 % de la energía final consumida en la Región fue generada por medio de recursos energéticos propios).
- Gran porcentaje del territorio está protegido y no permite el despliegue de grandes instalaciones de producción de renovables.
- Compromisos previos adquiridos en materia de infraestructuras comprometen nuevas inversiones a futuro.
- Necesidad de actualización de infraestructuras y equipamientos tecnológicos en todos los sectores (industria, residencial, terciario y parque automovilístico), por su alto consumo energético y sus emisiones de GEI.
- Escasa penetración del vehículo eléctrico y de combustibles alternativos (menos de 1 % de los vehículos cuentan con distintivo ambiental CERO y menos del 4 % cuentan con el distintivo ECO, según datos de 2019 de la DGT).
- Falta de bancos de datos energéticos públicos sobre consumo que permitan analizar desde el nivel micro (ciudadano, hogar, vehículo, etc.) el comportamiento macro (poblaciones, CCAA).
- Falta de adecuación a la realidad de algunas normativas municipales, que tratan los puntos de recarga como surtidores de combustible, lo que impide asociar puntos de recarga a pequeñas estaciones de repostaje, por ejemplo, de GNC.
- Limitada calidad de la formación de profesionales en el sector de las instalaciones (instaladores, mantenedores, etc.) con un perfil adecuado a las necesidades de la transición energética que se pretende llevar a cabo y al cumplimiento de los objetivos nacionales.
- Falta de conciencia social y de tradición de empresas energéticas municipalizadas o de cooperativas energéticas.
- Excesivos trámites administrativos derivados de la normativa reguladora, fundamentalmente de carácter estatal, resistencia al cambio de esta normativa y falta de criterios unánimes en la implantación de nuevas tecnologías, lo que puede desincentivar las inversiones.
- Gran peso del sector del transporte en el *mix* de consumo energético, y presencia destacada del vehículo particular, pese a la notable oferta de transporte público.
- Insuficiente infraestructura de I+D+i y de experimentación en tecnologías de los vehículos eléctricos y de pila de combustible.
- Tejido industrial asimétrico e inestable en la implantación de energías renovables.

- Altas necesidades energéticas como consecuencia del clima continental (calefacción en invierno y refrigeración en verano).
- Infraestructuras y gestión del transporte ferroviario obsoletas.
- Necesidad de mejora de comunicación desde las Administraciones Públicas a los ciudadanos.
- Infraestructuras para la distribución de energía limitadas y/o saturadas.
- Escasa formación profesional específica en cambio climático y temas afines a la sostenibilidad.
- Baja implantación de nuevas tecnologías disruptivas orientadas hacia la descarbonización.
- Configuración geográfica de la Comunidad de Madrid, que no contribuye a una adecuada dispersión de la contaminación del aire y favorece recirculaciones, inversiones térmicas y la transformación de contaminantes secundarios.

Amenazas

Se habla de amenazas respecto a los factores que pueden frenar la implantación de las medidas y que se pueden sintetizar en las siguientes:

- Impacto todavía acusado derivado de la COVID-19 y la crisis económica.
- Escepticismo y reticencias para la inversión en un sistema energético cambiante que resulta en la inestabilidad de los retornos económicos de las inversiones.
- Nuevas inversiones en infraestructuras energéticas fósiles (redes de gas, gasolineras, etc.), condicionan la transición.
- La falta de conocimiento sobre los ahorros y beneficios, así como, otras necesidades de gasto pueden afectar la inversión en medidas de eficiencia energética por parte de la ciudadanía.
- La Ley de Propiedad Horizontal⁶³ supone dificultades para el despliegue de medidas de autoconsumo renovable y eficiencia energética por parte de los propietarios debido al consenso necesario en las comunidades de vecinos.
- Las inversiones en eficiencia en los edificios tienen plazos de recuperación demasiado altos. El inversor (dueño de una vivienda) no llega a ver el retorno. Sólo se invierte en eficiencia en viviendas por mejora del confort o por obligación legal (problemas estructurales que afecten a la seguridad) o primado por subvenciones que acortan dicho plazo de recuperación.
- Insuficiente conciencia social sobre los riesgos derivados del cambio climático, así como de una mala calidad del aire.
- Nueva normativa muy restrictiva de la contaminación del aire, que rebaja significativamente los niveles de contaminación máxima que serán permitidos.

⁶³ "Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal" <https://www.boe.es/eli/es/l/1960/07/21/49/con>

- Asimetría en la información disponible para inversionistas, alta percepción del riesgo económico para la inversión en sostenibilidad.

Fortalezas

Se habla de fortalezas con respecto a las cualidades de la Comunidad de Madrid que representan una superioridad competitiva con respecto a otras comunidades o que constituirá un recurso único y valioso a la hora de implementar medidas en el ámbito de la planificación que se presenta.

- Tendencia positiva (reducción) en la evolución de la intensidad energética.
- La Comunidad de Madrid es una región con alta densidad de población lo que favorece la implementación de medidas orientadas a la eficiencia (por ejemplo: mayor potencial de despliegue del transporte público).
- El PIB per cápita es comparable al de las mejores regiones europeas.
- Se cuenta con un tejido empresarial fuerte capaz de impulsar la transición energética (por ejemplo: empresas relevantes en el sector transportes).
- Región atractiva para inversores, acapara el 31 % de la inversión recibida en el sector industrial en España.
- Infraestructura energética robusta que garantiza un alto grado de seguridad de suministro.
- Alta disponibilidad de cubiertas para autoconsumo.
- Alta irradiación solar (unos 5 kWh/m² • d) en la región.
- Experiencia previa en el diseño de planes energéticos (2004-2012 y horizonte 2020) así como en el despliegue de actuaciones energéticas.
- Disposición de profesionales y de un sistema educativo universitario de alta especialización y cultura en términos de energía.
- Se encuentran en proceso de elaboración la Ley de Movilidad Sostenible⁶⁴ y la Ley de Sostenibilidad Energética⁶⁵.
- Alta presencia de Centros e Institutos de investigación de reconocido prestigio tanto en el campo de la energía como en el del transporte.
- Ciudades referencia a nivel nacional en el despliegue de transporte público.
- Alta sensibilidad social frente a las emisiones: la sociedad madrileña es consciente del problema que supone la contaminación atmosférica.
- Comunidad pionera y de mayor volumen en la emisión de bonos sostenibles.

⁶⁴<https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/10/01/damos-nuevo-impulso-futura-ley-movilidad-sostenible>

⁶⁵ <https://www.comunidad.madrid/transparencia/ley-sostenibilidad-energetica-comunidad-madrid>

- Planificación urbana con importante componente de construcción y rehabilitación de edificaciones sostenibles.
- Existencia de abundantes ejemplos de buenas prácticas que sirven de referencia, como el Plan Estratégico 2018-2030 del Canal de Isabel II, el Plan de Ahorro y Eficiencia y Ahorro en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid, etc...

Oportunidades

Las oportunidades se refieren a aquellos aspectos del entorno que contribuyen a la implantación de las medidas hacia la descarbonización y el cuidado de medio ambiente, como son las que siguen:

- Utilización de los fondos de recuperación COVID-19 para la transición energética.
- Alto potencial para una penetración masiva del autoconsumo fotovoltaico y toda su cadena de valor asociada (sector fotovoltaico, baterías, gestión inteligente, *servitización*, desarrollo local, etc.) y su posible impacto positivo sobre el tejido empresarial de la Región.
- Presencia de un marco normativo europeo, nacional, regional y local en favor de la eficiencia energética (CTE, RITE, certificación de eficiencia energética en edificios, Directiva 2012/27/UE, etc.).
- Nuevos modelos de economía circular para la valorización energética, la reutilización y el reciclado de residuos, que suponen un valor añadido para las empresas.
- Gran flexibilidad y alto grado de mallado de la red eléctrica, que permite una buena oportunidad de integración de energías renovables distribuidas.
- Implementaciones en el marco del Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética.
- Entrada de nuevos modelos de negocio (*carsharing*, última milla, *MaaS*, cooperativas, etc.) que contribuyan a la reducción del consumo energético, la conservación del medioambiente y la sostenibilidad.
- Desarrollo nacional y europeo de políticas industriales basadas en la I+D+i y mejora de los procesos industriales que suponen una reducción de la intensidad energética.
- Buenas perspectivas de desarrollo tecnológico y reducción de costes a futuro.
- Desarrollo e implantación de tecnologías disruptivas como: el internet de las cosas, BigData, digitalización e hidrógeno verde.
- Previsión de infraestructuras de transporte adaptadas a futuros usos energéticos para perdurar más allá de 2030.
- Potencial de atracción de fabricantes de equipos y tecnologías innovadoras en términos energéticos y de sostenibilidad.

- Creación de empleo en los ámbitos energético, climático y de sostenibilidad si va acompañada de formación especializada a todos los niveles.
- La renovación de las infraestructuras energéticas: eléctricas, gasísticas, de transporte, con criterios de sostenibilidad, eficiencia, digitalización e incorporación de energías renovables.
- Clara apuesta del sector del automóvil hacia las tecnologías más limpias.
- Gran parque de viviendas para la implementación de un programa de rehabilitación, sostenibilidad y eficiencia energética y alto grado de urbanismo con potencial de implementar ciudades inteligentes.
- Proyectos innovadores como Madrid Nuevo Norte⁶⁶, que pueden constituirse como vitrinas para apalancar financiamiento sostenible y lograr replicabilidad y escalamiento.

3.1.2. Orientación en el diseño de las medidas (CAME)

Una vez realizado el análisis DAFO para el desarrollo de las políticas energéticas, de cambio climático y de calidad del aire, conviene establecer cuáles deberían ser las líneas rectoras del desarrollo de medidas y sus principales barreras. Un análisis CAME es una metodología que complementa al análisis DAFO anterior. Mediante este ejercicio se persigue la identificación de pautas de actuación que permitan maximizar los impactos positivos y minimizar los negativos de los aspectos identificados como necesarios de actuación.

De forma similar al caso anterior CAME es un acrónimo formado por las iniciales de las palabras «Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar». De esta manera, las acciones definidas en el CAME estarán enfocadas en:

- Corregir las Debilidades: Aplicar medidas correctivas a las debilidades para conseguir que desaparezcan o minimicen su impacto sobre el sistema.
- Afrontar las Amenazas: Tomar medidas para enfrentarse a las amenazas y evitar que estas se conviertan en debilidades, con lo que se consigue evitar que el riesgo identificado suceda.
- Mantener las Fortalezas: Evitar perder las fortalezas, asegurándose que se mantengan como ventaja competitiva en el futuro.
- Explotar las Oportunidades: Crear estrategias para la conversión de oportunidades en fortalezas futuras.

Corregir

- Fomento de las instalaciones renovables para autoconsumo y reducción de la demanda energética *per cápita*.

⁶⁶ <https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/03/25/aprobamos-madrid-nuevo-norte-mayor-proyecto-actual-regeneracion-urbana-europa>

- Máximo aprovechamiento del potencial energético, espacio y recursos disponibles. Por ejemplo, aprovechamiento de cubiertas y espacios verticales para compensar la falta de espacio horizontal.
- Desarrollo de estrategias de adaptación de las infraestructuras existentes para su aprovechamiento futuro.
- Financiación para la modernización de equipos para todos los sectores, así como la introducción de vehículos de cero o bajas emisiones.
- Establecimiento de protocolos de recogida de datos conjuntos y relacionados sobre energía y clima y su almacenamiento, gestión y divulgación por parte de la administración pública.
- Adecuación de las normativas municipales en cuestiones de puntos de recarga de vehículo eléctrico y estaciones de repostaje.
- Desarrollo de estrategias para la integración de la materia energética en planes de estudio a todos los niveles formativos.
- Campañas de concienciación y fomento en el uso del transporte público y alternativas sostenibles.
- Inversión y captación de fondos para la implementación de nuevas tecnologías, infraestructuras y su futuro desarrollo por parte de centros de investigación.
- Fomento de las medidas pasivas para el incremento de la eficiencia energética.
- Establecimiento de protocolos de comunicación y campañas de divulgación para la involucración de los ciudadanos en asuntos energéticos.
- Establecimiento de una planificación racional del futuro desarrollo de la infraestructura energética.
- Apoyar inversiones en materia ferroviaria.
- Revisión y, en su caso, adecuación de los trámites administrativos, así como elaboración de guías para su comprensión por parte de la ciudadanía y las empresas.
- Promoción de las energías renovables y la cogeneración de alta eficiencia en el tejido industrial madrileño.
- Apoyo a los nuevos modelos de negocio y la creación de empresas de servicios energéticos y comunidades energéticas.
- Facilitar la planificación conjunta entre la Administración e instituciones de educación superior y formación profesional para la inclusión de los ámbitos de la energía, la sostenibilidad y el medioambiente.
- Expansión y promoción de nuevas tecnologías disruptivas para concienciación, acceso y uso de información oficial, interacción ciudadana, entre otras actividades que apoyen sustancialmente la descarbonización.

- Divulgación, a través de los portales web de información en los ámbitos de energía, clima y aire, de datos relevantes sobre las tecnologías para la descarbonización y el ahorro energético a disposición de la ciudadanía y las empresas.

Afrontar

- Aprovechamiento más eficiente de los fondos de recuperación, apoyando a los sectores y grupos demográficos más afectados por la crisis.
- Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro.
- Campañas de divulgación, facilitación de modelos de negocio y financiación que permitan la inversión privada en actividades para sostenibilidad, aire limpio y sistemas de eficiencia energética.
- Difusión de información con enfoque en disminuir la percepción del riesgo que existe en inversionistas privados, tanto nacionales como internacionales, en instalaciones energéticas.
- Visibilizar las ventajas del autoconsumo y su repercusión favorable sobre la factura de energía eléctrica.
- Introducción de esquemas de financiación y ayudas que faciliten el despliegue de intervenciones de rehabilitación y ahorro energético en edificios, así como puesta en valor de beneficios no económicos como la mejora de las condiciones de salubridad y confort.
- Favorecer la inclusión de los análisis de riesgos climáticos de manera transversal en la planificación estratégica de la Administración.

Mantener

- Declaración de intenciones sólida y clara, a medio y largo plazo, que considere a todos los actores de la transición energética y aporte certidumbre a los inversores, por medio de una estrategia integral y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados. Todo ello de forma que favorezca el mantenimiento del tejido empresarial en la región y la continuidad de la inversión.
 - Colaboración con REE y las compañías distribuidoras para el estudio detallado de la red eléctrica y el análisis de su capacidad actual para acoger sistemas de generación distribuida renovable sin afectar a la calidad y seguridad del suministro, así como de aquellos puntos críticos a intervenir.
 - Seguir desarrollando el ecosistema empresarial y tecnológico (profesionales especializados, centros de investigación, entre otros) presentes en la región y dotación de medios al sistema educativo para su adecuación a la realidad futura y su incorporación al mercado laboral.
 - Continuar con el desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación.
 - Diálogo con instituciones financieras para escalar la implantación de nuevos mecanismos e instrumentos financieros orientados a la sostenibilidad medioambiental y energética.

- Tendencia urbanista inspirada en sostenibilidad medioambiental y eficiencia energética.

Explotar

- Aprovechar los fondos de recuperación COVID-19 en el marco del PRTR para afrontar inversiones sostenibles económica y medioambientalmente que permitan a la Comunidad de Madrid afrontar la transición energética y reforzar la calidad del empleo regional.
- Creación de un marco favorable para la atracción de empresas que formen parte de la cadena de valor del sector energético y tecnológico (fabricación, instalación, mantenimiento, etc.).
- Alineamiento de la planificación energética regional con los planes y directivas de ámbitos superiores.
- Campañas de sensibilización para la aplicación de sistemas de economía circular en las empresas madrileñas.
- Puesta en marcha de programas de fomento del autoconsumo y eliminación de barreras administrativas que puedan suponer impedimentos.
- Diseño de estrategias que continúen con la labor realizada por el Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética.
- Atracción de las empresas de distribución existentes y de las nuevas empresas y startups a los nuevos modelos de negocio sostenible (carsharing, última milla, cooperativas, entre otras.).
- Promoción de los planes de transferencia de conocimiento de los centros de investigación de la Comunidad de Madrid hacia el tejido industrial y empresarial.
- Dotación de presupuesto para el desarrollo de proyectos piloto y demostración de tecnologías disruptivas.
- Dar continuidad a los programas de financiación y ayuda para la adquisición de vehículos de cero y bajas emisiones.
- Aplicación de estrategias de rehabilitación integrales en el marco de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE) y los planes regionales existentes.
- Expandir la planificación de nuevos proyectos de urbanismo sostenible acompañada de una divulgación efectiva que genere tracción en mercados de capitales locales e internacionales.

Elementos transversales

Durante la elaboración del análisis de la situación actual de la Comunidad de Madrid se han identificado ciertos elementos que, aún sin pertenecer explícitamente a alguno de los ámbitos energía, clima o aire, tienen una influencia directa o indirecta sobre la situación de la región. En este apartado se recogen aquellas barreras o condicionantes que se considera que deben ser tenidos en cuenta a la hora de desarrollar la estrategia y que, por no ser una parte explícita de algún ámbito, han quedado excluidos de la matriz DAFO.

La necesidad de alineamiento entre instituciones públicas a distintos niveles –nacional, regional y local–, es uno de los aspectos que se identifican como clave para el desarrollo de las líneas estratégicas de trabajo. Asimismo, la coordinación entre organismos dentro de la propia Administración Pública con competencias transversales entre sí, también se presenta como un elemento al que se habría de prestar especial atención. En el caso del alineamiento multinivel, el marco normativo que surge como consecuencia de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Ley 7/2021, de 20 de mayo) supone una oportunidad para aprovechar el impacto asociado al Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC).

Otro de los elementos que puede suponer una influencia sobre la evolución de la situación energética y medioambiental futura de la región es el ámbito del I+D+i. El VI Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica 2022-2025 identifica una escasa cultura del I+D+i en empresas de tamaño reducido, lo que, en términos generales, contribuye a un parque de equipamientos más envejecido y menos eficiente, así como a una barrera a la creación de valor añadido. En este sentido, las dificultades para la transferencia de conocimiento entre centros de investigación y el tejido empresarial, junto con los problemas para retener el talento e impulsar la investigación, también contribuyen a este efecto. Para ello, la Comunidad de Madrid cuenta con la presencia de un ecosistema de innovación e investigación consolidado con elevada capacidad para generar conocimiento (universidades, centros tecnológicos, IMDEAs, Madri+d, etc.) que puede ser aprovechado por su entorno empresarial.

Otro de los aspectos fundamentales a considerar es la importancia de, independientemente de lo mallada y flexible que sea la red de distribución y transporte de energía eléctrica, la planificación de las ampliaciones en los sistemas de distribución de energía (tanto en instalaciones de enlace como de redes de distribución), orientadas a un autoconsumo masivo con vertido a la red o recarga del vehículo eléctrico. En este ámbito, junto con el trabajo de los organismos públicos correspondientes, se considera relevante el papel de las grandes corporaciones energéticas en proceso de transición a un sistema regido por un nuevo paradigma.

Asimismo, se considera relevante el análisis de la descarbonización del sistema energético por medio de sumideros y mecanismos de compensación de emisiones como la creación de zonas verdes y la reforestación.

Por último, hay que destacar el requerimiento de conocimientos técnicos necesarios por parte del ciudadano de a pie para poder implicarse en la transición hacia un modelo de sostenibilidad energética y medioambiental y crearse un criterio sólido al respecto. Así, la imposibilidad del ciudadano medio de tener un conocimiento profundo del funcionamiento de las tecnologías disponibles y del marco normativo vigente sumado a los trámites administrativos necesarios para el acceso a energías renovables, eficiencia energética, vivienda y transporte sostenible, constituyen una barrera para la movilización de inversión en el sector residencial y en las pequeñas empresas.

3.2. Identificación de los sectores relevantes

Tras la realización del diagnóstico de la situación actual, se han identificado aquellos sectores en los que es necesario enfocar la atención de la presente Estrategia, por su relevancia en términos de conseguir una mayor eficiencia energética y su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Este planteamiento de los sectores se encuentra alineado con la Agenda Estratégica de la Unión Europea y el conjunto de normas europeas, que establecen las bases para lograr alcanzar el objetivo de una Europa climáticamente neutra.

Además de dichos sectores, en los que se identifica fácilmente cuales son las acciones necesarias para conseguir una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos, y su adaptación al cambio climático, se ha identificado un sector transversal que debe ir orientado a la financiación, investigación, educación, sensibilización y participación e innovación en la materia de energía, cambio climático y contaminación atmosférica.



Ilustración 94. Sectores estratégicos de actuación. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se caracterizan sintéticamente cada uno de estos sectores, para poder posteriormente delimitar dentro de ellos las áreas de actuación preferente, con el fin último de cumplir los objetivos estratégicos planteados.

3.2.1. Sector de Transporte y movilidad: situación y barreras

Ya hemos descrito, en el apartado del consumo energético por sectores, el sistema global de movilidad de la Comunidad de Madrid, por lo que conviene ahora reseñar aquellos aspectos que puedan provocar barreras u obstáculos relevantes a los efectos de la presente Estrategia.

Según la información de la última encuesta de movilidad llevada a cabo por el Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid en el 2018, cada habitante realizaba 2,44 viajes en un día laborable medio, con una distancia de 17,1 km, invirtiendo de media para ello una hora y diez minutos para viajar⁶⁷. La citada encuesta señalaba diferencias sustanciales en el reparto modal entre la almendra central, la periferia urbana y las coronas metropolitana y regional, de manera que, aunque globalmente el 58 % de los desplazamientos se realizan a pie o en transporte público, el modo peatonal es predominante en la almendra central mientras que el vehículo privado copa un 56 % de desplazamientos en las coronas.

El análisis de los vehículos inscritos en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico de 2021 muestra que los turismos son los vehículos con mayor presencia en la Comunidad de Madrid, alcanzando una cifra de 3.989.542 unidades. A este número, le siguen 722.289 camiones y furgonetas, 414.843 motocicletas, 30.095 tractores industriales, 11.100 autobuses, 41.854 remolques y semirremolques y 43.664 vehículos catalogados como «otros», que suman un total de 5.253.387 de vehículos de todos los tipos en la Comunidad de Madrid en 2021.

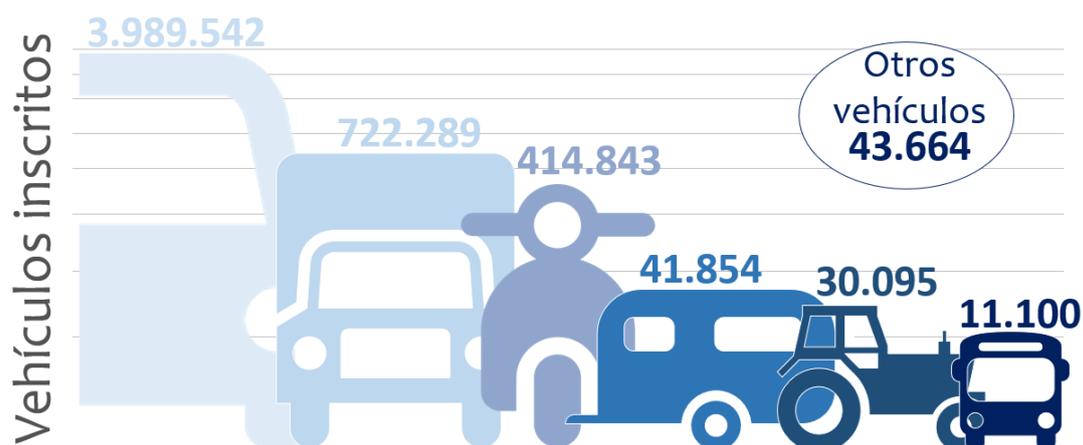


Ilustración 95. Reparto por clase de los vehículos inscritos en el Registro de la Dirección General de Tráfico 2021 (Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid).

Por otra parte, como ya se ha apuntado, los análisis realizados concluyen en señalar que el sector del transporte da cuenta de un 43,6 % (54,7 % en 2019) del consumo total de energía final en la Región, mientras que el Inventario de emisiones de 2020 le atribuye un 52 % de las emisiones de GEI, ello debido al hecho de que, a pesar del ascenso en el número vehículos eléctricos, el 96,2 % de la energía final consumida en este sector en 2019, y el 94 % en 2020, sigue proviniendo del petróleo y sus derivados.

Las emisiones de contaminantes atmosféricos producidas por parte del transporte también son significativas, sobre todo en el caso del NO_x, ya que el sector supone

⁶⁷ Encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid 2018. Obtenido de: https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf

alrededor del 44 % de total de emisiones de este contaminante, de acuerdo con datos del inventario de 2020. En la siguiente figura se muestra el desglose de consumos de combustibles por parte del sector en 2020:

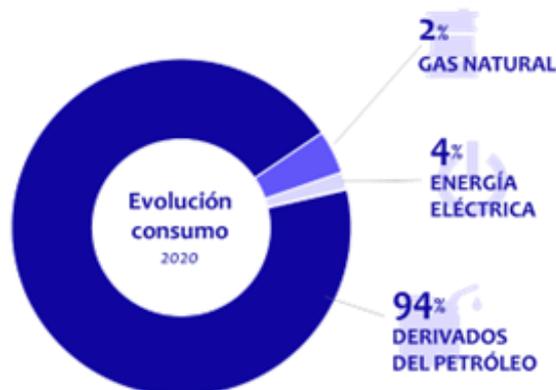


Ilustración 96. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector transporte (ktep). (Fuente: Fenercom).

Es indudable que para alcanzar los requisitos de descenso de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos es necesario un mayor uso de medios no motorizados y la introducción de medios de transporte más eficientes en términos de emisiones por kilómetro. A pesar de disponer de una alta concentración urbana y una red de transporte público líder en Europa, se parte de una base de vehículos de transporte privados basada en combustibles fósiles (el mercado de matriculaciones de coches eléctricos a cierre de 2022 rondaba tan solo el 3,7 %). En los próximos años, para avanzar en la descarbonización del sector, se necesitará:

- Mejorar el reparto modal, con un aumento de los medios no motorizados.
- Reducir la ratio CO₂/km en los desplazamientos.
- Descarbonizar el parque circulante.
- Reducir las emisiones de NO_x y demás contaminantes atmosféricos.
- Mejorar todavía más la descarbonización y la accesibilidad del transporte público.
- Disminuir el consumo energético asociado al sector (mayores eficiencias).
- Adaptar las infraestructuras de transporte ante las principales amenazas climáticas.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras importantes, como la baja penetración de los puntos de recarga, que limita el uso de los vehículos eléctricos; las características del parque edificado, con escasa presencia de aparcamientos privados en muchas zonas, lo que restringe las iniciativas de instalación de puntos de recarga en las comunidades de vecinos; la necesidad de aumentar el uso del transporte público y los desplazamientos a pie o en bicicleta, asociada a una mayor concienciación social sobre la necesidad de una movilidad sostenible, y los costes de los vehículos más sostenibles,

actualmente más caros que sus versiones basadas en combustibles convencionales, lo que precisa mejoras en la financiación e incentivos a la adquisición.

3.2.2. Sectores residencial, comercial e institucional: situación y barreras

El sector de la edificación juega un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático en las ciudades puesto que, junto con la movilidad, constituye uno de los sectores que más aporta al total de las emisiones. En el contexto de la Comunidad de Madrid, la combustión fija en el sector residencial, comercial e institucional (RCI), supone el **28 % del total de las emisiones de GEI** (datos del inventario de 2020). El sector residencial comparte junto con el sector servicios (también llamado *comercial*) la necesidad de llevar a cabo mejoras en cuanto a eficiencia energética y autoconsumo.

En la siguiente figura se muestra el consumo de energía final en el sector residencial y servicios de acuerdo con el balance energético del año 2020. El balance muestra la **elevada dependencia del sector residencial del gas natural** seguido de la energía eléctrica. En el sector servicios, la **dependencia de la energía eléctrica** es más pronunciada alcanzando el 73 % de participación en el consumo energético. La distribución del consumo energético en el sector presenta oportunidades para fomentar el autoconsumo renovable y descarbonizar el mismo.

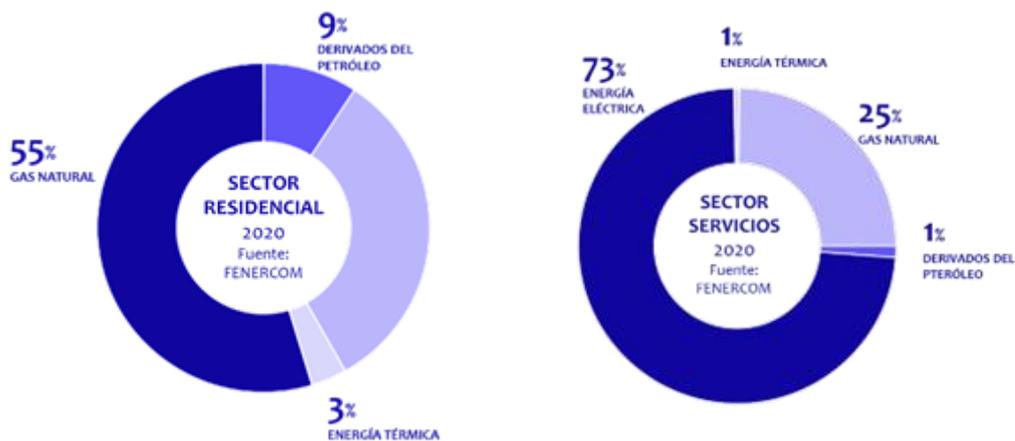


Ilustración 97. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector residencial y sector servicios. (Fuente: Fenercom).

Así, la propuesta de la Estrategia enfatiza la necesidad de superar dos retos clave que se dan en estos sectores a la hora de proceder a su descarbonización y transformar la modalidad de consumo energético convencional.

Uno de los retos es el alto coste de la rehabilitación de los edificios y la dificultad de acuerdos entre los propietarios. Otro reto, es el coste de las instalaciones de

autoconsumo. Por tanto, la Estrategia se centra en líneas de actuación que promueven la descarbonización del sector continuando con el apoyo a las ayudas para la rehabilitación del parque de edificios, así como las instalaciones de autoconsumo.

Adicionalmente, cabe destacar que, actualmente, la Comunidad de Madrid tiene una escasa capacidad para producir y abastecer la demanda de energía eléctrica del territorio. Concretamente, en 2020 solo el 4,5 % de la energía eléctrica total consumida fue abastecida por la generación producida dentro de la región⁶⁸.

Esta casuística, combinada con la elevada demanda de energía eléctrica por parte del sector de la edificación, crea un marco de oportunidad para reducir la dependencia energética del sector a la vez que se incrementa la mejora de su desempeño ambiental.

En los próximos años para avanzar en la descarbonización del sector se necesitará:

- Mejorar la eficiencia energética de los edificios.
- Aumentar el autoconsumo de viviendas, comercios y centros públicos.
- Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Reducir la dependencia de derivados del petróleo.
- Minimizar la exposición de la población frente a amenazas climáticas.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como incrementar la creciente, aunque todavía baja, concienciación social y la dificultad para llegar al acuerdo entre vecinos de un mismo inmueble, polígono industrial o centro público. Además, será necesario enfrentar el elevado coste de la rehabilitación de los edificios y de las instalaciones de autoconsumo, la escasez de recursos de grupos de particulares para el uso de la energía en el ámbito doméstico o la normativa en materia urbanística todavía insuficiente para un desarrollo territorial adaptado al cambio climático. Estas barreras deberán ser tenidas en cuenta a la hora de proponer medidas.

3.2.3. Sectores de la energía, la industria, las *utilities* y los residuos: situación y barreras

El sector industrial de la Comunidad de Madrid representa un peso menor en términos de consumo energético que otras comunidades, representando sus emisiones de GEI tan solo alrededor del 13 % del total de emisiones recogidas en el inventario. Por otro lado, las emisiones de contaminantes atmosféricos producidas por parte de la industria son significativas para ciertos contaminantes.

Por ejemplo, en el caso de los COVNM, en 2020, las emisiones procedentes de la industria constituyeron el 81 % respecto del total y el 38 % para el contaminante SO₂. Sin embargo,

⁶⁸ Fenercom. Balance energético de la Comunidad de Madrid. Obtenido de: <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2022/06/Balance-Energ%C3%A9tico-2020-de-la-Comunidad-de-Madrid-vDigital.pdf>

para los NO_x, las emisiones del sector industrial son poco significativas, suponiendo tan solo un 12 % del total.

En cuanto al consumo de energía final del sector, los datos del balance energético de 2020 muestran que tanto el consumo de gas natural como el de energía eléctrica suponen la mayoría, con un 39 % y 37 %, respectivamente. Si bien es cierto que la dependencia directa de los derivados del petróleo no supone un porcentaje elevado en el consumo del sector, las opciones de descarbonización son amplias a través de las acciones de autogeneración renovable y eficiencia energética.



Ilustración 98. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector industria. (Fuente: Fenercom).

En materia de acceso al agua y recursos hídricos, si bien la Comunidad de Madrid cuenta con una relevante capacidad de almacenamiento y tratamiento del agua y una red de abastecimiento con unas pérdidas globales de tan solo un 3%, deben tenerse en cuenta a largo plazo los **efectos del cambio climático**. Las previsiones apuntan a una mayor irregularidad en el régimen de lluvias, veranos más largos y calurosos y una menor innivación, lo que afectará a la cantidad de agua embalsada y aumentará el consumo y el gasto energético, ejerciendo, potencialmente, nuevas presiones sobre las **fuentes de suministros y las redes de distribución y recogida de agua** en toda la región. Además, hay que tener en cuenta el alto porcentaje de la red compuesta por materiales fuera de norma (15,4 %), lo cual hace aún más evidente la necesidad de proseguir en las tareas de renovación y mejora.

De igual modo, se debe seguir disminuyendo la cantidad de agua no controlada, que, si bien se ha reducido casi un 4 % desde 2017, representa uno de los mayores desafíos en la gestión de este recurso. De hecho, desde ese mismo año, se realiza una gestión del Agua No Registrada (ANR) sobre la red sectorizada, a través de la cual se ha estimado que las renovaciones acometidas en los últimos dos años han supuesto una recuperación de un volumen promedio de 16.033 m³. Por ello, se ha de seguir invirtiendo no sólo en la

renovación de las redes de abastecimiento, sino también en la modernización de materiales y piezas que ayuden a reducir las fugas de agua en las redes de distribución y que ayuden a mejorar la resiliencia integral de los sistemas.

Como se destaca previamente en el marco que contextualiza la situación de la Comunidad de Madrid es importante destacar los esfuerzos y avances realizados desde el **Canal de Isabel II** para mejorar la gestión integral del ciclo del agua en la Región, aspecto especialmente crítico en Madrid en términos climáticos. Su Plan Estratégico, publicado en 2018, contempla un horizonte a 2030 en el que se establecen objetivos y sus correspondientes medidas en diferentes campos de la gestión del agua para garantizar el suministro y hacer frente a inundaciones (Plan Sanea).

En el presente sector se incluye también la gestión de los **residuos** de la Comunidad de Madrid, responsable de un 7 % de las emisiones de GEI respecto al total del inventario (datos de 2020). Si bien es cierto que no se trata de un sector con una gran contribución, dadas sus características presenta un **potencial de mitigación que lo convierte en un eje relevante**. En cuanto a las emisiones de contaminantes, cabe destacar que el sector de los residuos es responsable del 9 % de las emisiones de PM_{2,5} (datos 2020).

En los próximos años para avanzar en la descarbonización del sector se necesitará:

- Reducir emisiones de COVNM y otros contaminantes atmosféricos.
- Aumentar la generación con energía renovable.
- Aumentar la autosuficiencia energética.
- Mejorar la calidad del suministro eléctrico y asegurar su accesibilidad a los consumidores más vulnerables.
- Disminuir la dependencia de productos petrolíferos.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como la todavía insuficiente concienciación de los sectores industriales hacia la lucha contra el cambio climático; los escasos fondos disponibles para inversiones que permitan en mayor medida independizarse de los mercados energéticos; la educación en el uso eficiente de agua y energía; la falta de personal e industria en las tecnologías de descarbonización, y un todavía mejorable nivel de complejidad de la tramitación administrativa.

3.2.4. Agricultura y medio natural: situación y barreras

La contribución del sector de la agricultura a las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid no es muy relevante. En 2020, este sector supuso, tan solo, el 1,7 % del total de las emisiones de las cuales el 53 % estaban asociadas al subsector de la fermentación entérica del ganado.

A su vez, las emisiones de contaminantes atmosféricos tampoco resultan significativas para la mayoría de los contaminantes más problemáticos. En el caso de los NO_x, supone

un 2 % de las emisiones totales, un 1 % para las PM_{2,5}, un 3 % para los COVNM y no contribuyen a las emisiones de SO₂.

Sin embargo, este sector constituye la fuente principal de emisiones de NH₃ en la Comunidad de Madrid, contribuyendo, en 2020, con el 74 % de las emisiones. A pesar de que las emisiones de GEI del sector no contribuyen significativamente cabe destacar que, a diferencia con otros sectores, la contribución del metano (CH₄) es mucho mayor. La fermentación entérica del ganado y la gestión del estiércol son los principales responsables de las emisiones de este gas dentro del sector.

Por otro lado, el balance energético de 2020 evidencia la baja diversificación de fuentes de energía en el sector. El 98 % del consumo final en el sector corresponde a derivados de petróleo mientras que el resto se abastece de energía eléctrica, lo cual plantea un escenario con un gran margen de mejora para la implementación de tecnologías y combustibles menos contaminantes.



*Ilustración 99. Consumo de energía final en la Comunidad de Madrid en el sector agricultura.
(Fuente: Fenercom).*

En cuanto a la relación de los efectos del cambio climático con el sector cabe destacar que la **agricultura, la ganadería y la silvicultura** son actividades estrechamente **dependientes del clima y del suelo**. Aunque el impacto del cambio climático varía en función de factores como la localización geográfica y el subsector, en general, el aumento de temperatura incrementará el estrés hídrico y disminuirá la producción de algunas cosechas. Además, los cambios en la estacionalidad y la variabilidad del clima tendrán un efecto significativo en el rendimiento y, previsiblemente, también en la calidad de los productos agrícolas, ganaderos y silvícolas. La degradación de los suelos y la desertificación limitará el espacio potencialmente adecuado para determinados cultivos. Por otra parte, es previsible un mayor impacto potencial de los fenómenos meteorológicos extremos, que serán más frecuentes y virulentos. A esto se le une una mayor ocurrencia

de fenómenos extremos, como los incendios y las inundaciones, y la aparición de nuevas plagas y enfermedades, tanto en cultivos como en animales⁶⁹.

Los retos que se plantean en este sector son los siguientes:

- Reducir emisiones de NH₃.
- Mejorar la eficiencia energética.
- Reducir la dependencia de productos petrolíferos.
- Promocionar la fijación del carbono y silvicultura.
- Promover una ganadería sostenible y una agricultura resiliente (tecnificación y desarrollo de cultivos adaptados).
- Propiciar un entorno natural resiliente (gestión del territorio con pastoreo tradicional) y fomentar el uso de la biomasa forestal.
- Mejora de la gestión de los residuos ganaderos.

Barreras para implementar los objetivos

Para conseguir los objetivos anteriores se han de superar barreras tan importantes como la creciente, aunque todavía escasa, concienciación ciudadana en el consumo de productos estacionales y de proximidad, a fin de contribuir a reducir la huella de carbono en este sector; la necesidad de mayor investigación y difusión de la información para conseguir disminuir las emisiones atmosféricas; la escasa inversión del sector en la descarbonización, y la existencia todavía de pocas infraestructuras menos vulnerables al cambio climático, especialmente en el área natural y agrícola.

⁶⁹ MITERD. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Obtenido de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA

La estrategia en el ámbito de la Administración se puede definir como el proceso que permite favorecer o facilitar el desarrollo de una serie de objetivos deseables como sociedad, en este caso en los ámbitos de la disponibilidad y uso de la energía, la mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de la calidad del aire.

Por lo tanto, la presente Estrategia se debe entender como una guía para que los distintos niveles de la Administración, organismos y empresas públicas y privadas elaboren sus propios planes y programas que contribuyan a alcanzar los objetivos deseados y establecidos en la misma.

En este capítulo, y tomando como base los análisis realizados en los apartados anteriores, se definirá el posicionamiento de la Administración autonómica en el avance hacia una sociedad más descarbonizada, se propondrán una serie de valores, así como la visión y la misión de la Estrategia para, en un capítulo posterior, desarrollar los siete objetivos estratégicos, las áreas de actuación y sus indicadores de seguimiento.

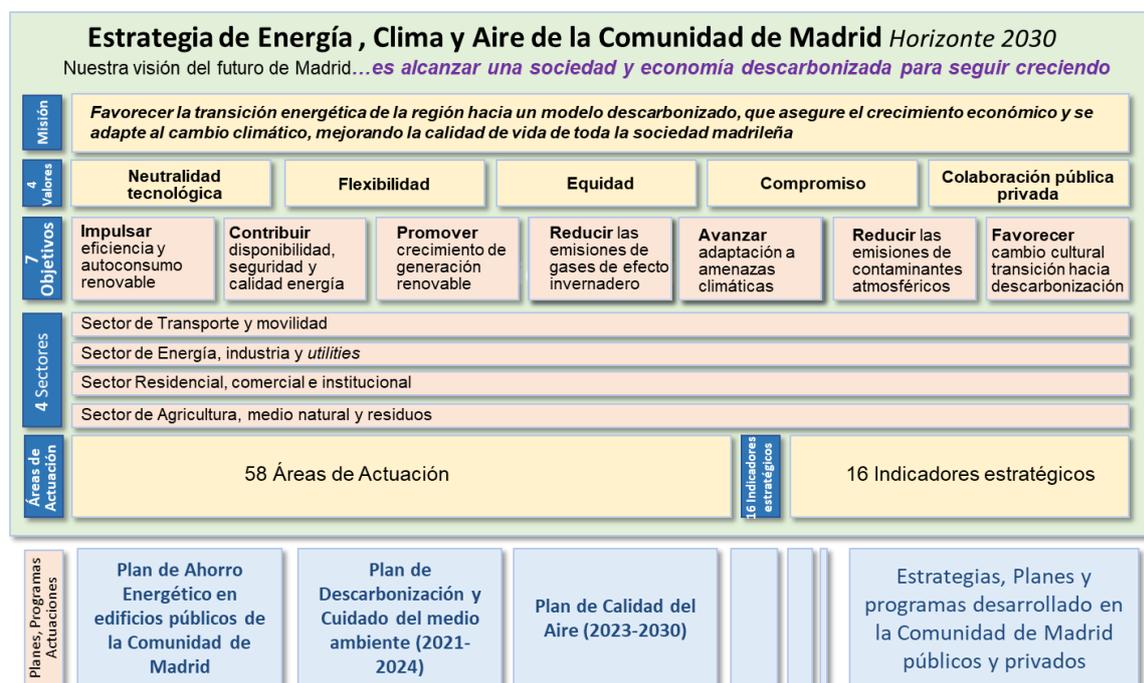


Ilustración 100. Perímetro de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030. (Fuente: Elaboración propia).

4.1. Papel de la Administración Autonómica en la Estrategia

El diagnóstico previo pone en relieve la magnitud del reto a enfrentar, el cual exige la acción coordinada de todos los agentes responsables de la transformación. No se puede transitar hacia una región sostenible y descarbonizada sin contar con la colaboración activa de la Administración regional, el sector privado y la sociedad en general. La descarbonización, la adaptación del territorio y la mejora de la calidad del aire de la región no solo exigen esta acción coordinada, sino también la participación de diferentes ramas del conocimiento involucrando distintos sectores.

Alcanzar las metas de descarbonización es responsabilidad fundamental de cada uno de los ciudadanos. Son las decisiones individuales de cada uno de nosotros en el día a día lo que permitirá o no alcanzar los objetivos de descarbonización.

La **concienciación de la sociedad** en que los objetivos de descarbonización son deseables para todos, en nuestro modelo de democracia, **es la vía más relevante para alcanzar las metas definidas en esta Estrategia** y, por tanto, entender que como Administración es necesario facilitar que los ciudadanos cuenten con información veraz, basada en principios científicos y objetivos, para favorecer que las personas adoptemos decisiones medioambientalmente responsables de manera voluntaria, por convencimiento y no por imposición.

Solo así se garantiza que los cambios de hábitos se mantengan a largo plazo. Esta Estrategia no hace hincapié en la regulación restrictiva, sino que cree en la relevancia de la concienciación y actuará como facilitador de esta concienciación progresiva de la sociedad. La imposición de prohibiciones y sanciones puede llegar a generar rechazo, obligaría a emplear una gran cantidad de recursos públicos para su control y seguimiento, además de resultar poco eficiente desde el punto de vista económico, provocando, a la larga, efectos no deseados.

La Comunidad de Madrid es también un agente clave en el marco de la Estrategia. Respecto a las soluciones tecnológicas para la descarbonización, la Administración regional tiene un papel impulsor de la investigación, pero su capacidad para influir en el mercado de las soluciones tecnológicas debe ser más bien marginal.

Así, su papel se centra en las áreas administrativas y en la planificación de los planes y programas, así como en facilitar la toma de decisiones individuales hacia la descarbonización a través de la concienciación y las ayudas a la inversión. Igualmente, es muy relevante para la Administración regional dinamizar las alianzas entre los distintos agentes clave con el objetivo común de descarbonizar.



Ilustración 101. Representación del papel de la administración regional en el desarrollo de la Estrategia (izquierda) y el papel de la empresa en el desarrollo de la Estrategia (derecha). (Fuente: Elaboración propia).

Son las empresas las responsables de innovar y las que cuentan con la capacidad de desarrollar y comercializar las soluciones tecnológicas que den respuesta a las necesidades de descarbonización, adaptación o mejora de la calidad del aire. El papel de la Comunidad de Madrid, por tanto, es favorecer e impulsar su desarrollo.

La colaboración entre el sector público y privado es clave para garantizar el éxito de la implementación de la Estrategia. Para lograr, por ejemplo, una movilidad sostenible, es necesaria la implicación de los poderes públicos como dinamizadores de las ayudas correspondientes, como financiadores del transporte público o como impulsores de la instalación de carriles bici y zonas peatonales, electrolineras y puntos de recarga, pero de nada serviría este esfuerzo sin que las empresas, las comunidades de propietarios, los ayuntamientos o los ciudadanos pusieran en el mercado los vehículos eléctricos, desarrollaran los nuevos productos tecnológicos de la movilidad, adquirieran estos vehículos o tecnologías o escogieran desplazarse a pie o en bicicleta.

Es por este motivo que la Estrategia se construye con un enfoque integrador cuyo propósito es facilitar a todos los agentes involucrados la colaboración para trabajar en la dirección hacia la descarbonización, la adaptación del territorio y la mejora de la calidad del aire de la Región.

Por último, la simplificación de trámites administrativos y la eliminación de las trabas burocráticas para el impulso de la descarbonización, la adaptación y la mejora de calidad del aire convierte a la Comunidad de Madrid en un territorio más competitivo. Es por esto que la Estrategia tiene como base impulsar esta mejora desde el punto de vista administrativo enfocándose en aquellos trámites que dificulten, por ejemplo, el desarrollo de las redes de distribución de agua y energía, la penetración de las energías renovables o el fomento del vehículo eléctrico, entre otros. Todo ello favorecerá y fomentará la

actividad económica a la vez que simplificará las relaciones de los ciudadanos y las empresas con las distintas administraciones.

Exportar casos de éxito y compartir buenas prácticas convierten a la Comunidad de Madrid en referente de gestión y por eso el impulso de esta Estrategia es clave para el futuro de la región.

4.2. Misión y Visión: Descarbonizar para seguir creciendo.

Nuestra visión del futuro de la Comunidad de Madrid...

*...es alcanzar una sociedad y economía descarbonizada
para seguir creciendo.*

No es sostenible, ni medioambiental ni económicamente, basar el crecimiento exclusivamente en los combustibles fósiles, que son los responsables fundamentales tanto de los efectos del cambio climático como de la contaminación del aire.

El camino para alcanzar esta visión no será fácil, pero se ha de asegurar, con una transición energética acertada, que el objetivo se alcance de manera compatible con la mejora del nivel y calidad de vida de los madrileños, asegurando que no se producen efectos económicos o sociales adversos.

La misión de esta Estrategia es facilitar el camino para...

...Favorecer la necesaria transición energética de la región hacia un modelo descarbonizado, que asegure el crecimiento económico y se adapte al cambio climático, mejorando la calidad de vida de toda la sociedad madrileña.

4.3. Valores de la estrategia

La Estrategia se asienta sobre unos **valores clave** que deberían regir la puesta en marcha de las actuaciones por parte de todos los agentes implicados en el cambio y que se sintetizan en un conjunto de cinco valores:

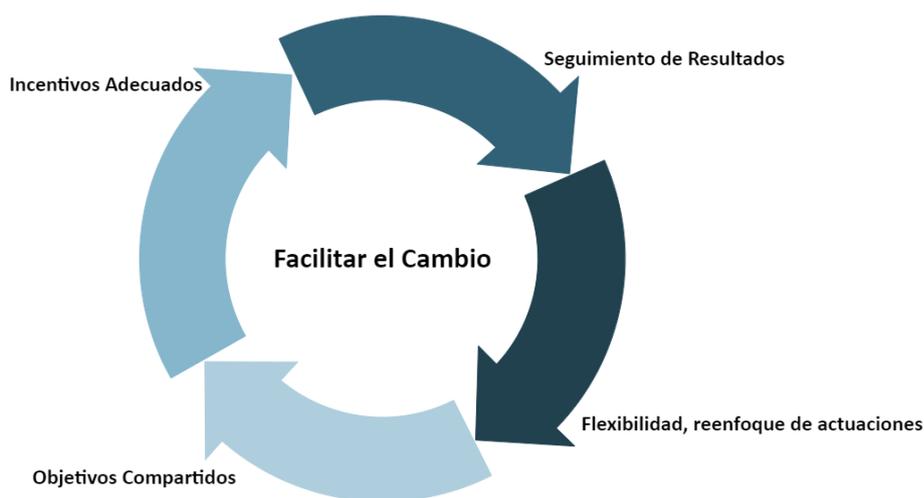


Ilustración 102. Pasos a seguir para facilitar el cambio. (Fuente: Elaboración propia).

Neutralidad tecnológica. La neutralidad tecnológica es uno de los principios regulatorios de la Unión Europea. *El principio de neutralidad tecnológica implica que la transición energética no debe fomentar artificialmente determinadas opciones tecnológicas en detrimento de otras.* Las administraciones no deben crear normas que favorezcan unas tecnologías sobre otras. Toda tecnología que reduzca las emisiones será válida en el contexto de la transición energética y así los consumidores y empresas deben libremente **desarrollar y elegir la tecnología más apropiada y adecuada a sus necesidades y requerimientos, para alcanzar la visión común de la Estrategia.**

Flexibilidad y gradualidad. Los cambios a los que se enfrenta la sociedad en su relación con los usos de la energía no tienen parangón. La incertidumbre sobre el futuro de los vectores de energía, los avances tecnológicos, la situación económica o los efectos de la transición en la sociedad, aconsejan diseñar las actuaciones bajo un prisma de flexibilidad que permita reevaluar los efectos de las medidas en la economía y discontinuar o reforzar las actuaciones en base a su eficacia y eficiencia para alcanzar el objetivo. Así mismo, la gradualidad en la aplicación de las medidas permitirá a la sociedad adaptarse a los cambios de manera ajustada.

Equidad y balance justo. Una buena parte de las medidas para la mitigación de los efectos del cambio climático son significativamente más caras o directamente inaccesibles para buena parte de la población. La introducción de estas tecnologías, si bien globalmente pueden generar más empleos de los que destruyen, provoca o puede provocar la pérdida de puestos de trabajo en otros sectores ahora relevantes desde el punto de vista económico y del empleo. Se debe asegurar que la transición energética se base en principios de equidad y balance justo evitando que determinados sectores de la sociedad se vean afectados desde el punto de vista económico o no puedan acceder a tecnologías más limpias.

Compromiso y consenso. La descarbonización avanzará de manera más sólida cuando se base en el consenso y el convencimiento y no en la imposición de medidas. Los

mecanismos de mercado funcionan, en general, de manera más eficiente que los sistemas coercitivos y son más sostenibles. Lograr el compromiso de los ciudadanos con una sociedad más descarbonizada y limpia es clave para la transición energética.

Colaboración pública privada y Responsabilidad compartida. El reto al que se enfrenta la Comunidad de Madrid no se podría alcanzar sin contar con la responsabilidad de todos los agentes de la sociedad, incluyendo la colaboración público-privada, así como incentivando la concienciación social como motor del cambio. Es imperativa la colaboración entre los distintos sectores y la Administración, desarrollando de manera integrada los correspondientes roles en la sociedad. Esta colaboración y el papel de la Administración se materializará facilitando el desarrollo de los proyectos específicos y eliminando trabas burocráticas, de forma que se garantice el éxito de la implementación de las medidas de cada agente.

Con la aplicación de estos valores se establecerán las líneas de trabajo de la Comunidad de Madrid para favorecer la descarbonización de la economía madrileña, la adaptación del territorio al previsible incremento actual y futuro de los fenómenos climatológicos extremos, y la mejora de la calidad del aire que respiramos. Por supuesto, esta es una labor que implica a todos, para lo que es necesario buscar la participación, contribución y compromiso de todos los sectores de la sociedad madrileña.

4.4. Estudio del nivel de ambición de la Estrategia.

Tal como se ha indicado, la misión de esta Estrategia es alcanzar una sociedad y economía descarbonizada, que permita cumplir los objetivos climáticos de la región y proteger la salud de los madrileños y de sus ecosistemas frente a los efectos de los contaminantes atmosféricos.

Estos fines globales deben complementarse con otros específicos y cuantificables, que permitan una evaluación continua de la eficacia de la Estrategia y proporcionen información para determinar si las actuaciones propuestas en las diferentes áreas están obteniendo los resultados esperados para, de lo contrario, reorientar periódicamente dichas actuaciones. De esta forma, se dotará a la Estrategia de la necesaria flexibilidad, tanto en materia energética como climática, cuya evolución tiene una relación directa en términos de calidad del aire.

En el marco del Convenio de investigación “Modelización de la Calidad del aire en la Comunidad de Madrid” mencionado en apartados anteriores, se ha realizado un estudio, como documento previo de trabajo, cuyo resumen se adjunta como Anexo 4, tomando como punto de partida la valoración del impacto en la calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro de dicho Convenio.

Para cumplir con el valor preceptivo para la media anual de NO₂ según el RD 102/2011 (40 µg/m³) es esencial actuar sobre el sector del tráfico rodado, ya que incluso con una

eliminación total de las emisiones del sector Residencial, Comercial e Institucional, no se podría garantizar el cumplimiento en algunas estaciones de tráfico.

Asimismo, sería necesario reducir las emisiones del tráfico rodado aproximadamente a la mitad para permitir que todas las estaciones de calidad del aire, tanto de la Comunidad de Madrid como del Ayuntamiento cumplieran con este parámetro, mucho más exigente que el valor límite horario.

Las emisiones del tráfico son las que presentan no sólo un mayor potencial, sino la mejor relación entre reducción de emisiones y mejora de calidad del aire. Esto no es óbice para recomendar que se planteen reducciones en la combustión no industrial, ya que facilitaría disminuir la concentración de NO₂, especialmente en los periodos más desfavorables, típicamente los meses de invierno.

En lo que respecta a la consecución del valor guía recomendado por la OMS (10 µg/m³), no sería alcanzable a corto plazo, exclusivamente a través de la Estrategia. Esto implica que la consecución del valor guía de la OMS requeriría necesariamente la implementación de políticas de reducción de emisiones a diversas escalas, siendo inalcanzables exclusivamente con medidas a nivel regional. Además de la reducción de emisiones a escalas internacional y nacional, los resultados evidencian la importancia de coordinar las políticas de calidad del aire con las del Ayuntamiento de Madrid.

En lo que respecta a las partículas finas (PM_{2,5}), estos dos sectores son también los principales contribuyentes, aunque la influencia del sector residencial es ligeramente superior a la del tráfico. A diferencia del NO₂, cabe destacar que la media anual marcada por el RD 102/2011 para la protección de la salud humana (20 µg/m³) no se supera en ninguna estación de la Comunidad de Madrid o del Ayuntamiento, por lo que el nivel de ambición no debe limitarse al cumplimiento de la legislación, sino que debe adoptarse como valor objetivo el cumplimiento del valor guía de 2005 de la OMS (10 µg/m³), ya que es el valor que refleja como obligatorio la propuesta de nueva Directiva de Calidad del Aire..

En lo que respecta al O₃ troposférico, el último estudio de contribución de fuentes sugiere que el margen de control a través de medidas locales es muy reducido. En consecuencia, se plantea centrar la reducción de las emisiones de NO_x, PM_{2,5} y CO₂ y realizar estudios de detalle posteriores dentro del Convenio para dirimir posibles medidas que permitan reducir los picos de concentración de este contaminante secundario.

Finalmente, en cuanto a la misión de descarbonizar la economía madrileña, según los análisis realizados, es necesario incrementar sustancialmente el nivel de ambición de instrumentos anteriores como el Plan Azul+. Trasladando a la Comunidad de Madrid los objetivos planteados a nivel estatal de reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990, esto implicaría reducir las emisiones directas del año base de estudio (2018) en casi un 50%, lo que supone más de 10.000 kt/año de CO₂ equivalente.

De ello se deduce que las reducciones necesarias son incluso de mayor calado que las discutidas para los dos contaminantes más relevantes para la calidad del aire y sus

impactos en salud (NO₂ y PM_{2,5}). No obstante, **una reducción del orden del 50% para el conjunto de emisiones del tráfico rodado y las fuentes de combustión no industrial del sector residencial, comercial e institucional a través de medidas tecnológicas y no tecnológicas, permitiría dar cumplimiento a la legislación en materia de calidad del aire y alinear el proceso de descarbonización con los objetivos a nivel nacional.**

4.5. Objetivos Estratégicos Horizonte 2030

Para cumplir la misión planteada en este capítulo, proponemos en la presente Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid – Horizonte 2030 – establecer una serie de objetivos estratégicos que contribuyan al cumplimiento de las políticas europeas y nacionales en estas materias, con la meta global de satisfacer la calidad y cantidad de energía suministrada en nuestra región, impulsando un consumo eficiente, incentivando la mitigación de emisiones, favoreciendo la adaptación de la Comunidad de Madrid a los fenómenos extremos y que todo lo anterior se desarrolle de forma socialmente responsable y medioambientalmente sostenible.

Con este objeto general se proponen 7 objetivos estratégicos que se desarrollan a continuación, y que están ligados a la planificación energética (OE1, OE2 y OE3), ambiental (OE4, OE5 y OE6) y orientados al conjunto de la sociedad (OE7).

4.5.1. Establecimiento de los objetivos estratégicos

A continuación, se exponen los objetivos y metas definidas, así como los indicadores estratégicos globales de la presente Estrategia, que serán calculados con una periodicidad anual. Tanto los objetivos establecidos como sus indicadores **se revisarán cada 2 años** a la luz de las necesidades de la sociedad madrileña, la legislación de aplicación que vaya entrando en vigor, el avance de la tecnología de las distintas disciplinas de la descarbonización y cuidado del medio ambiente, así como el resto de los parámetros internos o externos que influyen sobre la aplicación de las propuestas de líneas de actuación que se desarrollarán en aplicación de los 7 objetivos estratégicos.

Objetivo estratégico 1.- Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

En coherencia con las recomendaciones recogidas el Pacto Verde y el *Fit for 55* y las futuras directivas europeas que recogerán estos compromisos, la manera más eficiente y rápida de progresar en la mitigación de los efectos del cambio climático y el ahorro económico consecuencia de la disminución del consumo es **avanzar en la eficiencia energética**. La principal fuente de generación energética en autoconsumo es la producción de energía fotovoltaica, que además contribuye de manera decisiva a disminuir la adquisición de energía de terceros. La eficiencia energética y la instalación de tecnologías de autoconsumo con energía solar renovables nos permitiría también no solo avanzar en la independencia energética sino también en la seguridad del suministro.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Continuar la mejora en la eficiencia energética observada a través de la reducción de la **intensidad energética en un 2,53%** anual promedio.
- Continuar con la mejora de la **intensidad energética primaria** vinculadas con la eficiencia en el uso final de la energía, así como la mayor penetración de las energías renovables con un valor objetivo de **0,036 ktep/M€ año**.
- Renovar la media anual de la **superficie edificada del 3%** del parque de edificios públicos

Objetivo estratégico 2.- Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

La estrategia europea de descarbonización se centra en una progresiva electrificación de todos los sectores de consumo. Sin embargo, las energías renovables son discontinuas, por lo que es necesario asegurar que se mantiene durante todo el periodo de la Estrategia unas fuentes de suministro seguras, continuas y con la suficiente calidad que requieren los dispositivos eléctricos.

El mantenimiento de altos niveles de calidad del suministro es clave para posicionar a Madrid como centro estratégico para el desarrollo del sector del tratamiento de datos (*Data center*) líder del sur de Europa. En Madrid seguimos también apostando por la cogeneración y el autoabastecimiento, no solo por contribuir a la seguridad de suministro y respaldo, sino también por ser más económica y apoyar a nuestra industria.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mejora de un 10% de la calidad del suministro eléctrico en la Comunidad de Madrid medido a través de los índices TIEPI y NIEPI. (*TIEPI₂₀₃₀: 0,397h, NIEPI₂₀₃₀: 0,506*)
- Creación de una oficina de Impulso a los Centros de Procesamiento de Datos que coordine con REE y las empresas distribuidoras el despliegue de las infraestructuras necesarias.
- Conseguir que los distribuidores dispongan de Planes de actuación para hacer frente a posibles limitaciones o interrupciones del suministro de fuentes energéticas.

Objetivo estratégico 3- Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

Las energías renovables como la solar térmica y fotovoltaica, hidráulica o los sistemas de aerotermia, geotermia e hidrotermia deben promoverse no solo para autoconsumo sino

también para su venta a la red eléctrica o a clientes a través de sistemas de calor distribuido (*District heating*). El hidrógeno verde a lo largo del periodo de aplicación de esta Estrategia verá posiblemente consolidado su papel como vector energético de almacenamiento de energía renovable y combustible para la movilidad. Durante el periodo de transición energética y en coherencia también con el objetivo estratégico 1, se promoverá la renovación del parque existente de dispositivos convencionales por otros que utilicen en mayor medida energías renovables o sean más eficientes utilizando energías fósiles.

Para desarrollar este objetivo y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Alcanzar los **5 GW instalados** de energías renovables en la Comunidad.
- **Mejorar la autoproducción energética** en la región en al menos el 140%. Esto supone llegar a un nivel de autoabastecimiento eléctrico del 16,4% en 2030.
- Conseguir que el **84% de la generación eléctrica sea renovable** en 2030.
- Alcanzar un **77% de generación térmica renovable** en 2030.

Objetivo estratégico 4.- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

Los gases de efecto invernadero no solo tienen su origen en la generación y consumo de energía, sino que también se emiten desde otros sectores como la industria, la agricultura, la ganadería o la gestión de residuos. Por lo tanto, es necesario desarrollar políticas y herramientas para reducir las emisiones de GEI en todas las fuentes artificiales a fin de mitigar los efectos del cambio climático. De igual manera, se debe apoyar el aumento de los sumideros de carbono y el desarrollo de tecnologías para su retención y captación

Para alcanzar este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece para 2030:

- Reducir nuestras **emisiones totales** de gases de efecto invernadero en un **23% respecto a 1990**.

Es necesario reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de **10.000 kt/año de CO₂ equivalente**, a fin de cumplir con los objetivos nacionales planteados en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (reducción del 23 % respecto del año 1990).

Este objetivo de reducción implica un esfuerzo coherente con el incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París. En consecuencia, el escenario que se plantea en la Estrategia se basa en una reducción de GEI proporcional a los objetivos nacionales, y también consistente con la **Hoja de Ruta para la neutralidad climática** planteada por el **Ayuntamiento de Madrid**, que marca el reto de reducir los

gases de efecto invernadero un 65 % en 2030, todo ello en coherencia con la necesaria coordinación entre las Administraciones Públicas responsables.

Objetivo estratégico 5.- Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para mejorar la calidad del aire

Las condiciones físicas de nuestra comunidad, con la barrera que supone la Sierra del Guadarrama, no facilitan la dispersión de la contaminación atmosférica lo que, unido a la ubicación del mayor núcleo de población de la Península Ibérica como es el área metropolitana de Madrid, ocasiona unos niveles de contaminación del aire elevados. El avance en los objetivos anteriores (OB 1, 3 y 4 principalmente) conllevará un descenso de las emisiones, no solo de gases de efecto invernadero, sino también de los principales contaminantes atmosféricos entre los que destacan el NO_x y las partículas. Sin embargo, también será necesario reforzar estas políticas con actuaciones concretas para evitar la producción de gases contaminantes a determinados momentos del día o situaciones atmosféricas, así como el desarrollo de protocolos adicionales a los existentes para evitar la generación y la exposición a estos contaminantes. En este sentido, se ha redactado el **Plan de mejora de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid**, que se adjunta como Anexo 2 de esta Estrategia, en desarrollo de este objetivo estratégico 6 (OE6).

Dado que el fin de la Estrategia es minimizar los efectos negativos sobre la salud y los ecosistemas de la contaminación atmosférica, los esfuerzos se orientarán a **alcanzar el cumplimiento de los objetivos y valores límite legalmente establecidos**, no ya en la normativa que actualmente se encuentra en vigor, esto es, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, sino en la que finalmente se defina una vez se apruebe la nueva Directiva actualmente en tramitación, en coherencia también con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una **aproximación conjunta a ambos problemas**. No obstante, la diferencia en las escalas espaciotemporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y los aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de unos objetivos de reducción consistentes. La necesidad imperiosa de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo, como es el caso del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).

Por el contrario, identificar objetivos de reducción de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire es mucho más complejo, ya que los valores de concentración de contaminantes dependen de numerosos procesos físico-químicos, habitualmente no lineales, que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional, según se ha reflejado en el “Análisis de contribución de fuentes emisoras” mencionado en apartados anteriores.

De este modo, no es posible garantizar plenamente que un plan de reducción de emisiones contaminantes a nivel regional cumpla una determinada normativa futura, como pueden ser los valores límite de la actual Directiva de Calidad del aire (2008/50/CE), los valores guía propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) o los valores límite a 2030 contemplados en la propuesta de Directiva de calidad del aire, publicada el 26 de octubre de 2022.

El OE4 de esta Estrategia plantea en la actualidad **reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de España en, al menos, un 23 % respecto del año 1990**. Como se ha indicado, trasladar este objetivo de reducción a la Comunidad de Madrid, implicaría reducir las emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero actuales (tomando como año base 2018) en casi un 50%.

Debe considerarse que, tal como se ha analizado en el apartado 2 del esta Estrategia, mientras que las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO₂-equivalente actuales son superiores a las del año 1990, datos que sugieren que las reducciones que deben plantearse en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con los compromisos europeos y nacionales, será necesario impulsar actuaciones de gran calado en los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60% (respecto al escenario base de 2018) en ambos casos. Con todo ello, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas actuaciones tendrían un efecto notable en la calidad del aire local.

Por todo ello, para evaluar el efecto previsible en términos de calidad del aire que tendrá la reducción de emisiones de GEI a alcanzar en el año 2030, en el marco del Convenio firmado con la UPM se ha realizado una simulación, manteniendo constantes las condiciones de contorno, es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias que se están implementando a nivel nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio. Los resultados obtenidos en este ejercicio de modelización se resumen en el Anexo 5 y concluyen en señalar que *“...en conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación en materia de mitigación del cambio climático del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NOX tendría un orden de magnitud similar, mientras que el impacto para el resto de los contaminantes sería en general inferior al 20%”*.

Esta información es muy relevante porque permite concluir que el cumplimiento de los objetivos climáticos es proporcional al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire específicamente para la región de Madrid, lo que debe facilitar a todos los agentes la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al

cambio climático y de minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

Objetivo estratégico 6.- Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los efectos del cambio climático tales como la intensificación de las olas de calor, la modificación del régimen de lluvias, el aumento de las temperaturas máximas y mínimas, las inundaciones o la intensificación de los incendios, se verán incrementados a lo largo del presente siglo, según todos los modelos climáticos analizados.

Para avanzar hacia un territorio adaptado a estas amenazas climáticas se hace necesario poner en marcha una serie de actuaciones destinadas, por un lado, a mejorar el conocimiento sobre los potenciales impactos en los distintos sectores en la región y, por otro, a proponer medidas que permitan dar una respuesta adecuada a estos riesgos.

Cabe mencionar los trabajos realizados hasta la fecha por diferentes organismos y universidades públicas relevantes en la Comunidad de Madrid, como es el caso del estudio de *Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid*⁷⁰, llevado a cabo por la Fundación Canal y la Universidad Politécnica de Madrid, o el proyecto de investigación para el *Diseño de un Sistema Piloto de Indicadores de Impacto y Adaptación al Cambio Climático en la Comunidad de Madrid*, desarrollado también por la Fundación Canal en colaboración con la Universidad de Alcalá de Henares.

Se hace necesario, por tanto, continuar avanzando en la generación de conocimiento a fin de encontrar las respuestas más adecuadas en la Región ante los riesgos derivados del cambio climático.

Así, partiendo de estas premisas y en línea con los compromisos establecidos a nivel nacional y europeo, se establecen los siguientes puntos de referencia para 2030:

- Mantener y mejorar las redes de observación y desarrollar modelos climáticos adaptados a la Comunidad de Madrid
- Aumentar la resiliencia frente al cambio climático de los distintos sectores relevantes propuestos en la Estrategia. En concreto, mediante la evaluación sectorial de impactos y análisis de sus vulnerabilidades, así como a través de la implementación de medidas de adaptación adecuadas a los escenarios tendenciales a 2030.
- Colaborar con entidades locales de la región para la realización de proyectos innovadores en materia de riesgos y de adaptación al cambio climático.

Como se ha indicado, en los últimos años se ha producido un gran avance en el conocimiento de los efectos que el cambio climático va a tener sobre determinados sectores naturales, como pueden ser los recursos hídricos, los ecosistemas o la salud

⁷⁰ <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM018039.pdf>

humana. No obstante, existe todavía una laguna en el conocimiento sobre la incidencia que puede esperarse en determinados sectores socioeconómicos, como el sector turístico, el agrícola y ganadero o el industrial.

Por ello, se propone avanzar en los estudios de impactos y vulnerabilidades de estos sectores, complementando estas actuaciones con la implementación de medidas de adaptación para aquellos otros en los que ya existe una evidencia contrastada, como puede ser el de los recursos hídricos.

Los distintos escenarios climáticos coinciden en la previsible variabilidad del patrón de precipitaciones, agudizándose los extremos climáticos, es decir, se esperan más y más largos episodios de sequía, combinados con episodios de lluvias extremas. En este contexto, se proponen actuaciones que busquen la eficiencia en el uso del recurso, sin olvidar la capacidad de adaptación a los eventos extremos, mediante la mejora de las redes de drenaje o alcantarillado y el uso de pavimentos drenantes y superficies no artificiales que permitan el filtrado natural de las aguas.

Asimismo, se proponen actuaciones en otros ámbitos como el medio urbano y el transporte, la salud o el medio natural.

Por último, es necesario mencionar que, si bien las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero deben plantearse a escala global para resultar efectivas, es en el ámbito local donde existen las mayores oportunidades de actuar para lograr de manera efectiva avanzar en la adaptación a los riesgos climáticos. Por ello, se requiere que los gobiernos locales pongan en marcha actuaciones para proteger a la población y a sus respectivos territorios de los efectos del cambio climático. De esta forma, en el ámbito municipal se propone la colaboración y financiación de proyectos innovadores destinados a la adaptación a los efectos del cambio climático en las entidades locales y municipios de la Región.

Objetivo estratégico 7.- Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

No será posible alcanzar los anteriores objetivos si no se trasmite a la sociedad la necesidad de avanzar en el uso eficiente de la energía y el agua, la importancia de favorecer los comportamientos respetuosos con el medio ambiente y el deber de realizar un consumo sostenible de los recursos.

El impulso de la descarbonización deberá implicar a todos los sectores de la sociedad, con especial relevancia de los estamentos educativos, dado el papel fundamental que juegan en la sensibilización, concienciación e impulso de un mayor compromiso con la sostenibilidad. Asimismo, resulta imprescindible impulsar la actividad investigadora, sobre todo en las áreas en las que este desarrollo sea necesario por la carencia o falta de accesibilidad de las tecnologías de la descarbonización.

Además, y en línea con el objetivo estratégico anterior, resulta especialmente relevante la concienciación y divulgación entre la población y grupos sensibles de cuáles son los

efectos del cambio climático y la mejor forma de adaptarse a ellos. Para participar activamente y entender los condicionantes y riesgos climáticos es necesario que la población en general cuente con un adecuado acceso a información climática. En este sentido, las campañas de sensibilización y concienciación constituyen un primer paso para la adquisición por la ciudadanía de hábitos sostenibles en los ámbitos de vida (laboral, escolar, familiar, individual) de sus actividades diarias.

Para poner en marcha este objetivo, y en línea con nuestros compromisos europeos y nacionales, se establece como referencia para 2030:

- Incrementar en 10 puntos porcentuales la concienciación de la sociedad en la necesidad de avanzar hacia una economía descarbonizada.

Como resumen de este apartado, en la siguiente figura se muestran los 7 Objetivos Estratégicos (OE) que han sido desarrollados:

(OE1) **Impulsar** la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables.

(OE2) **Contribuir** a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.

(OE3) **Promover** el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono.

(OE4) **Reducir** las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

(OE5) **Reducir** las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

(OE6) **Avanzar** en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

(OE7) **Favorecer** el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación

5. ÁREAS DE ACTUACIÓN

En coherencia con el análisis realizado y los objetivos estratégicos planteados, habiendo identificado los sectores donde es preciso actuar y las barreras que se pueden encontrar, en este capítulo se proponen las áreas de actuación en las que los agentes del cambio, es decir, la sociedad en su conjunto y cada uno de los agentes implicados, deben focalizar sus esfuerzos.

La experiencia de los últimos años demuestra que es preciso contar con instrumentos estratégicos flexibles, que permitan, a lo largo de todo su periodo de vigencia, ir concretando y modificando las medidas a ejecutar, a fin de adaptarse a un entorno legislativo, socioeconómico y tecnológico cambiante, a través de un proceso de análisis y seguimiento continuo de la evolución de los resultados mediante una serie de indicadores previamente fijados. Por tales motivos y sin merma del nivel de ambición, se ha preferido en la presente Estrategia establecer áreas de actuación, dentro de los sectores previamente identificados, en vez de un catálogo inflexible de medidas cerradas y calendarizadas de antemano.

Se pretende que estas áreas de actuación sean la guía para el desarrollo de planes específicos de las administraciones, organismos públicos y privados, empresas y colectivos de todo tipo para el diseño de sus propias políticas y planes relacionados con la energía, el cambio climático y el mantenimiento de la calidad del aire.

Las áreas de actuación y las medidas y acciones concretas dentro de ellas podrán ampliarse o modificarse de acuerdo a cómo avancen los indicadores, sin perder de vista los objetivos estratégicos anteriormente definidos, que orientarán la política regional sobre energía, clima y calidad del aire de los próximos años.

A continuación, se definen las áreas de actuación identificadas dentro de los sectores ya descritos.

5.1. Áreas de Actuación en el Sector del Transporte y la movilidad

Un transporte eficiente y no contaminante es esencial en una sociedad y una economía desarrolladas. Esto es particularmente relevante en una región como la Comunidad de Madrid, que ha visto incrementada de manera significativa su población en los últimos años, asociada a la extensión de nuevos desarrollos urbanísticos en el área metropolitana, con el consiguiente aumento en el número de desplazamientos habituales.

Dada la importancia del municipio de Madrid para el futuro de este sector y la complementariedad de los objetivos perseguidos, es preciso contar con las previsiones del Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360, que determinará las políticas de movilidad

de la capital hasta 2030, teniendo en cuenta su apuesta por el transporte público, la movilidad activa, a pie y en bicicleta, la integración modal a través de la micromovilidad y la intermodalidad, el cambio del parque circulante hacia vehículos menos contaminantes, la mejora tecnológica de la gestión, la optimización de la distribución urbana de mercancías y la movilidad segura y responsable mediante la educación, la información y la gobernanza.

Lograr una movilidad sostenible, a través del uso eficiente de los medios de transporte y la promoción del transporte público (área de actuación A-1), y el apoyo al cambio modal (A-2) para que aumente progresivamente el número de desplazamientos en los medios de transporte menos contaminantes y con una menor intensidad energética, teniendo en cuenta las distintas zonas de la región, constituyen las dos primeras áreas de actuación a considerar. Es indispensable, en primer lugar, favorecer un uso inteligente del territorio y de los núcleos urbanos, potenciando la mezcla de actividades y la proximidad propias de la ciudad compacta mediterránea, de manera que el ciudadano encuentre una razonable oferta de cercanía para la satisfacción, a pie, de sus necesidades cotidianas.

Debe, también, potenciarse el uso del transporte público, haciéndolo aún más atractivo, fiable, cómodo y eficaz, a fin de que el ciudadano pueda optar con satisfacción por sus ventajas, en todas aquellas ocasiones en que no sea imprescindible el empleo del vehículo privado. Es indispensable, por ello, continuar y profundizar en la labor realizada en el mantenimiento, financiación, bonificación y promoción del transporte público en la Comunidad de Madrid y en la mejora de la red.

El uso de la bicicleta, y de otros vehículos no contaminantes, es un aliado también indispensable en la labor de acercarnos a los ambiciosos objetivos propuestos en eficiencia energética, mejora de calidad del aire y reducción de GEI, sin ralentizar el desarrollo económico de la región. Las ayudas a la micromovilidad cero emisiones, puestas a disposición de los ciudadanos para la adquisición de ciclomotores, bicicletas y patinetes eléctricos, así como motocicletas eléctricas y cuadriciclos eléctricos, deben continuar y ampliarse, apoyadas en la creación de carriles bici, en la colaboración público-privada para el préstamo de bicicletas y patinetes eléctricos, en la instalación de aparcamientos para el préstamo en puntos estratégicos de diferentes núcleos de población y en el refuerzo del acceso de la bicicleta en los medios de transporte colectivos.

El apoyo a la reducción de desplazamientos laborales mediante los incentivos al teletrabajo, el impulso del desarrollo de planes de movilidad de trabajadores, la implantación de planes de transporte de última milla que impliquen un ahorro de energía y emisiones, el empleo de sistemas de gestión y optimización de rutas, tanto de reparto como de transporte de pasajeros, el impulso al uso del vehículo compartido (*carpooling* y *carsharing*), la ampliación de la red de aparcamientos disuasorios e intermodales y el fomento de la agilización de desplazamientos para descongestionar el tráfico son otras acciones coherentes con los objetivos de estas áreas de actuación.

El impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones (A-3) constituye otra área de actuación que precisa atención preferente, dado el amplísimo potencial de implantación de la movilidad eléctrica. Nuevamente es esencial el uso de incentivos, en este caso para

fomentar la compra de vehículos eléctricos con acciones como el desarrollo del Programa MOVES III. El despliegue de una amplia red de puntos de recarga, a la vez que aumenta el parque circulante electrificado, partiendo de proyectos demostrativos e impulsada con los incentivos del Programa MOVES III, debe apoyarse mediante una amplia serie de acciones, como los acuerdos con empresas comercializadoras de electricidad, administradores de fincas y con empresas distribuidoras de combustibles en gasolineras, el establecimiento de una red de puntos de carga rápida y ultrarrápida para vehículos en parcelas de la Comunidad de Madrid y su desarrollo por el sector privado y la digitalización de los servicios de recarga, entre otras muchas posibles acciones. Debe también potenciarse la reducción de la edad media del parque circulante y el achatarramiento de los vehículos más antiguos para su renovación por vehículos de bajas emisiones

La reducción de las emisiones procedentes de los desplazamientos por carretera, mediante el impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías para el uso de tecnologías menos contaminantes (A-4) es otra área de gran potencial para lograr los objetivos estratégicos perseguidos. La meta óptima a alcanzar debe ser la descarbonización completa de las flotas y, para ello, el uso de incentivos directos para la renovación de vehículos destinados al transporte de mercancías y de viajeros y para la instalación de puntos de recarga debe complementarse con acciones tales como el fomento de la adquisición (o renovación) de vehículos cero emisiones por medio de operaciones de financiación por *leasing* financiero o por *renting*, el apoyo a que la última milla se realice con vehículos de bajas emisiones y/o transporte no motorizado y la redacción de ordenanzas específicas, entre otras.

La renovación de las flotas privadas de transporte debe complementarse con la renovación de la flota institucional y de autobuses urbanos e interurbanos (A-5). Las flotas de la EMT y las dependientes del CRTM se descarbonizarán totalmente de manera progresiva, según sean más accesibles las tecnologías más limpias, lo que requerirá un impulso decidido a la renovación de los vehículos y de la instalación de puntos de recarga, incluyendo modificaciones normativas y en los pliegos de condiciones para que, en la tramitación de las licitaciones en los procesos de contratación y adquisición de vehículos, se exijan vehículos cero emisiones.

Dentro del proceso de descarbonización del transporte, merece una referencia específica el área de actuación dirigida a la movilidad basada en el hidrógeno 100% renovable (A-6). El uso del hidrógeno va a recibir atención preferente en los próximos años por su potencial en el aprovechamiento de la energía eléctrica excedentaria de origen renovable en los momentos de baja demanda. Nuevamente, es necesario el empleo de incentivos para la compra de vehículos y el desarrollo de la infraestructura de repostaje de hidrógeno, acompañados de acciones tales como la redacción de planes específicos para el transporte público urbano de viajeros, las bonificaciones fiscales, la investigación y desarrollo de vehículos de hidrógeno, la ejecución de proyectos singulares demostrativos y la eliminación de las barreras administrativas asociadas al despliegue de infraestructura de suministro de acceso público.

La implantación de las Zonas de Bajas Emisiones (A-7) es un área de actuación que deviene obligada para los municipios de más de 50.000 habitantes por aplicación del artículo 14 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. En este caso, y sin perjuicio de la necesaria actuación municipal, la Comunidad de Madrid cumple un papel relevante en el apoyo, mediante subvenciones y asistencia técnica, a los municipios, a fin de lograr la definición de unas Zonas de Bajas Emisiones que favorezcan la calidad de vida y la salud de los ciudadanos sin merma de su libertad de movimientos y el impulso a los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS). A ese fin, serán también necesarias otras acciones complementarias y ya descritas, como el refuerzo del transporte público, la mezcla de usos propia de la ciudad compacta mediterránea y los planes de transporte de empresa, entre otras.

Finalmente, no debe obviarse en este sector la necesidad de implantar medidas para la prevención de los impactos del cambio climático en el diseño, construcción, gestión y mantenimiento de las infraestructuras de transporte (A-8), lo que requerirá la realización de análisis de vulnerabilidad en la fase de diseño y estudios específicos sobre los impactos previsibles.

5.2. Áreas de Actuación en el Sector Residencial, comercial e institucional

La Comunidad de Madrid dispone de un parque residencial de más de tres millones de viviendas, de las que 1,7 millones son susceptibles de reformas debido a su antigüedad y a la necesidad de adaptarse a las normativas vigentes, tanto en lo que compete a accesibilidad y seguridad como a eficiencia energética y sostenibilidad. En este sentido, se vienen realizando esfuerzos importantes a fin de reducir las emisiones de este sector, sustituyendo y modernizando los aislamientos e instalaciones.

Es necesario destacar, igualmente, las actuaciones que se prevén desarrollar en el sector residencial y de servicios en el marco de la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática para 2050 de la Ciudad de Madrid, cuya implementación tendrá un impacto significativo, no solo en las emisiones de GEI, con un objetivo de reducción en la ciudad de Madrid del 65% en 2030, respecto a 1990, sino también en las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos, como son los NO_x y las partículas.

Según se prevé en este último documento de planificación, el sector residencial es el que debe contribuir con el mayor volumen de reducciones, seguido del sector servicios y el del transporte. La suma de las emisiones abatidas por estos tres sectores supone el 90% de las emisiones a reducir. En el sector residencial, se destacan 3 objetivos prioritarios: la integración de la bomba de calor, promoviendo la electrificación de la demanda en la climatización doméstica; los sistemas de control de la climatización; y la renovación de las calderas de gas natural. Por su parte, en el sector servicios, las principales palancas de descarbonización a priorizar a escala municipal incluyen la renovación de equipos, la rehabilitación y la eficiencia energética. Los principales ejes de acción municipal a

destacar dentro de estas palancas son: la sustitución de sistemas que utilizan combustibles fósiles (gasóleo y gas natural) por bomba de calor u otras tecnologías de bajas emisiones; la eficiencia energética en la iluminación; y el ahorro y la eficiencia energética en instalaciones municipales.

Teniendo en cuenta las citadas cuestiones, se ha identificado en este sector la certificación y la rehabilitación energética de los edificios residenciales y comerciales (A-9) como un área muy relevante. El rango de actuaciones posible es amplio y parte de la continuación en el uso de incentivos como los Programas de Rehabilitación Energética de Edificios, el impulso al programa para la recuperación económica y social de entornos residenciales y del programa de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (RD 853/2021), el fomento de la electrificación mediante la penetración de la bomba de calor y la aerotermia, la coordinación con las entidades locales en materia de rehabilitación energética y apoyo a los planes de rehabilitación municipales, la promoción de campañas de información y comunicación sobre las ventajas y beneficios de la rehabilitación energética, de la reducción inteligente de la demanda y el uso eficiente de los equipos, del uso de tecnologías térmicas renovables y de la compra de electrodomésticos y equipos térmicos de alta eficiencia, la actualización del registro de instalaciones térmicas en edificios de nueva planta e inclusión de edificios existentes, el apoyo a los sistemas centralizados en la edificación (*smart heating and cooling*) y de redes de calor y frío, entre otros.

La Comunidad de Madrid debe cumplir un papel ejemplarizante a la hora de llevar a cabo actuaciones de rehabilitación energética en su parque edificado y, por tal motivo, un área de actuación específica será la certificación y la rehabilitación energética de sus propios edificios (A-10). En este ámbito, se debe impulsar el Plan de Ahorro Energético en Edificios Públicos de la Comunidad de Madrid, asegurar la coordinación de la ejecución de las diferentes actuaciones integradas en el Programa de Rehabilitación de Edificios Públicos (PIREP), favorecer la implantación de instalaciones de autoconsumo en los edificios institucionales, apoyar la ejecución de proyectos singulares como el primer edificio neutro en carbono mediante la selección y rehabilitación de un instituto/colegio público, desarrollar el plan de certificación de eficiencia energética de los edificios públicos de los municipios de la Comunidad de Madrid y apoyar la implantación de sistemas de gestión energética bajo la norma ISO 50 001.

En el contexto residencial, es necesario incrementar el parque de dispositivos de consumo energético más eficientes a través de la renovación de los equipos más antiguos, a través de área de actuación dirigida a la renovación de aparatos que consumen energía (A-11). Debe, por tanto continuarse el impulso a los Planes Renove de electrodomésticos y otros dispositivos que consumen energía y desarrollar campañas de concienciación sobre la importancia del ahorro energético en los aparatos de uso doméstico y de difusión de la información sobre el etiquetado energético de electrodomésticos.

El apoyo a los sistemas de autoconsumo y de generación de energía renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial (A-12) mediante la

instalación de paneles solares fotovoltaicos en las cubiertas de los edificios individuales y colectivos, y de otras tecnologías renovables, es otra área de gran interés y fuerte expansión. Sin ánimo exhaustivo, constituyen acciones posibles el fomento del autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía, ya en ejecución, con notable éxito, la firma de acuerdos con la asociación de administradores de fincas para la promoción del autoconsumo compartido, la realización de estudios para el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía en la edificación, la futura elaboración de una estrategia regional de autoconsumo renovable, el apoyo a la figura de las comunidades energéticas y la simplificación, en el ámbito competencial de la Comunidad de Madrid, de los trámites administrativos requeridos por las administraciones autonómicas y locales para el autoconsumo. Se incluye en este ámbito, asimismo, el impulso de las energías renovables térmicas con especial enfoque en la energía geotérmica de baja entalpía

Un área específica, de competencia municipal y gran potencial para el ahorro y la eficiencia energéticas es el de la sustitución de luminarias para lograr un alumbrado público eficiente (A-13) que pasa por la elaboración de planes municipales de modernización energética inteligente del alumbrado público que incluyan el registro de las infraestructuras existentes, la creación de un sistema de gestión del consumo energético con las correspondientes actualizaciones según las necesidades y el impulso al ahorro y eficiencia energética en el alumbrado público navideño y eventos festivos.

5.3. Áreas de Actuación en el Sector de la energía, la industria y las *utilities* (agua y residuos)

La Comunidad de Madrid se caracteriza por su elevada terciarización. Es la primera región española suministradora de servicios, con un peso muy significativo de los servicios públicos y los de alto valor añadido, muy superior al promedio nacional.

De acuerdo con el Inventario de emisiones de 2020, el sector industrial y el de la energía son responsables, respectivamente, de un 13% y un 2% de las emisiones de GEI de la Región y suponen, entre ambos, un 9,2% del consumo total de energía en la Comunidad de Madrid. La industria es el sector principal emisor de COVNM en la Comunidad de Madrid, con casi un 82% respecto del total en el año 2020. En el caso del SO₂ las emisiones del sector industrial en la región tuvieron un peso del 38%. Sin embargo, las emisiones de NO_x, principal contaminante de la región, son poco significativas, suponiendo tan solo un 12% del total.

Los datos del balance energético de 2020 muestran que tanto el gas natural como la energía eléctrica suponen la mayoría del consumo, con un 39% y 37%, respectivamente. Si bien es cierto que la dependencia directa de los derivados del petróleo no supone un porcentaje elevado en el consumo del sector, las opciones de descarbonización son amplias a través de las acciones de autogeneración renovable y eficiencia energética.

Por otra parte, los impactos potenciales asociados a la gestión de residuos son muy variados y entre ellos se incluye la emisión de GEI y contaminantes a la atmósfera. En este sentido, según datos del Inventario, las emisiones de GEI generadas por el tratamiento y la eliminación de los residuos en la Comunidad de Madrid representan el 7,3 % del total regional, frente al 4,8% del conjunto de España respecto del total nacional. Es necesario indicar que, dentro de este sector del Inventario, categorizado como CRF5, se incluyen las emisiones procedentes del depósito en vertederos, el tratamiento biológico de residuos sólidos, la incineración de residuos y el tratamiento de aguas residuales.

La contribución del sector residuos a las emisiones puede reducirse de forma significativa promoviendo políticas que eviten el depósito de residuos biodegradables en vertedero. Además, la gestión sostenible de residuos ayuda a otros sectores económicos a reducir también sus emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes atmosféricos. Asimismo, resulta fundamental continuar implementando políticas de residuos que apliquen rigurosamente el principio de jerarquía a fin de contribuir a la implantación de modelos económicos circulares y sostenibles.

Conscientes de la necesidad de seguir esforzándose en el control y reducción de emisiones provenientes en las actividades industriales implantadas en la región, así como las del sector de residuos, se propone en esta Estrategia, a través de las áreas de actuación que a continuación se definen, mantener la seguridad del suministro energético a la vez que se sigue apostando por el aumento de la eficiencia energética de los procesos en el sector industrial, junto con la supervisión y fomento de las herramientas de control de emisiones.

Así, se define, en primer lugar, un área de actuación centrada en garantizar la calidad y la continuidad del suministro energético (A-14), previendo actuaciones como el apoyo al desarrollo de esquemas de gestión avanzada de las redes eléctrica y gasista, el seguimiento de los planes anuales de inversiones de las redes de transporte y de distribución, el acompañamiento específico a los sectores estratégicos industriales, el fomento de la contratación bilateral a largo plazo (> 10 años) del suministro de energía y la elaboración de planes de actuaciones para hacer frente a interrupciones del suministro.

Otra área de actuación relevante parte de la necesidad de integración de los sistemas de generación distribuida para la reducción de la dependencia energética de la región (A-15), con acciones tales como la revisión del diseño y el estado de las redes de distribución y transporte, el impulso a la digitalización y gestión de las redes de baja tensión, la modernización de la infraestructura eléctrica, la integración de sistemas de inteligencia artificial y el apoyo a la adaptación de los sistemas de protección y transformación hacia un modelo de flujo de energía bidireccional.

En la misma línea se encuentran las áreas de actuación de fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable (A-16), dirigida a aumentar la generación eléctrica renovable en la región y reducir la dependencia exterior, y, asociada a ella, el fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético (A-17), que facilitarán la mejora y la flexibilización del sistema y la integración de las energías

renovables. Entre las acciones a considerar en estas áreas se encuentra el apoyo a los proyectos de generación renovable en la región mediante acciones como la simplificación de los trámites administrativos requeridos para su instalación, el estudio de la capacidad de acogida de instalaciones solares en la Comunidad de Madrid y el uso de incentivos a las tecnologías de almacenamiento eléctrico. También es conveniente elaborar hojas de ruta para el despliegue de medios de gestión de la demanda y planes de almacenamiento energético en la Comunidad de Madrid, fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético y apoyar la combinación de las tecnologías renovables con el almacenamiento de los excedentes

Si antes se citaban las tecnologías del hidrógeno para el sector del transporte, en el sector de la industria y las *utilities* también tienen un notable potencial, por lo que se prevé un área de actuación al respecto, centrada en el fomento de las tecnologías del hidrógeno (A-18), con la elaboración de un marco estratégico en línea con la Hoja de Ruta del Hidrógeno aprobada a nivel nacional, el impulso de la Mesa del Hidrógeno en la Comunidad de Madrid y la ejecución de proyectos singulares.

Se prevé lograr, asimismo, significativos ahorros energéticos en el sector mediante el área de actuación de la promoción de las empresas de servicios energéticos (A-19), con el uso de incentivos, la elaboración de guías para la creación de tales empresas y el apoyo a proyectos piloto singulares.

El conjunto de la sociedad es partícipe y responsable en el proceso de descarbonización, por lo que es esencial la participación de los ciudadanos, las empresas y los municipios en el propio sistema energético, Un área actuación relevante será, por ello, la del apoyo a la creación de comunidades energéticas (A-20). Se prevé el apoyo a la creación de oficinas de transformación comunitaria para la promoción de comunidades energéticas (definidas en las directivas europeas) o mecanismos similares para simplificar y acelerar los trámites en la creación, seguimiento y puesta en marcha de las comunidades energéticas, el seguimiento y registro de las comunidades energéticas localizadas en la región, la promoción de incentivos a la constitución de comunidades energéticas y el desarrollo de programas de formación, orientación y capacitación.

En la transición energética debe garantizarse el acceso universal a la energía de aquellas personas que se encuentren en situación de vulnerabilidad, así como proporcionar un marco fiable de acceso a información, protección de datos y seguridad jurídica a la hora de abordar inversiones y cambios de hábitos en materia de transición energética, para lo que se ha previsto el área de actuación de protección de los consumidores de energía (A-21). A esta área corresponden acciones tales como la gestión del bono social eléctrico y del bono social térmico para consumidores vulnerables y la divulgación de información práctica sobre el bono social y de otros contenidos específicos a través de la web.

En lo que se refiere, específicamente, al ámbito industrial, se han previsto cuatro áreas de actuación para asegurar la eficiencia energética, la rentabilidad y la sostenibilidad de las actividades y dedicadas al aprovechamiento del calor residual y la gestión eficiente de los procesos (A-22), el fomento de la cogeneración de alta eficiencia (A-23), el desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética (A-24) y la incorporación de las energías

renovables (A-26). El uso de incentivos a las tecnologías más avanzadas, la orientación técnica y el desarrollo de líneas de financiación para la mejora de procesos industriales y el aprovechamiento del calor residual, la ejecución de un plan para la verificación del cumplimiento del Real Decreto 56/2016, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía, el fomento del autoconsumo con tecnologías renovables y la instalación de acumuladores de energía y el apoyo a la implantación de sistemas de medición, gestión y control del consumo de energía en la gestión de los procesos, de acuerdo con la Norma UNE – EN ISO 50001 (relativa a los sistemas de gestión de la energía), son algunas de las posibles actuaciones.

Si es preciso mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales, es también necesario asegurar una mejora continua de sus emisiones, así como las del sector comercial, mediante la reducción de las emisiones difusas de gases fluorados (A-25). Se prevé el uso de incentivos para la sustitución en el sector doméstico de aparatos de refrigeración obsoletos, un plan para la reducción de las emisiones difusas de gases fluorados de la industria y comercio, la renovación del acuerdo voluntario para una gestión integral del uso del SF6 en la industria eléctrica más respetuosa con el medio ambiente, el apoyo al cumplimiento de las restricciones al uso de SF6, HFC y PFC de la normativa vigente y la promoción del uso de otros compuestos con menor potencial de calentamiento atmosférico, entre otras acciones.

En lo que se refiere al ciclo integral del agua, se cuenta en la región con la labor del Canal de Isabel II y otras empresas del sector, así como la colaboración de toda la sociedad madrileña. Dados los riesgos a largo plazo a los que nos enfrentamos, deben preverse actuaciones que apoyen el ahorro energético y de consumos, la adaptación al cambio climático y la sensibilización social. Las áreas de actuación previstas incluyen la mejora de la eficiencia energética y el uso de energía renovable en la gestión del agua (A-27), la mejora de la huella hídrica de los entornos productivos y comerciales y los edificios públicos (A-28), y el fomento de un uso responsable del agua (A-29). El Desarrollo del Plan Estratégico del Canal de Isabel II 2018-2030, con sus previsiones sobre la generación energética limpia, la eficiencia energética, la automatización de la explotación, la gestión de la información, el fomento de la gestión hídrica para garantizar la eficiencia en la gestión de los procesos del ciclo del agua, la reducción de los consumos, entre otras muchas, constituye el marco de actuaciones más destacado. A ello debe añadirse, al menos, el fomento de la gestión de la huella hídrica en edificios públicos y en edificios comerciales, residenciales y del sector primario, el diseño y planificación de regadíos en base a criterios de eficiencia hídrica el uso de incentivos al consumo responsable de agua y la introducción de ordenanzas para garantizar el uso eficiente del agua.

La aplicación de los principios de la economía circular es el criterio que dirige las áreas de actuación en la gestión de los residuos (A-30) y la utilización de los residuos para la generación de gases renovables (A-31). En este caso, el marco básico para todas las actuaciones está también planificado previamente, mediante la Estrategia de Gestión Sostenible de Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024 y sus diferentes planes, que tendrán continuidad en una próxima actualización para el siguiente ciclo hasta 2030,

documentos a los que se remite la presente Estrategia. Conviene en cualquier caso citar acciones complementarias tales como promoción y el apoyo a iniciativas basadas en la generación de gases renovables como el biogás, el biometano o el hidrógeno verde, la elaboración de guías y estrategias para el uso del biogás y demás gases renovables y el desarrollo de proyectos de generación de hidrógeno renovable basados en los residuos.

Es, también, imprescindible mejorar la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático (A-32), realizando un análisis de los escenarios futuros de cambio climático, tanto respecto a instalaciones como a bienes producidos y a posibles cambios en las demandas, con el fin de proponer medidas de adaptación para la gestión de los riesgos asociados.

Es preciso incluir en entre estas Áreas de actuación el impulso de las energías renovables térmicas (A-33) mediante acciones como el empleo de esquemas de apoyo para la producción de energía renovable térmica (solar térmica, biomasa, geotermia, hidrotermia y aerotermia) en diferentes sectores de la economía de la Comunidad de Madrid, el impulso a la ejecución de microrredes de distrito de calor y/o frío basadas en instalaciones de renovables térmicas y la promoción de cursos de formación para los profesionales del sector.

Otra área de gran potencial se dirige a la introducción de la energía geotérmica de alta entalpía (A-34), revisando, en primer lugar el estado del arte de las tecnologías de aplicación, impulsando la realización de estudios de viabilidad, apoyando proyectos piloto y adaptando la legislación vigente para favorecer su desarrollo.

Finalmente, resulta conveniente introducir la producción y uso de combustibles sintéticos o e-fuels como sustituto de los combustibles fósiles (A-35), con una revisión previa del estado del arte de las tecnologías de aplicación para luego apoyar posibles proyectos piloto de implantación y demostración.

5.4. Áreas de actuación del sector de la agricultura y el medio natural

La Comunidad de Madrid posee un medio natural extenso, diverso y bien conservado, en el que se encuentran elementos característicos y significativos de la naturaleza española. Tal variabilidad es origen, a su vez, de la diversidad de ecosistemas y de las especies de flora y fauna madrileña. Destaca la superficie forestal de su territorio, tanto por la notable extensión que posee como por la presión que soporta debido a las múltiples demandas de bienes y servicios de la población.

Casi el 50% del territorio de la Comunidad de Madrid, alrededor de 394 259 ha, se encuentra respaldado por una o varias de las categorías de protección derivadas de la legislación autonómica, estatal, comunitaria e internacional, que consolidan su protección y conservación, a la vez que promueven un desarrollo sostenible.

La cubierta vegetal de los sistemas forestales desarrolla un papel primordial en la protección y evolución de los suelos, regula los ciclos biogeoquímicos, atesora una insustituible riqueza genética, constituye el hábitat y la principal fuente de alimento y refugio para la fauna y tiene la capacidad de actuar como sumideros de carbonos al captar el CO₂ de la atmósfera gracias a la energía del sol, además de su enorme valor paisajístico y recreativo.

Dada la importancia de estos espacios en la Comunidad de Madrid y la función esencial que desempeñan a la hora de abordar los impactos del cambio climático, no solo absorbiendo los gases de efecto invernadero, sino también creando paisajes con una mayor resiliencia, uno de los sectores de la presente Estrategia orienta sus actuaciones al medio natural.

Con respecto al sector agrario, cabe señalar que la parte del Valor Añadido Bruto (VAB) que procede de este sector es reducida en la región de Madrid en comparación con otros sectores como el de los servicios, si bien es necesario destacar su importancia al poder contribuir a fijar el carbono producido por la actividad humana y, a la vez, mejorar la tierra y la calidad de los cultivos, además de contener la erosión y favorecer la biodiversidad.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera, el sector agricultura tan sólo supuso el 1,7% de los gases de efecto invernadero del total de la Comunidad de Madrid, según datos del inventario de emisiones relativo al año 2020. Cabe señalar que, dentro de este sector, el inventario de emisiones contempla distintas categorías tales como los procesos digestivos de los rumiantes (“fermentación entérica”), la gestión del estiércol, los suelos agrícolas, las quemas de residuos agrícolas, las enmiendas calizas, la fertilización con urea y la aplicación de fertilizante con carbono.

A nivel nacional, en el año 2020 el sector agrario es el único que ha experimentado un incremento de las emisiones de GEI respecto al año anterior (+2,2 %), debido principalmente a las emisiones debidas a los cultivos, que aumentaron un +3,4 %, principalmente por los aumentos de emisiones de N₂O derivadas de la gestión de suelos agrícolas (+3 %) y de emisiones derivadas de la aplicación de urea (+19,7 %). Las emisiones debidas a las cabañas ganaderas, responsables del 65 % de las emisiones de este sector, incrementaron levemente sus emisiones (+1,6 %) debido fundamentalmente a las procedentes de la gestión de estiércol (+3,8 %), y, en menor medida, de la fermentación entérica (+0,5 %).

Es remarcable la reducción de las emisiones de la categoría ligada a las restricciones de quema de restos de cultivos como medida de prevención de incendios y la incentivación de prácticas conservadoras de suelo. Con la entrada en vigor de los compromisos y normas agroambientales a cumplir por los receptores de ayudas directas (condicionalidad) en el marco de la Política Agrícola Común (PAC), la práctica de quema de residuos agrícolas ha sido reducida notoriamente, aunque aún puede llevarse a cabo por motivos fitosanitarios, medioambientales o de prevención de incendios, y siempre bajo autorización de la autoridad competente autonómica.

Con respecto a la Comunidad de Madrid, se observa que el sector ha disminuido sus emisiones de GEI en 2020 con respecto al año anterior en un 3,4 %, debido principalmente a que disminuyeron las emisiones procedentes de la fermentación entérica (-5,7%), categoría que recoge las emisiones de metano (CH₄) generadas en los procesos de fermentación entérica que ocurren en el sistema digestivo de ciertas especies animales, y de la gestión del estiércol (-7,0%), así como las relativas a la aplicación de fertilizantes con carbono (-12,5%).

Si se analizan los datos del inventario en cuanto a los contaminantes atmosféricos, se observa que las emisiones producidas por el sector de la agrícola y ganadero no resultan significativas para la mayoría de los más problemáticos en la Comunidad de Madrid. Así, en el caso de los NO_x, contribuye con un 2% a las emisiones totales del año 2020, las PM_{2,5} con un 1%, con un 3% para los COVNM y no contribuyen a las emisiones de SO₂. Sin embargo, este sector tiene importancia al constituir la fuente principal de emisiones de NH₃ en la Comunidad, contribuyendo, en 2020, con el 74% de estas.

El balance energético de 2020 evidencia la baja diversificación de fuentes de energía en el sector. El 98% del consumo final corresponde a derivados de petróleo mientras que el resto se abastece de energía eléctrica, lo cual plantea un escenario con un gran margen de mejora para la implementación de tecnologías y combustibles menos contaminantes.

Asimismo, el sector precisa de refuerzos para la reducción de las emisiones de NH₃ asociadas. Una mejor gestión de la fertilización nitrogenada de los suelos agrícolas y de los residuos ganaderos es clave para la consecución de los objetivos de reducción de este contaminante marcados por la normativa europea.

Las prioridades políticas de la agricultura y la ganadería se concretan en el logro de un sector agrario sostenible y en el desarrollo del medio rural para proporcionar alimentos seguros y de calidad. Es necesario conseguir una agricultura sostenible desde el punto de vista económico, social y sobre todo ambiental, optimizando recursos y produciendo con menores emisiones.

En cuanto al medio natural, las actuaciones de revegetación, reforestación y mejora de la gestión de los terrenos forestales de la Comunidad de Madrid, al objeto de permitir que los bosques cumplan sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible resultarán clave para aumentar los sumideros de carbono. Al respecto, nuestra región cuenta con una gran potencial, por el respaldo que ofrece la gran superficie de suelos forestales incluida en categorías de protección.

Teniendo en cuenta los antecedentes citados, se ha considerado preciso focalizar los esfuerzos en la mejora de la sostenibilidad del sector agrario, la eficiencia energética y la reducción de sus emisiones en las siguientes áreas de actuación. La mejora de la eficiencia energética de las explotaciones y la maquinaria agrícola (A-36) se dirigirá, entre otras actuaciones, a la implementación del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC), la incorporación de criterios de eficiencia energética en los esquemas de ayudas públicas de modernización de explotaciones agrarias, la

organización de talleres técnicos de formación en técnicas energéticamente eficientes para profesionales del sector y el apoyo de las inversiones asociadas a la mejora de aislamiento térmico las explotaciones, la actualización de los equipos de trabajo y su sustitución, por equipos eléctricos (en el marco de la PEPAC).

El fomento del uso de energías renovables en las explotaciones (A-37) se concretará en la colaboración con el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario para la transferencia de conocimiento y recursos al entorno profesional y en la articulación de líneas de ayudas para el uso de fuentes de energías renovables en las infraestructuras y sistemas de riegos (almacenamiento, transporte y distribución) gestionados por las comunidades de regantes (en el marco de la PEPAC) y la utilización de biocombustibles.

Se prevé la reducción de las emisiones de metano y amoníaco en el sector ganadero (A-38) mediante actuaciones tales como la elaboración de un plan de reducción de emisiones que recoja las medidas recogidas en los RD sectoriales (p.e el RD 306/2020 de ordenación del sector porcino) y las medidas del PNIEC, la creación de una aplicación para calcular las emisiones de los contaminantes, de los gases de efecto invernadero y el consumo de recursos de las granjas a lo largo del proceso productivo, el impulso al establecimiento de planes de abonado y fertilización y la gestión de estiércoles en alojamientos de animales, entre otras.

El área de actuación dirigida al fomento de una agricultura y una ganadería resilientes que contribuyan a la adaptación al cambio climático (A-39) parte de los objetivos transversales del Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027⁷¹ (PEPAC) y pretende abarcar actuaciones que lo impulsen. A ese fin, se propone el apoyo a las inversiones asociadas a la conversión a variedades vegetales mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas y a la instalación de cultivos en invernadero para reducir el impacto de las variaciones del clima en la producción, la redacción de una guía para la disminución de emisiones en el sector agrícola, la contención de la erosión y la prevención frente a fenómenos meteorológicos, la elaboración de escenarios de cambio climático para las comarcas agrícolas, la creación de un Centro de Transferencia y Cesión de Maquinaria para la implantación de nuevas técnicas de cultivo, el fomento de la contratación de Seguros Agrarios frente a fenómenos meteorológicos adversos y la promoción de MADRIDRURAL como circuito corto de comercialización de productos hortofrutícolas para el consumo de productos de proximidad, entre otras posibles actuaciones.

Una mejor comprensión y aplicación de la captura de dióxido de carbono en suelos agrícolas por parte de los gestores de tierras poder ser un factor significativo en la mitigación de GEI. El fomento de la, así llamada, agricultura del carbono (A-40), es decir, de las prácticas agrícolas que potencien la función de captura de carbono de los suelos agrícolas a la vez que aumenten la biodiversidad y la correcta gestión del agua y del suelo, se realizará mediante el desarrollo del PEPAC, teniendo en cuenta el “Manual de orientación técnica para el diseño de mecanismos de cultivo de carbono orientados a resultados”, publicado por la Comisión europea en 2021. Algunas de las actuaciones

⁷¹ <https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/default.aspx>

consecuentes con esta área de actuación son la diversificación de cultivos, la agricultura de precisión y ecológica y la ganadería extensiva, el impulso a la valorización de sumideros agrícolas para captura de CO₂: aprovechamiento de prados y gestión de pastos, la elaboración de un mapa del contenido de carbono en suelos agrícolas, la promoción de talleres de asesoramiento y difusión de buenas prácticas agrícolas y la ejecución de proyectos piloto de captura de dióxido de carbono en suelos agrícolas.

La gestión forestal sostenible y resiliente (A-41) y el fomento del uso de la biomasa forestal sostenible de la región (A-42) constituyen dos áreas de actuación centradas en una gestión de los montes que favorezca el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia. Se persigue, por una parte, promover la certificación forestal y la realización de planes de gestión en los montes de propiedad particular y pública, cuyo contenido se homogenizará mediante instrucciones técnicas comunes, usando referentes selvícolas o modelos tipo de gestión forestal para las especies más abundantes en la Comunidad de Madrid. El fomento del aprovechamiento de productos forestales (maderas, leñas, biomasa, setas, pastos, etc.), del uso de la biomasa forestal y de la generación de productos de mayor valor añadido para la creación de empleo rural y con proyección a largo plazo forma parte intrínseca de una gestión forestal sostenible, coherente con la presente Estrategia.

El cambio climático tiene el potencial de afectar de manera negativa a largo plazo al valioso patrimonio natural regional. Por ello, se prevén dos áreas de actuación centradas en la mejora de la biodiversidad (A-43) y en la evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y la Red Natura 2000 (A-44). Se realizará, por una parte, una evaluación de los efectos del cambio climático sobre los espacios protegidos de la Comunidad de Madrid, en concreto sobre la Red Natura 2000 y, especialmente, sobre las especies y hábitat objeto de conservación dentro de dichos espacios y una actualización de los planes de gestión (PG) Red Natura 2000 y de los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN) de los espacios protegidos considerando la variable cambio climático.

La mejora de la biodiversidad es el objetivo de la Estrategia de Biodiversidad 2030 de la Comunidad de Madrid, actualmente en fase de estudio. En la misma línea se desarrollará el Proyecto Campos Vivos para fomentar e incentivar la agricultura compatible con la fauna esteparia aprovechando la nueva Política Agraria Común 2023-2027 (PEPAC), que pretende, entre otras acciones, apoyar al agricultor para alcanzar compromisos agroambientales, mejorar el hábitat para la avifauna en superficies agrarias y fomentar actividades agrarias tradicionales que preserven la biodiversidad. El Proyecto Arco Verde, actualmente en ejecución, es una importante actuación que conecta el medio urbano con el medio natural y que contribuye a la mejora de la biodiversidad. Otras acciones previstas incluyen el desarrollo del Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados y fomentar la restauración de humedales, la ampliación de la Infraestructura Verde, el fomento de la utilización de márgenes de las explotaciones para los insectos polinizadores, el impulso de la ganadería extensiva y la adaptación y mejora de las líneas eléctricas existentes de cara a evitar accidentes para la avifauna.

En lo relativo a los riesgos climáticos, se prevén varias áreas de actuación centradas, en la parte de mitigación relacionada con el medio natural, en la elaboración de estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero (A-45), en el fomento de la silvicultura del carbono (A-46), y, en cuanto a adaptación, y la elaboración de planes municipales de adaptación (A-49) y, en lo relativo a la gestión de los riesgos asociados, en la prevención de los incendios forestales (A-47) y la protección frente a inundaciones (A-48).

La elaboración de estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero (A-45) es un requisito previo necesario para la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático en estos sectores tan sensibles a la modificación de las condiciones ambientales.

Como la agricultura del carbono, la silvicultura del carbono (A-46) pretende ampliar el potencial de los suelos, en este caso los forestales, como sumideros de carbono. Se prevé, al respecto, realizar un inventario y una valoración de las masas forestales por su potencial como sumideros y estudiar las actividades destinadas a incrementarlo, promover la mejora del estado ecológico de los sistemas agroforestales y la gestión forestal para que los ecosistemas forestales coadyuven a tal potencial, favorecer la restauración hidrológico-forestal en zonas con alto riesgo de erosión, mediante la corrección y estabilización de cuencas, establecer un sistema de gestión de tierras que recompense a los selvícultores por la captura de carbono adicional que consigan y promover la realización de campañas de divulgación de los valores de los humedales y de sus servicios ecosistémicos.

Por su parte, la elaboración de planes de adaptación a nivel municipal (A-49) y la integración de la planificación urbana con las estrategias de gestión de riesgos, atendiendo a las condiciones específicas del territorio, son aspectos esenciales para que los municipios puedan gestionar los riesgos climáticos. A ese fin se utilizarán incentivos como el Plan PIMA Cambio Climático⁷² y se favorecerá la creación de islas climáticas para acondicionar los espacios urbanos frente a las olas de calor (jardines con sombra, pérgolas verdes, refugios climáticos), además de promover acciones de capacitación y formación.

La gestión de los incendios forestales (A-47) precisa de la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de alerta temprana, el impulso a los aprovechamientos forestales, a los tratamientos selvícolas y al pastoreo preventivo para disminuir la carga de combustible en los montes, en coherencia con las acciones ya citadas en las áreas de actuación A-38 y A-39, la elaboración de manuales enfocados a la ciudadanía para la prevención de incendios, la supervisión de quemas prescritas, la realización de fajas perimetrales de defensa en áreas de especial valor ecológico o en zonas estratégicas de apoyo a la extinción y la mejora de la transitabilidad en las pistas forestales con actuaciones de desbroce y conformación de la capa de rodadura, entre otras acciones.

⁷² https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/municipios/bocm211214_orden1823_0.pdf

La protección frente a las inundaciones (A-48) pasa por impulsar la ejecución del Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones⁷³ en la Comunidad de Madrid (INUNCAM) y el Proyecto HIDROFOREST para la ejecución de actuaciones de mejora en las cabeceras de cuenca de cara a evitar su erosión. De manera complementaria, deben activarse los Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de Inundaciones, con el apoyo de la Comunidad de Madrid, para la creación de la estructura organizativa y los procedimientos, la catalogación de elementos vulnerables, la zonificación del territorio en función del riesgo, el control de los tramos inundables de las carreteras y la información y alerta a la población en situaciones de riesgo.

5.5. Áreas de actuación transversales

La actuación en los distintos sectores debe complementarse con otras áreas de carácter transversal, que refuercen el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

En primer lugar, es indispensable fomentar la formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía (A-50). Debe impulsarse el desarrollo de formación profesional/master en gestión y tecnologías de descarbonización y adaptación (PDC) y apoyar la incorporación de materias ligadas a la transición energética y la descarbonización en planes de estudios profesionales, así como dinamizar programas de formación e inclusión de las materias de la Estrategia en el currículum escolar/universitario.

Si queremos cumplir los objetivos estratégicos debemos contar con el impulso a la I+D+i (A-51). En este ámbito, el campo de actuaciones incluye una larga serie de acciones tales como la creación de alianzas para la innovación en descarbonización con las universidades y la industria madrileña, el apoyo a los centros de I+D como los Institutos Madrileños de Estudios Avanzados, IMDEA, en especial IMDEA Energía, el seguimiento de patentes, registros y publicaciones en materia de transición energética y descarbonización (indicadores; bases de datos, etc.), la coordinación interdepartamental para posicionar la transición energética en las Estrategias Regionales de Investigación e Innovación, RIS3, y los futuros planes de I+D+i y el apoyo a proyectos demostradores, pilotos y experiencias pioneras que tengan un enfoque de descarbonización y la mejora del comportamiento energético. En la misma línea se prevé el impulso de programas de I+D+i enfocados a la modernización del tejido empresarial e industrial de la Región en el ámbito de la cadena de valor del hidrógeno, de la investigación en materia de contaminación atmosférica y sus efectos y en materia de adaptación al cambio climático.

El acceso a la información es un derecho fundamental de los ciudadanos y la base para cualquier política ambiental o energética. Por ello, un área transversal esencial para cumplir los objetivos de la Estrategia es la relativa al acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas (A-52), lo que implica la publicación de la información ambiental, en especial la relativa al seguimiento

⁷³ https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2020/12/16/BOCM-20201216-26.PDF

de la Estrategia, para facilitar su consulta por la ciudadanía y la elaboración del balance energético de la CM y su publicación bajo criterios de transparencia, en coherencia con las políticas estatales y europeas, entre otras muchas acciones de divulgación.

Sobre la base del acceso a la información, esta Estrategia interpela a toda la sociedad en la tarea de cumplir con los ambiciosos objetivos de descarbonización que se ha planteado la Unión Europea. Por ello, la concienciación y la sensibilización en relación con la descarbonización (A-53), forman un área de actuación prioritaria. Las acciones a realizar deben ser continuas e incluirán un plan de educación y sensibilización ciudadana sobre el cambio climático y la necesidad de lograr la descarbonización, una estrategia de comunicación sobre los beneficios de la movilidad activa y sostenible y sobre los beneficios de la conducción eficiente, el fomento de la participación activa de la ciudadanía en el cambio, la sensibilización sobre los efectos negativos del consumo de productos no reutilizables, la realización de campañas de comunicación sobre alimentación y cambio climático para un consumo responsable, la creación de premios al diseño de edificios descarbonizados para jóvenes arquitectos mediante un acuerdo con un medio de comunicación/universidad/colegio de arquitectos, entre otras.

En la misma línea y con el fin de que la disponer información cualificada sobre el efecto de las Áreas de actuación y los objetivos estratégicos planteados, es necesario ampliar las redes de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid (A-54) para mejorar la información que se pone a disposición de los ciudadanos y organismos de investigación, para lo que se procederá a la renovación y actualización de los sistemas actuales de medida de la contaminación de aire, se mejorará la disponibilidad y trazabilidad de la información sobre la calidad del aire y las redes de observación del clima y se procederá a la adaptación de los planes de acción a corto plazo a las nuevas exigencias normativas de calidad del aire y cambio climático.

La aprobación de la Estrategia no sería tampoco efectiva sin una integración plena de la componente climática en las políticas regionales (A-55) a la luz de los objetivos estratégicos aquí planteados, para lo que es precisa la coordinación y la supervisión de las actualizaciones de la normativa, considerando en su conjunto las previsiones del Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM), así como del resto de normativa relacionada vigente en la actualidad, como el Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad de Madrid (INFOMA), el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM), el Plan de Inclemencias Invernales, el Plan de Vigilancia y Control de los efectos de las olas de calor, el Plan de Vigilancia y Control de los Efectos del Frío en la Salud, el Plan Estratégico del Canal Isabel II y las diferentes instrucciones técnicas y la normativa de prevención de riesgos laborales, entre otros instrumentos.

El área de la contratación pública verde y energéticamente eficiente por parte del sector público (A-56) debe servir para que el conjunto de las administraciones públicas de la Comunidad de Madrid incluya criterios de sostenibilidad, ahorro y eficiencia energética en sus procedimientos de contratación, tal y como estipula la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico

español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, de manera que se impulse la contratación pública como herramienta de descarbonización.

La revisión y simplificación de procedimientos administrativos (A-57) es un objetivo irrenunciable para la acción de gobierno, que persigue la eliminación de ciertos requisitos establecidos en la tramitación de los proyectos y solicitudes ligadas al ámbito de la descarbonización y la eficiencia energética, cuyo balance de efectos medioambientales sea positivo. Se acompañará con la elaboración de manuales de buenas prácticas internos de la Administración regional junto con formación al personal administrativo responsable, la coordinación con el IDAE y otros organismos estatales el establecimiento de los desarrollos planteados en materia de agilización y simplificación y la ejecución de planes de choque para la aceleración de evaluaciones ambientales de proyectos de descarbonización, singularmente las instalaciones de generación solar.

Todo lo descrito hasta aquí precisa del liderazgo de la administración regional en el fomento de la transición energética y climática (A-58). Ya se ha recogido tal papel en otras áreas de actuación (A-10), que debe potenciarse mediante la implementación de planes y estrategias sectoriales que apliquen sobre los edificios, instalaciones, y/o propiedades públicas pertenecientes a la Comunidad de Madrid y que estén orientados al ahorro energético y a la adaptación climática, los desarrollos normativos y la consignación presupuestaria para asegurar el éxito de las iniciativas públicas en materia de transición energética y descarbonización y la dinamización de acciones internacionales y de intercambio de buenas prácticas en materia de agua, energía y biodiversidad, entre otros posibles.

Las áreas de actuación así descritas se sintetizan en el Anexo 1, sobre la base del modelo de ficha tipo que a continuación se describe:

A-1 DENOMINACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN

TRANSPORTE

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS****OBJETIVO ESPECÍFICO****Descripción del objetivo específico del área de actuación****ACTUACIONES**

Breve descripción de las actuaciones

META	Meta indicativa	ÁREAS ASOCIADAS	Cita de las áreas de actuación más directamente relacionadas con la descrita
PROPUESTA DE INDICADOR	Indicadores sugeridos		
AGENTES IMPLICADOS	Agentes implicados en el desarrollo de las acciones del área de actuación		
PROGRAMACIÓN TEMPORAL	Rango temporal de aplicación		
INDICADORES GLOBALES	Indicadores globales de la Estrategia afectados por el área de actuación		

Ilustración 103. Modelo de ficha de la Estrategia (Fuente: Elaboración propia).

5.6. Equivalencia DAFO-CAME-áreas de actuación

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
<p>Bajo porcentaje de autoabastecimiento y baja participación renovable en el lado de la demanda (en 2018 únicamente un 1,8% de la energía final consumida en la región fue generada por medio de recursos energéticos propios)</p>	<p>Fomento de las instalaciones renovables para autoconsumo y reducción de la demanda energética per cápita</p>	<p>A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable</p>
<p>Gran porcentaje del territorio está protegido y no permite el despliegue de grandes instalaciones de producción renovables</p>	<p>Máximo aprovechamiento del potencial energético, espacio y recursos disponibles. Por ejemplo, aprovechamiento de cubiertas y espacios verticales para compensar la falta de espacio horizontal.</p>	<p>A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A-22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A-23</p>

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A 26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
Compromisos previos adquiridos en materia de infraestructuras comprometen nuevas inversiones a futuro	Desarrollo de estrategias de adaptación de las infraestructuras existentes para su aprovechamiento futuro	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
Presencia de infraestructuras y equipamientos tecnológicos obsoletos en todos los sectores (industria, residencial, terciario y parque automovilístico) favorecen un mayor consumo energético	Financiación para la modernización de equipos para todos los sectores, así como la introducción de vehículos de cero o bajas emisiones. Realizar inversiones en materia ferroviaria	A-1 Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
Escasa penetración del vehículo eléctrico y de combustibles alternativos (<1% de los vehículos cuentan con distintivo ambiental CERO y <4% cuentan con el distintivo ECO según datos de la DGT 2019)		Medida A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-11 Renovación de aparatos que consumen energía A-24 Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A-26 Incorporación de renovables en el sector
Infraestructuras y gestión del transporte ferroviario obsoletas		

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		industrial en el marco del plan industrial A-36 Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y las maquinaria agrícola A-37 Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias
Falta de bancos de datos energéticos sobre consumo que permitan analizar desde el nivel micro (ciudadano, hogar, vehículo, etc.) el comportamiento macro (poblaciones, CCAA)	Establecimiento de protocolos de recogida de datos y su almacenamiento y gestión por parte de la administración pública	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas
Falta de adecuación a la realidad de las normativas municipales, que tratan los puntos de recarga como surtidores de combustible, lo que impide asociar puntos de recarga a pequeñas estaciones de repostaje, por ejemplo, de GNC	Adecuación de las normativas municipales en cuestiones de puntos de recarga de vehículo eléctrico y estaciones de repostaje.	A-2 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones
Limitada calidad de la formación de profesionales en el sector de las instalaciones (instaladores, montadores, etc.) con un perfil adecuado a las necesidades de la transición energética que se pretende llevar a cabo y los objetivos nacionales	Desarrollo de estrategia para la integración de la materia energética en planes de estudio a todos los niveles formativos.	A-33 Impulso de las energías renovables térmicas A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
<p>Excesivos trámites administrativos derivados de la normativa reguladora, fundamentalmente de carácter estatal, resistencia al cambio de esta normativa y falta de criterios unánimes en la implantación de nuevas tecnologías, que pueden desincentivar inversiones.</p>	<p>Revisión y adecuación de los trámites administrativos y elaboración de guías para su comprensión por parte de la ciudadanía y las empresas</p>	<p>A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos</p>
<p>Tejido industrial asimétrico e inestable en la implantación de energías renovables.</p>	<p>Asesoramiento y promoción de las energías renovables y la cogeneración de alta eficiencia en el tejido industrial madrileño.</p>	<p>A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-24 Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A-33 Impulso de las energías renovables térmicas</p>
<p>Falta de conciencia social y de tradición de empresas energéticas municipalizadas o de cooperativas energéticas</p>	<p>Campañas de concienciación y fomento en el uso del transporte público y alternativas sostenibles Impulso de nuevos modelos de negocio y la creación de empresas de servicios energéticos y comunidades energéticas</p>	<p>A-19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-56 Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y</p>

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
<p>Gran peso del sector del transporte en el mix de consumo energético, y la tendencia decreciente para la utilización del transporte público en favor del vehículo particular.</p>		<p>la descarbonización verde, basada en criterios de fomento de renovables y descarbonización</p> <hr/> <p>A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable</p>
<p>Insuficiente infraestructura de I+D+i y de experimentación en tecnologías de los vehículos híbridos, eléctricos y de pila de combustible.</p>	<p>Inversión y captación de fondos para la implementación de nuevas tecnologías, infraestructuras y su futuro desarrollo por parte de centros de investigación.</p>	<p>A-51 Impulso de I+D+i</p>
<p>Altas necesidades energéticas como consecuencia del clima continental (calefacción y refrigeración)</p>	<p>Fomento de las medidas pasivas para el incremento de la eficiencia energética</p>	<p>A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos los</p>

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
		edificios públicos de la Comunidad de Madrid A-11 Renovación de aparatos que consumen energía
Déficit de comunicación desde las Administraciones Públicas a los ciudadanos.	Establecimiento de protocolos de comunicación y campañas de divulgación para la involucración de los ciudadanos en asuntos energéticos	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Infraestructuras para la distribución de energía limitadas y/o saturadas.	Establecimiento de una planificación racional del futuro desarrollo de la infraestructura energética	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
Escasa formación profesional específica en cambio climático y temas afines a sostenibilidad.	Facilitar la planificación conjunta entre la Administración e instituciones de educación superior y formación profesional para la inclusión de los ámbitos de la energía, la sostenibilidad y el medioambiente	A-33 Impulso de las energías renovables térmicas A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
• Baja implantación de nuevas tecnologías	Expansión y promoción de nuevas tecnologías disruptivas para	

Debilidades	Corregir	Áreas de actuación asociadas
disruptivas orientadas hacia la descarbonización.	concienciación, acceso y uso de información oficial, interacción ciudadana, entre otras actividades que aportan sustancialmente a la descarbonización	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía
Insuficiente soporte al libre acceso a información referente a clima y aire, portales y bases de datos disponibles para la ciudadanía.	Implantación de portales Web de información en los ámbitos de energía, clima y aire, que proporcionen acceso de consulta API (Application Programming Interface, en inglés) y/o tecnologías similares a disposición de la ciudadanía	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
Impacto derivado del COVID-19 y la crisis económica	Identificación de los sectores y grupos demográficos más afectados por la crisis para un aprovechamiento más eficiente de los fondos de recuperación COVID	A-21 Protección de los consumidores de energía
Escepticismo y reticencias para la inversión en sistema energético cambiante que resulta en	Declaración de intenciones sólida y clara a medio y largo plazo que considere a todos los actores de la	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A-56 Contratación pública

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
la inestabilidad de los retornos económicos de las inversiones	transición energética y aporte certidumbre a inversores, por medio de una estrategia energética cuantificada y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados.	verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Nuevas inversiones en infraestructura energética fósil condicionan la transición	Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida
La falta de conocimiento sobre los ahorros y beneficios y/u otras necesidades de gasto pueden afectar la inversión en medidas de eficiencia energética por parte de la ciudadanía.	Campañas de divulgación, facilitación de modelos de negocio y financiación que permitan la inversión privada en actividades para sostenibilidad, aire limpio y sistemas de eficiencia energética	A-50 Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
La Ley de Propiedad Horizontal supone dificultades para el despliegue de medidas de	Visibilizar las ventajas del autoconsumo y su repercusión favorable sobre la factura eléctrica	A-12 Apoyo al autoconsumo renovable

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
<p>autoconsumo renovable y eficiencia energética por parte de los propietarios debido al consenso necesario en las comunidades de vecinos.</p>		<p>tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial</p>
<p>Las inversiones en eficiencia en los edificios tienen plazos de recuperación demasiado altos. El inversor (dueño de una vivienda) no llega a ver el retorno. Solo se invierte en eficiencia en viviendas por mejora del confort o por obligación legal (problemas estructurales que afecten a la seguridad) o primado por subvenciones que rectifican dicho plazo de recuperación.</p>	<p>Introducción de esquemas de financiación y subvenciones que faciliten el despliegue de intervenciones de rehabilitación y ahorro energético y puesta en valor de beneficios no económicos como la mejora de las condiciones de salubridad y confort</p>	<p>A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable</p>
<p>Insuficiente conciencia social sobre riesgos derivados del cambio climático, así como de una mala calidad del aire.</p>	<p>Favorecer la inclusión del análisis de riesgos climáticos de manera transversal en la planificación estratégica de la Administración</p>	<p>A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y</p>

Amenazas	Afrontar	Áreas de actuación asociadas
<p>Asimetría en la información disponible para inversionistas, alta percepción del riesgo económico para inversión en sostenibilidad.</p>	<p>Difusión de información con enfoque en disminuir la percepción del riesgo que existe en inversionistas privados tanto nacionales como internacionales</p>	<p>apoyo a la transición energética y Climática</p> <hr/> <p>A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática</p>

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
<p>Tendencia positiva (reducción) en la evolución de la intensidad energética (tep/M€) (Plan Energético de la Comunidad de Madrid Horizonte 2020)</p> <p>La Comunidad de Madrid es una región con alta densidad de población lo que favorece la implementación de medidas orientadas a la eficiencia (por ejemplo: mayor</p>	<p>Seguir desarrollando el ecosistema empresarial y tecnológico (profesionales especializados, centros de investigación...) presentes en la región y dotación de medios al sistema educativo para su adecuación a la realidad energética futura y su incorporación al mercado laboral.</p>	<p>A-51 Impulso de I+D+i</p> <p>A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas</p>

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
potencial de despliegue del transporte público)		
Una de las mayores regiones europeas en PIB per cápita (Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica 2016-2020)		A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58
Tejido empresarial fuerte capaz de traccionar la transición energética (por ejemplo: empresas relevantes sector transportes)		Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Presencia Centros e Institutos de investigación de reconocido prestigio tanto en el campo de la energía como en el del transporte		
Disposición de profesionales y sistema educativo universitario de alta especialización y cultura en términos de energía Los sectores: educativo, empresarial, I+D+i, administrativo (la sede del IDAE está en Madrid, como la sede del MITERD y otros Órganos de Gobierno de nivel estatal)		
Está en proceso de elaboración la Ley de Movilidad Sostenible, la Ley de Sostenibilidad Energética y la Estrategia de Mitigación y Adaptación		

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
al Cambio Climático de la CM.		
Región atractiva para inversores (por ejemplo: acapara el 31 % de la inversión recibida en el sector industrial en España. (Plan industrial de la comunidad de Madrid))	Declaración de intenciones sólida y clara a medio y largo plazo que considere a todos los actores de la transición energética y aporte certidumbre a inversores, por medio de una estrategia energética cuantificado y que garantice un seguimiento de los objetivos planteados. Todo ello de forma que favorezca el mantenimiento del tejido empresarial en la región y la continuidad de la inversión.	A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
Ciudades referencia a nivel nacional en el despliegue de transporte público		A-2 Apoyo al cambio modal A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A-5 Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos
Experiencia previa en el diseño de planes energéticos (2004-2012 y horizonte 2020) así como en el despliegue de actuaciones energéticas.		
Infraestructura energética robusta que garantiza un alto grado de seguridad de suministro	Colaboración con REE y distribuidoras energéticas para el estudio detallado de la red eléctrica y el análisis de su capacidad actual para acoger sistemas de generación distribuida renovable sin afectar a la calidad y seguridad del suministro,	A-14 Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
	así como de aquellos puntos críticos a intervenir.	
Alta disponibilidad de cubiertas para autoconsumo	No aplica	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial A-10 Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos los edificios públicos de la Comunidad de Madrid A-12 Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable
Alta irradiación solar (unos 5 kWh/m ² día) en la región	No aplica	A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional
Alta sensibilidad social frente a las emisiones: la sociedad madrileña es consciente del problema que supone la contaminación.	Continuar con el desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación ciudadana	

Fortalezas	Mantener	Áreas de actuación asociadas
		en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Comunidad pionera y de mayor volumen en la emisión de bonos sostenibles	Diálogo con instituciones financieras para escalar la implantación de nuevos mecanismos e instrumentos financieros orientados a la sostenibilidad medioambiental y energética	A-51 Impulso de I+D+i A-52 Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización A-54 Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Planificación urbana con importante componente de construcción y rehabilitación de edificaciones sostenibles	Tendencia urbanista inspirada en sostenibilidad medioambiental y eficiencia energética	A-55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales
Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
Utilización de los fondos de recuperación COVID-19 para la transición energética	Aprovechar los fondos de recuperación Covid-19 para afrontar inversiones sostenibles económica y medioambientalmente que permitan a la Comunidad de Madrid afrontar la	A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-51 Impulso de i+d+i

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
	transición energética y reforzar la calidad del empleo regional.	
Alto potencial para una penetración masiva del autoconsumo fotovoltaico y toda su cadena de valor asociada (sector fotovoltaico, baterías, gestión inteligente, servitización, desarrollo local...) y su posible impacto positivo sobre el tejido empresarial de la región.	Creación de un marco favorable para la atracción de empresas que formen parte de la cadena de valor del sector energético y tecnológico (fabricación, instalación, mantenimiento...).	A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A-17 Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético A-19 Promoción de las empresas de servicios energéticos A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial
Creación de empleo si va acompañada de formación especializada a todos los niveles		
Potencial de atracción de fabricantes de equipos/tecnologías relevantes/innovadores en términos energéticos		
Presencia de un marco normativo europeo, nacional, regional y local en favor de la eficiencia energética (CTE, RITE, certificación de la eficiencia energética en edificios, Directiva 2012/27/UE...)	Alineamiento de los planes energéticos regionales a los planes y directivas de niveles superior.	A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática
Nuevos modelos de economía circular para la valorización energética de residuos, reutilización y reciclado suponen valor	Campañas de sensibilización para la aplicación de sistemas de economía circular en las empresas madrileñas.	A-22 Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de los procesos A-30 Gestión de los residuos basada en un

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
añadido para empresa (plan gestión residuos).		enfoque de economía circular A-31 Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A-53 Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización
Gran flexibilidad y alto grado de mallado de la red eléctrica permite una buena oportunidad de integración de energías renovables distribuidas. (Plan Energético de la Comunidad de Madrid Horizonte 2020)	Puesta en marcha de programas de fomento del autoconsumo y eliminación de barreras administrativas que puedan suponer impedimentos	A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A-16 Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable A-20 Apoyo a la creación de comunidades energéticas A-26 Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A-57 Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
Implementaciones en el marco del Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética	Diseño de estrategias que continúen con la labor realizada por el Programa de Fomento para la Regeneración Urbana de la Comunidad de Madrid enfocados a reducir la pobreza energética	A-21 Protección de los consumidores de energía
Entrada de nuevos modelos de negocio (carsharing, última milla, MaaS, cooperativas, etc.) que contribuyan a la	Atracción de nuevas empresas y startups basadas en nuevos modelos de negocio sostenible (carsharing,	A-2 Apoyo al cambio modal A-4 Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
reducción del consumo energético.	última milla, MaaS, cooperativas, etc.)	mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes
Desarrollo nacional y europeo de políticas industriales basadas en la I+D+i y mejora de los procesos industriales que suponen una reducción de la intensidad energética (Plan industrial de la comunidad de Madrid)	Promoción de los planes de transferencia de conocimiento de los centros de investigación de la comunidad de Madrid hacia el tejido industrial y empresarial	A-51 Impulso de i+d+i
Buenas perspectivas de desarrollo tecnológico y reducción de costes a futuro		A-51 Impulso de i+d+i
Desarrollo e implantación de tecnologías disruptivas como el hidrógeno verde o la digitalización.	Dotación de presupuesto para el desarrollo de proyectos piloto y demostración de tecnologías disruptivas	A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-23 Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A-34 Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía A-35 Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos A-51 Impulso de i+d+i
Previsión de infraestructuras de transporte adaptadas a futuros usos energéticos para perdurar más allá de 2030.	Estudios para la posible adaptación de la infraestructura actual para que acoja a los combustibles del futuro	A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A-15 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida A-18 Fomento de las tecnologías del hidrógeno A-35 Favorecer
La renovación de las infraestructuras energéticas: eléctricas,		

Oportunidades	Explotar	Áreas de actuación asociadas
gasísticas, de transporte, con criterios de eficiencia, digitalización e incorporación de energías renovables.		el desarrollo de los combustibles sintéticos A-51 Impulso de i+d+it
Clara apuesta del sector del automóvil hacia las tecnologías más limpias	Dar continuidad a los programas de financiación y ayuda para la adquisición de vehículos de cero y bajas emisiones	A-2 Apoyo al cambio modal A-3 Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A-6 Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable
Gran parque de viviendas para la implementación de un programa de rehabilitación y eficiencia energética y alto grado de urbanización con potencial de implementar ciudades inteligentes	Aplicación de estrategias de rehabilitación integrales en el marco del ERESEE y los planes regionales existentes	A-9 Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial
Proyectos innovadores como Madrid Nuevo Norte, que pueden constituirse como vitrinas para apalancar financiamiento sostenible y lograr replicabilidad y escalamiento.	Expandir la planificación de nuevos proyectos de urbanismo sostenible acompañada de una divulgación efectiva que genere tracción en mercados de capitales locales e internacionales	A-55 Incorporación de la componente climática en las políticas regionales A-58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática

6. *EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA*

6.1. Ejecución de la Estrategia

A lo largo del Capítulo 5 del presente documento se han presentado las áreas de actuación donde se deberían encuadrar las medidas consideradas en la Estrategia para la consecución de los objetivos estratégicos y la evolución del modelo energético de la Comunidad de Madrid hacia un sistema bajo en carbono. El conjunto de las acciones que deberían diseñarse y ponerse en marcha dentro de cada área de actuación se debe enfocar en una apuesta por la eficiencia energética primero, centrando los esfuerzos principales en los sectores de mayores consumos, como son los de transporte y RCI, teniendo, asimismo, en cuenta, el papel central que juega la ciudadanía.

Para facilitar este proceso, que por otra parte ya está en marcha, se han identificado los agentes principales responsables del desarrollo de las áreas de actuación. De esta manera, junto con la descripción y mecanismos de acción posibles correspondientes se introducen también los organismos con competencias en la materia que deberían estar implicados en cada una de las acciones concretas dentro de cada área de actuación.

Una vez aprobada la estrategia se deben revisar los planes y programas de la administración madrileña que tengan relación con los ámbitos de aplicación de la energía, aire y clima. Así los planes y programas de la administración en ejecución deberían considerar si se encuentran alineados con la estrategia y si es necesario reforzar o atenuar alguna de sus líneas de actuación.

De igual manera el resto de los ámbitos de la administración autonómica como son las empresas públicas, entes, organismos o fundaciones de carácter público, así como las administraciones locales disponen en esta estrategia de una guía para implementar o revisar sus propios planes y programas.

Entre los anexos a la estrategia se encuentra tanto el Plan de mejora de la Calidad del Aire, así como propuestas de actuaciones municipales para enfrentarse al incremento de los fenómenos extremos en municipios, especialmente enfocado a los posibles problemas e idiosincrasia de nuestra comunidad.

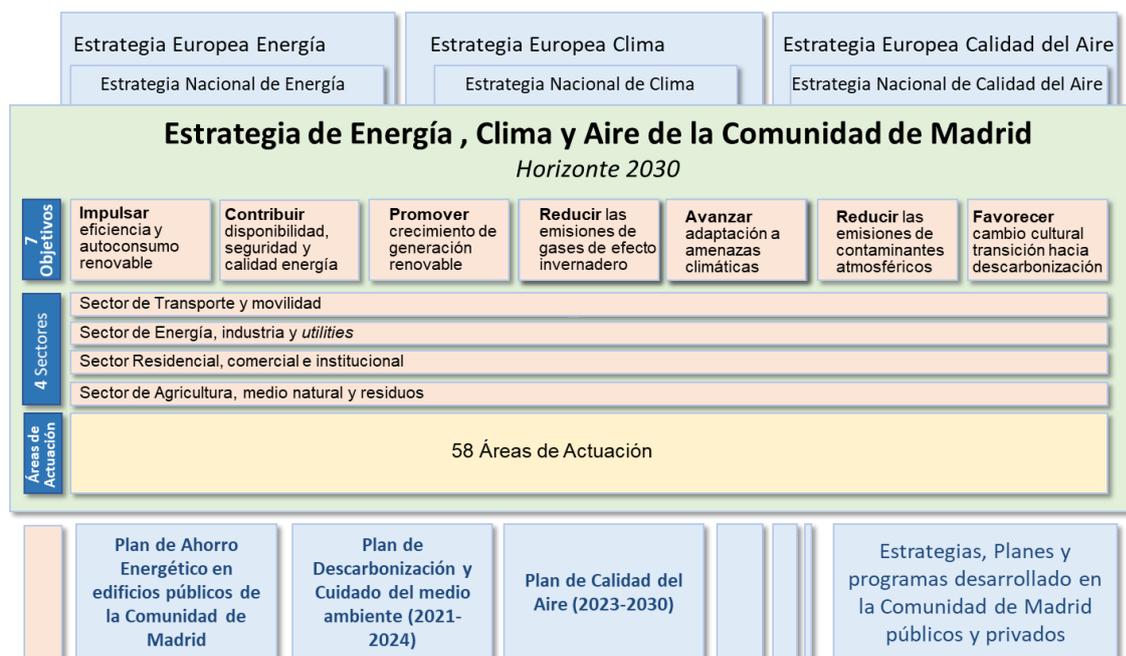


Ilustración 104. Jerarquía de implantación del Plan Estratégico de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030 (Fuente: Elaboración propia).

La responsabilidad principal de interpretación/orientación de la estrategia, el impulso y apoyo a los responsables de la adopción y puesta en marcha de medidas o acciones concretas y la coordinación en la ejecución de las actuaciones para que alcancen los objetivos propuestos, corresponde a la dirección general competente en materia de transición energética de la Comunidad de Madrid.

Asimismo, dada la gran transversalidad de la estrategia y la multitud de dimensiones que se ven afectas por él, también será necesaria la implicación de otros Centros Gestores y Organismos Públicos para hacer efectivo el plan de actuación. De esta manera, desde la dirección general competente en materia de energía se gestionará la puesta en marcha de las medidas y el alineamiento de los diferentes organismos implicados por la estrategia con respecto a este ámbito, garantizando una participación eficiente y teniendo en consideración las competencias de cada institución.

De igual manera, desde la Dirección General competente en Calidad del aire se pondrá en marcha los programas necesarios para el cumplimiento de los objetivos de Calidad del Aire, que deberán ser posiblemente revisados en los próximos años al estar actualmente los límites de emisión en proceso de revisión.

De especial relevancia es la participación de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom), fundación pública madrileña con largo recorrido e implicación en el despliegue de acciones de carácter energético en la región. En este sentido, la Fundación es un agente fundamental en la ejecución de los diversos instrumentos de ayuda, financiados con fondos estatales o autonómicos. También se requiere su participación en aquellas acciones de difusión y concienciación de la ciudadanía y empresas en materia energética. Fenercom elabora, además, el balance energético anual

de la región, un documento clave para conocer la evolución de las fuentes y el consumo de energía.

La implicación de organismos técnicos del ámbito nacional, como Red Eléctrica de España (REE) o el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), también será necesaria para la integración con aquellos sistemas y mecanismos puestos en marcha a nivel estatal. Por ejemplo, para aquellas acciones referentes a la generación eléctrica y con implicaciones sobre la red de transporte se tendrá en consideración la valoración técnica de REE.

6.2. Gobernanza de la Estrategia

La presente Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid – Horizonte 2030 es un marco común de actuación en el que se diseñan, desarrollan e implementan distintos planes, actuaciones y medidas por parte no solo de las administraciones, sino también de empresas y organismos públicos y privados.

La ejecución directa de dichos planes y su seguimiento corresponderá a los centros gestores competentes y a los organismos que estos determinen. De igual manera tanto la sociedad madrileña como sus empresas y administraciones tienen necesariamente que implicarse en la descarbonización de sus actuaciones, con el fin de cumplir con los objetivos establecidos a nivel europea, nacional y autonómico.

Oficina de implantación de la Estrategia

El impulso y liderazgo de la Estrategia, así como el seguimiento y la coordinación de las medidas y acciones en él comprendidas corresponden a la **Consejería competente en materia de transición energética, cambio climático y calidad del aire**, que se apoyará para el ejercicio de sus funciones de seguimiento y coordinación en una Oficina de Implantación de la Estrategia dependiente orgánica y funcionalmente de dicha Consejería. Dicha oficina no implicara la creación de un organismo o ente distinto a la propia administración de la que forma parte.

La necesaria implicación de distintos centros gestores de la Comunidad de Madrid en la ejecución de la Estrategia, así como el necesario alineamiento de las medidas que cada una ejecuta hace necesario el establecimiento de una entidad interdepartamental.

Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid

Actualmente existe una **Comisión Interdepartamental de Cambio climático**, a partir de la cual proponemos que se promueva su transformación en una **Comisión Interdepartamental de Energía y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid** que sería un órgano colegiado regulado por la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Esta Comisión Interdepartamental tendrá un régimen de funcionamiento y una composición que será la que establezca su Decreto de creación. En la Comisión

Interdepartamental deberán estar representadas al menos las Consejerías con las siguientes competencias:

- Presidencia
- Hacienda
- Energía
- Medio Ambiente
- Salud
- Agricultura
- Economía
- Transportes e Infraestructuras
- Universidades, Ciencia e Innovación

Además, deberán formar parte los siguientes organismos y áreas:

- a) Consorcio Regional de Transportes de Madrid
- b) Canal de Isabel II
- c) Institutos IMDEA-Energía, IMDEA-Agua e IMDEA-Alimentación
- d) Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)
- e) Seguridad, Protección Civil y Emergencias
- f) Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid 112

Las funciones de la Mesa estarán establecidas en su Decreto de creación y podrán las siguientes:

- Formulación de propuestas dirigidas a asegurar el desarrollo de la Estrategia y su cumplimiento.
- Evaluación, dentro de las previsiones que anualmente establezcan las leyes de presupuestos regionales, de los recursos y necesidades presupuestarias y propuesta de asignación de los fondos públicos destinados a las diferentes medidas que integren la Estrategia.
- Realizar la coordinación de las actuaciones contenidas en la Estrategia.
- Debate de las cuestiones propuestas, en el ámbito sustantivo de la Mesa.
- Propuesta de medidas y actuaciones que tengan con objeto promover la consecución de los objetivos de la Estrategia
- Seguimiento de las medidas y actuaciones acordadas.
- Ser el canal de cooperación con otras administraciones públicas ajenas a la Comunidad de Madrid en la ejecución de actuaciones en el ámbito de la Estrategia que coadyuven a la consecución de sus objetivos.

Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático

La Comunidad de Madrid cuenta con el Comité científico-técnico de Sostenibilidad y Cambio Climático, con el objetivo de disponer opinión experta y cualificada para poder contrastar las políticas de cambio climático y su posible aplicación y seguimiento.

Los expertos que integran este comité, constituido en 2019, forman parte de entidades públicas, privadas e independientes reconocidas en el ámbito de la investigación y la ciencia, a nivel nacional e internacional. Así, participan expertos del Consejo Superior de

Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de la Oficina Española del Cambio Climático, del Instituto de Salud Carlos III, la Fundación para la Investigación del Clima, la Agencia Española de Meteorología (AEMET), el laboratorio de ideas *Economics for Energy*, el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA) Agua e IMDEA Energía o Grupo Red Eléctrica, entre otros, así como investigadores de universidades públicas madrileñas como la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Alcalá, Universidad Carlos III, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos.

El comité servirá de soporte para analizar los escenarios climáticos y su impacto, valorar los indicadores de adaptación al cambio climático o los estudios de impacto específicos del cambio climático en la región, por ejemplo, los referidos a los recursos hídricos, así como para evaluar las respuestas y necesidades ante un escenario del incremento medio de las temperaturas, así como la adaptación ante posibles riesgos naturales, entre otros. También prestará apoyo y asesoramiento para determinar las líneas de actuación prioritarias en los planes de mitigación y adaptación regionales y podrán realizar evaluaciones técnicas previas de las medidas que se vayan a implementar en la región.

Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente

La misión de la Sección de Calidad del Aire del Consejo de Medio Ambiente se encarga de coordinar, valorar, proponer y protocolizar la adopción de las medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o, en su caso, paliar los efectos de las superaciones de dichos umbrales, según la legislación vigente sobre la materia.

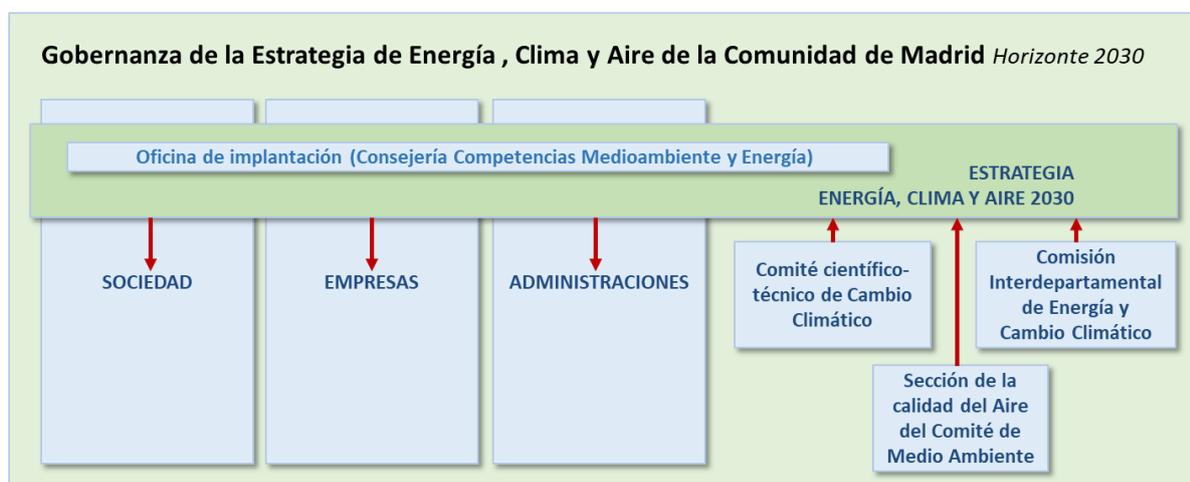


Ilustración 105. Gobernanza de la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid Horizonte 2030 (Fuente: Elaboración propia).

Se reúne cuando, en función de la situación de las concentraciones de los contaminantes regulados y habida cuenta de las condiciones atmosféricas concurrentes y su previsible evolución, se considere necesario la adopción de medidas tendentes a evitar la superación de los umbrales de alerta o paliar los efectos de dichas superaciones, así como

en aquellos otros casos en que se considere necesario. En todo caso, la Sección se reunirá, con carácter inmediato, cuando se supere el umbral de alerta correspondiente.

También tiene como función las que atribuya a la Comunidad de Madrid la legislación vigente en materia de evaluación y gestión de calidad del aire.

6.3. Fuentes de financiación

Los compromisos y objetivos marcados para el año 2030 son ambiciosos en términos de reducción de emisiones, incremento de la cuota de renovables y de mejora de la eficiencia energética, reduciendo el consumo final. Un factor determinante es el de la financiación para poderlo llevar a cabo. La Comisión Europea estima en más de un billón de euros las necesidades de financiación para la próxima década en inversiones ligadas a la transición energética.

A nivel nacional el PNIEC estima un volumen de inversiones de 241.000 millones de euros para el periodo 2021-2030. Su agrupación por medidas refleja el siguiente reparto: renovables 38%, ahorro y eficiencia 35%, redes y electrificación 24% y resto de medidas un 3%. Y su aplicación por sectores de demanda refleja la siguiente distribución prevista: Sector eléctrico 53%, Transporte 23%, Edificación (residencial y terciario) 19%, Industria 3%, Agricultura 1,5% y otros 2%.

En el ámbito del empleo se estima que el PNIEC generará un aumento neto entre 253.000 y 348.000 empleos por año (aumento del 1,7% en el empleo en 2030), lo que implica una reducción de la tasa de paro entre un 1,1% y un 1,6%. Por sectores los servicios, la industria manufacturera y la construcción serían los que generarían un mayor impacto.

En el caso de nuestra región, el despliegue del PNIEC 2030 y de la Estrategia Energética de la Comunidad de Madrid a 2030 se estima que implicará un volumen de inversiones del orden de 30.000 – 40.000 millones de euros en el periodo 2021-2030. Por sectores de demanda será el transporte, la edificación y el sector energético los que aglutinarán la mayor parte de estas inversiones, dado el carácter específico de la Comunidad de Madrid con respecto a estos sectores.

Es previsible que en la Comunidad de Madrid el impacto, tanto en el sector servicios como en el sector de la construcción, sea superior al previsto a nivel nacional. En el caso del sector de la construcción debido a las inversiones en rehabilitación de viviendas y en el despliegue de las infraestructuras necesarias en la electrificación de la economía. Y, en el caso de los servicios, debido al impacto indirecto e inducido asociado a este sector que en la economía de la Comunidad de Madrid tiene un mayor peso que a nivel nacional.

Del volumen de inversión previsto, alrededor de un 80% corresponderá al sector privado y el resto corresponderá el sector público. Por tanto, el proceso de transición y el objetivo de la Estrategia es poder articular las medidas necesarias para que desde el sector privado se pueda llevar a cabo el grueso de las inversiones previstas, teniendo la

financiación pública un objetivo catalizador y ejemplarizante. Cabe destacar que la mayor parte de la financiación pública tendrá, a su vez, un origen vinculado a financiación europea y presupuestos nacionales. Por tanto, la alineación del PNIEC 2021-2030 y la Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid para el horizonte 2030 será más necesario, si cabe.

6.3.1. Next Generation EU

En julio de 2020, el Consejo Europeo acordó un instrumento excepcional de recuperación temporal conocido como Next Generation EU⁷⁴ (Próxima Generación UE) dotado con 750.000 millones de euros para el conjunto de los Estados Miembros. Los fondos pueden utilizarse para conceder préstamos reembolsables por un volumen de hasta 360.000 millones de euros y transferencias no reembolsables por una cantidad de 390.000 millones de euros.

Los dos instrumentos de mayor volumen del Next Generation EU son los siguientes:

- El **Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR)**, constituye el núcleo del Fondo de Recuperación y está dotado con **672.500 millones de euros**. Su finalidad es apoyar la inversión y las reformas en los Estados Miembros para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al tiempo que se promueven las prioridades ecológicas y digitales de la UE. **España recibirá un total de aproximadamente 140.000 millones** de euros (hasta 2026), de los que 60.000 millones corresponden a transferencias no reembolsables
- El **Fondo REACT-EU**, está dotado con **47.500 millones de euros**. Los fondos de REACT-EU operan como fondos estructurales, pero con mayor flexibilidad y agilidad en su ejecución. REACT-EU promoverá la recuperación ecológica, digital y resiliente de la economía. **España recibirá algo más de 12.000 millones de euros** para su ejecución en el periodo 2021-22

Next Generation EU también aportará fondos adicionales a otros programas o fondos europeos, como el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER) y el Fondo de Transición Justa (FTJ), de los cuales España recibirá 720 y 450 millones de euros, respectivamente.

El Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR)⁷⁵ constituye el núcleo del Fondo de Recuperación y está dotado con 672.500 millones de euros, de los cuales 360.000 millones se destinarán a préstamos y 312.500 millones de euros se constituirán como transferencias no reembolsables. Su finalidad es apoyar la inversión y las reformas en los Estados Miembros para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al tiempo que se promueven las prioridades ecológicas y digitales de la UE.

⁷⁴ <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx>

⁷⁵ <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/MRR.aspx>

Para alcanzar esos objetivos, cada Estado Miembro debe diseñar un Plan Nacional de Recuperación y Resiliencia que incluya las reformas y los proyectos de inversión necesarios para alcanzar esos objetivos.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de la economía española prevé la movilización de más de 140.000 millones de euros de inversión pública hasta 2026. El Plan, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de abril de 2021 (publicado en el BOE de 30 de abril) tiene cuatro ejes transversales que se vertebran en 10 políticas palanca, dentro de las cuales se recogen treinta componentes, que permiten articular los programas coherentes de inversiones y reformas del Plan: la transición ecológica, la transformación digital, la cohesión social y territorial, y la igualdad de género.

Asimismo, y como parte del Pacto Verde de la UE, la Comisión ha definido una serie de medidas enmarcadas en el Plan de Finanzas Sostenibles entre las que se encuentra el «Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020, relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088» («Reglamento de Taxonomía»). Este reglamento establece en su artículo 17 el llamado principio de “no causar perjuicio al medio ambiente” o DNSH (por sus siglas en inglés, “Do Not Significant Harm”).

De acuerdo con este principio, las actividades económicas no deben causar perjuicios significativos y, además, deben activamente contribuir, a los siguientes objetivos ambientales:

1. La mitigación del cambio climático.
2. La adaptación al cambio climático.
3. El uso sostenible y la protección de los recursos hídricos y marinos.
4. La economía circular.
5. La prevención y control de la contaminación.
6. La protección y recuperación de la biodiversidad y los ecosistemas

La aplicación del principio DNSH sirve, además, de referencia a todas las actuaciones que se ejecuten dentro del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), de acuerdo con el Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y la Comisión, por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (Reglamento MRR). Constituye también un marco esencial para las entidades sujetas a la Directiva de Divulgación de Información No Financiera (NFRD) (grandes empresas de interés público con más de 500 empleados) y los participantes en los mercados financieros. A ese fin, los titulares de las actividades deben tener en cuenta el respeto los seis objetivos medioambientales en los productos y servicios generados a lo largo de todo su ciclo de vida.

El principio DNSH es la base de un sistema de clasificación de actividades económicas ambientalmente sostenibles que está expandiéndose progresivamente en la legislación europea y que pretende establecer criterios medioambientales coherentes con el Pacto Verde Europeo en el campo de las finanzas públicas y privadas a largo plazo. En ese

contexto, la Taxonomía de la Unión Europea pretende contribuir al objetivo de una Europa climáticamente neutra para 2050, reorientando las inversiones públicas y privadas hacia aquellos proyectos y actividades económicas con una incidencia positiva y sustancial en el clima y el medio ambiente. Además, impone obligaciones de información para las empresas y los participantes en los mercados financieros.

De acuerdo con el artículo 3 del Reglamento de Taxonomía, una actividad económica tendrá la consideración de “medioambientalmente sostenible” cuando reúna cuatro requisitos simultáneamente:

- a) contribuya sustancialmente a uno o varios de los objetivos medioambientales anteriormente reseñados,
- b) no cause ningún perjuicio significativo a alguno de tales objetivos medioambientales,
- c) se lleve a cabo de conformidad con una serie de garantías mínimas y
- d) se ajuste a los criterios técnicos de selección que hayan sido establecidos por la Comisión

En cuanto a los objetivos ambientales relacionados con el principio DNSH más evidentemente aplicables a la presente Estrategia, el artículo 10 del Reglamento de Taxonomía considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a mitigar el cambio climático cuando apoya de forma sustancial la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático en consonancia con el objetivo a largo plazo referente a la temperatura del Acuerdo de París, mediante la elusión o reducción de las emisiones de tales gases o el incremento de su absorción, en su caso mediante la innovación en los procesos o productos, por una serie de medios.

Entre tales medios, el Reglamento de Taxonomía incluye la generación, la transmisión, el almacenamiento, la distribución o el uso de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética, el aumento de la movilidad limpia o climáticamente neutra el paso a la utilización de materiales renovables procedentes de fuentes sostenibles, el aumento del uso de tecnologías de captura y utilización de carbono y de captura y almacenamiento de carbono seguros para el medio ambiente que generen una reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero, el refuerzo de los sumideros de carbono, en particular mediante la prevención de la deforestación y de la degradación de los bosques, la recuperación de los bosques, la gestión sostenible y la recuperación de las tierras agrícolas, los pastizales y los humedales, la forestación y la agricultura regenerativa, la implantación de la infraestructura energética necesaria para posibilitar la descarbonización de los sistemas de energía, la producción de combustibles limpios y eficientes a partir de fuentes renovables o neutras en carbono, o la facilitación de cualquiera de las actividades mencionadas.

De la misma forma, el artículo 11 del Reglamento de Taxonomía considera que una actividad económica **contribuye de forma sustancial a la adaptación al cambio climático** cuando prevea soluciones de adaptación frente a los efectos adversos del

clima, sin aumentar el riesgo de efectos adversos sobre las personas, la naturaleza o los activos.

A los efectos de la Estrategia, es igualmente destacable que el artículo 14 del Reglamento de Taxonomía establece que una actividad económica **contribuye de forma sustancial a la prevención y el control de la contaminación** cuando prevenga o, cuando esto no sea posible, reduzca las emisiones contaminantes a la atmósfera, el agua o la tierra, distintas de los gases de efecto invernadero o mejore los niveles de calidad del aire, el agua o el suelo en las zonas en las que la actividad económica se realiza y minimizar al mismo tiempo los efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente, o el riesgo de generarlos.

De la misma manera, en sentido negativo, y a los efectos de la Presente Estrategia, el artículo 17 del Reglamento de Taxonomía define que una actividad económica **causa un perjuicio significativo a los objetivos medioambientales** cuando, entre otras circunstancias, dé lugar a considerables emisiones de gases de efecto invernadero, provoque un aumento de los efectos adversos de las condiciones climáticas actuales y de las previstas en el futuro, sobre sí misma o en las personas, la naturaleza o los activos o dé lugar a un aumento significativo de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, el agua o el suelo, en comparación con la situación existente antes del comienzo de la actividad.

Por su parte, el Reglamento Delegado (UE) 2021/2139 de la Comisión, de 4 de junio de 2021, completa el Reglamento de Taxonomía estableciendo los criterios técnicos de selección para determinar las condiciones en las que se considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a la mitigación del cambio climático o a la adaptación al mismo, y para determinar si esa actividad económica no causa un perjuicio significativo a ninguno de los demás objetivos ambientales. Este Reglamento Delegado es muy importante ya que permite determinar si se cumplen tres de los cuatro requisitos necesarios para considerar una actividad económica como “medioambientalmente sostenible” conforme al Reglamento de Taxonomía.

Por consiguiente, el principio DNSH y, en general, las condiciones establecidas por el Reglamento de Taxonomía europea y sus Reglamentos Delegados deben constituir una referencia esencial en el desarrollo de la ECAM. En ese sentido, la Estrategia en su conjunto y, específicamente, la definición de las Áreas de Actuación y las actividades subvencionables ha tenido en cuenta los objetivos medioambientales referidos, el principio DNSH y las definiciones de “medioambientalmente sostenible” y “perjuicio significativo” que se contienen en el Reglamento. No obstante, la plena aplicación del principio DNSH y de la Taxonomía europea será un proceso continuo que llevará años y que debe tenerse en cuenta a la hora de favorecer actividades e inversiones coherentes con el Pacto Verde Europeo. En ese sentido, la evolución de la Estrategia y sus actualizaciones deberán ir recogiendo la evolución de ese proceso.

6.3.2. Mecanismos de financiación y asignaciones específicas de la Comunidad de Madrid

La asignación por Comunidades Autónomas de los fondos asociados al PRTR (tanto MRR como REACT) que gestiona la Administración General del Estado se acuerda en las correspondientes Conferencias Sectoriales. Se indican a continuación algunos programas con fondos ya asignados a las CCAA.

El **Plan de ayudas para proyectos singulares de energía limpia en municipios pequeños o en riesgo de despoblación** (Real Decreto 692/2021, de 3 de agosto), regula la concesión directa de ayudas para el desarrollo de proyectos singulares de energía limpia en municipios de reto demográfico (Programa DUS 5.000), gestionado por el IDAE. El programa cuenta con un presupuesto inicial de 75 millones de euros procedentes de los fondos europeos. **A la Comunidad de Madrid le corresponden 1.578.750 euros**, que financiarán con los correspondientes instrumentos de ayuda pública de la Comunidad de Madrid.

El Real Decreto 691/2021, de 3 de agosto, regula las subvenciones a actuaciones de **rehabilitación energética en edificios existentes**, en ejecución del Programa de rehabilitación energética para edificios existentes en municipios de reto demográfico (**Programa PREE 5000**). El programa estará vigente hasta el 31 de diciembre de 2023 y cuenta con una dotación presupuestaria de 50 millones de euros. **A la Comunidad de Madrid le corresponden 1.052.500 euros**, que financiarán con los correspondientes instrumentos de ayuda pública de la Comunidad de Madrid.

La Conferencia Sectorial de Medio Ambiente acordó el reparto de 400 millones del **Plan Moves III para incentivar la movilidad eléctrica** (Real Decreto 266/2021, de 13 de abril). De ellos, en el marco del Plan Moves III, **la Comunidad de Madrid gestionará 37.081.000 € para la adquisición de vehículos eléctricos y 15.893.173,05 € para el desarrollo de infraestructuras de recarga**.

La misma Conferencia Sectorial aprobó el reparto de 660 millones para ayudas para la ejecución de diversos programas de **incentivos ligados al autoconsumo** (Real Decreto 477/2021, de 29 de junio). Los fondos, canalizados por IDAE y gestionados por las Comunidades Autónomas, se estructurarán en torno a 6 programas de incentivos y **a la Comunidad de Madrid le corresponden 91.295.991 €**.

Posteriormente se ha aprobado el Real Decreto 1124/2021, de 21 de diciembre, de **ayudas para la implantación de instalaciones de energías renovables térmicas** en diferentes sectores de la economía. A la Comunidad de Madrid le corresponden **22.810.945 €**, procedentes también de fondos de MRR.

6.4. Indicadores de evaluación y seguimiento

La Estrategia de Energía, Clima y Aire pretende ser una herramienta viva y necesariamente flexible para alcanzar unos objetivos de mejora constante involucrando a

un gran número de agentes, incluso a la totalidad de los madrileños y, por tanto, ha de disponer de sistemas de seguimiento y control de los resultados globales.

Es del seguimiento de estos objetivos globales del que se derivaría la eventual modificación y mejora de la presente estrategia.

Con este objetivo hemos establecido una serie de indicadores globales de los diferentes objetivos estratégicos que se presentan a continuación y se desarrollan a lo largo de este capítulo.

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL			
OE 1	Impulsar la <u>eficiencia energética</u> y fomentar el <u>autoconsumo</u> de fuentes renovables	<i>OE1-IE1</i>	Intensidad energética		
		<i>OE1-IE2</i>	Consumo de energía eléctrica por habitante		
		<i>OE1-IE3</i>	Número de instalaciones de autoconsumo por CUP		
OE 2	Contribuir a la mejora de la <u>disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía</u> a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.	<i>OE2-IE1</i>	Interrupciones Año (TIEPI)		
		<i>OE2-IE2</i>	Número de puntos de recarga eléctrica/habitante		
		<i>OE2-IE3</i>	Número de puntos de recarga/CUP		
OE 3	Promover el crecimiento de la <u>producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables</u> o bajas en carbono	<i>OE3-IE1</i>	Capacidad instalada de Energías renovables para producción eléctrica		
		<i>OE3-IE2</i>	Producción primaria de renovables/producción total		
OE 4	Reducir las <u>emisiones de gases de efecto invernadero</u> , fomentando la captación de carbono y los sumideros.	<i>OE4-IE1</i>	Toneladas equivalentes de CO ₂ / número de habitantes		
		<i>OE4-IE2</i>	Vehículos eléctricos/vehículos totales		
		<i>OE4-IE3</i>	Edad media del parque circulante de vehículos		
		<i>OE4-IE4</i>	Flota transporte público cero emisiones/total		
OE 5	Reducir las <u>emisiones de contaminantes atmosféricos</u> para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire	<i>OE5-IE1</i>	Valor medio anual de concentración de NO ₂		
		<i>OE5-IE2</i>	Valor medio anual de concentración de PM _{2,5}		
		<i>OE5-IE3</i>	Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico		
OE 6	Avanzar en un territorio completamente <u>adaptado a las potenciales amenazas climáticas</u> .	<i>OE6-IE1</i>	Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación		
		<i>OE6-IE2</i>	Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid		
		<i>OE6-IE3</i>	<table border="0"> <tr> <td>Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos</td> <td>Evolución consumo agua/habitante</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo</td> </tr> </table>	Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos	Evolución consumo agua/habitante
Evolución parámetros relacionados con los recursos hídricos	Evolución consumo agua/habitante				
	Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo				

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	INDICADOR GLOBAL
OE 7	Favorecer el cambio cultural para la <u>transición hacia una sociedad descarbonizada</u> , impulsando el desarrollo y la investigación.	Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD)

Tabla 30. Cuadro resumen de los indicadores estratégicos (Fuente: Elaboración propia).

(OE1) Impulsar la eficiencia energética y fomentar el autoconsumo de fuentes renovables

OE1-IE1 Intensidad energética

Definición. - Representa la cantidad de energía que se consume para producir cada unidad de PIB. Se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el PIB de la Comunidad de Madrid (medido en millones de euros).

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía.

Situación en 2019.- 47 tep/M€ (Fenercom).

Objetivo a 2030.- 36,5 tep/M€

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 44 tep/M€ en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB a precios constantes 2015 (M€)	421.595	248.276	252.747	257.217	261.688	266.159	270.629	275.100
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Consumo/PIB (tep/€)	43,59	42,13	41,11	40,13	39,17	38,26	37,36	36,50

Tabla 31. Proyección del PIB, del consumo de energía y de la intensidad energética a 2030.

(Fuente: Elaboración propia).

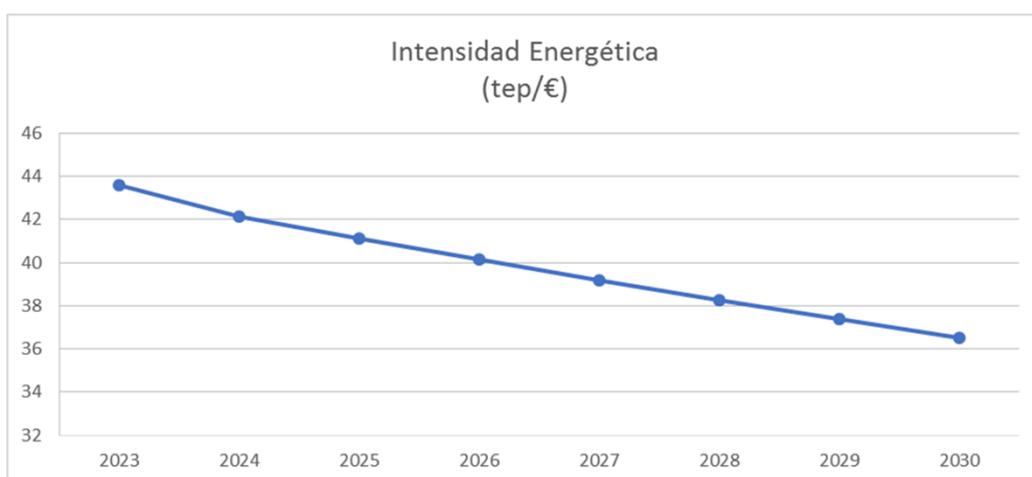


Ilustración 106. Proyección de la intensidad energética a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE2 Consumo de energía por habitante

Definición. - Representa la cantidad de energía que consume cada habitante de la Comunidad de Madrid. Por lo tanto, se calcula como el cociente entre el consumo energético medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep) y el número de habitantes de la Comunidad de Madrid.

Es un indicador que, de manera sintética, mide la eficiencia energética en una sociedad, teniendo en cuenta un principio esencial para un desarrollo sostenible: lograr un incremento de la riqueza producida con un menor empleo de energía. En un entorno de economías desarrolladas, si el consumo por habitante es decreciente indica que los individuos utilizan la energía de forma más eficiente para satisfacer sus necesidades.

Situación en 2019.- 1,61 tep/habitante (Fenercom)

Objetivo a 2030.- 1,347 tep/habitante

Revisión.- anual

Teniendo en cuenta la previsión de crecimiento del PIB de la Comunidad de Madrid y el escenario de consumo energético objetivo, partiendo de una estimación de 1,54 tep/habitante en 2022 (por no disponer aún del dato exacto), la evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo energía (ktep)	10.530	10.461	10.391	10.321	10.251	10.182	10.112	10.042
Nº habitantes	6.857.401	6.950.863	7.043.069	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Consumo/habitante	1,54	1,50	1,48	1,45	1,42	1,39	1,37	1,35

Tabla 32. Proyección del consumo de energía, del número de habitantes y del consumo de energía por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

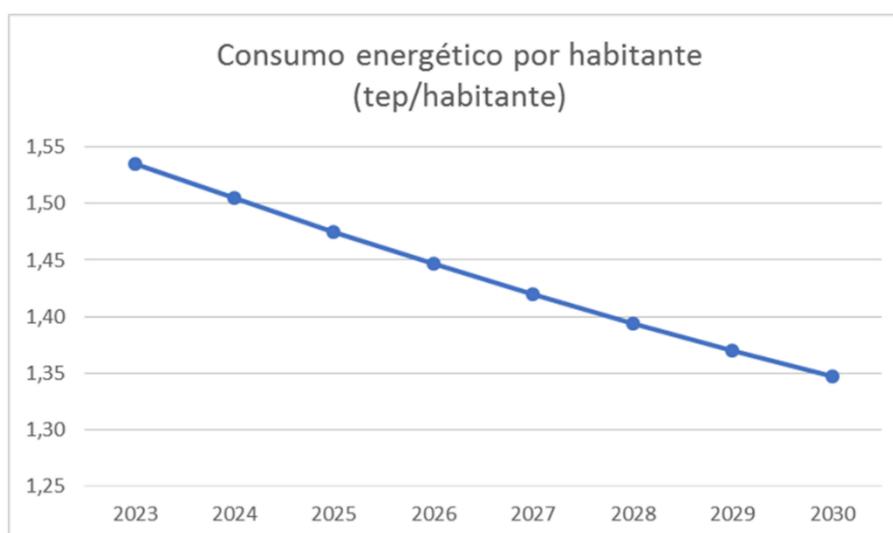


Ilustración 107. Proyección del consumo energético por habitante a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE1-IE3 Número de instalaciones de autoconsumo por CUP

Definición. - Este indicador expresa el número de instalaciones de autoconsumo existentes sobre el total de instalaciones de la Comunidad de Madrid. El número de instalaciones total se representa con la medición del número de CUPs (Código Universal de Puntos de Suministro), expresado en millares.

Para el cálculo de este indicador se realiza una estimación de crecimiento del número de puntos de suministro, basándonos en su serie histórica.

Situación actual. - 12 instalaciones/miles de CUPs

Objetivo a 2030.- 103,7 instalaciones/miles de CUPs

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº instalaciones	42.198	59.077	82.708	115.791	162.108	210.740	273.962	356.151	462.996
Potencia instalada	283.677	397.148	556.007	778.410	1.089.774	1.416.706	1.841.717	2.394.233	3.112.502
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº inst/ Millar de CUPs	12,0	16,3	22,1	30,1	40,9	51,6	65,1	82,2	103,7

Tabla 33. Proyección del número de instalaciones de autoconsumo, de la potencia instalada, del número de CUPs y del número de instalaciones por cada millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

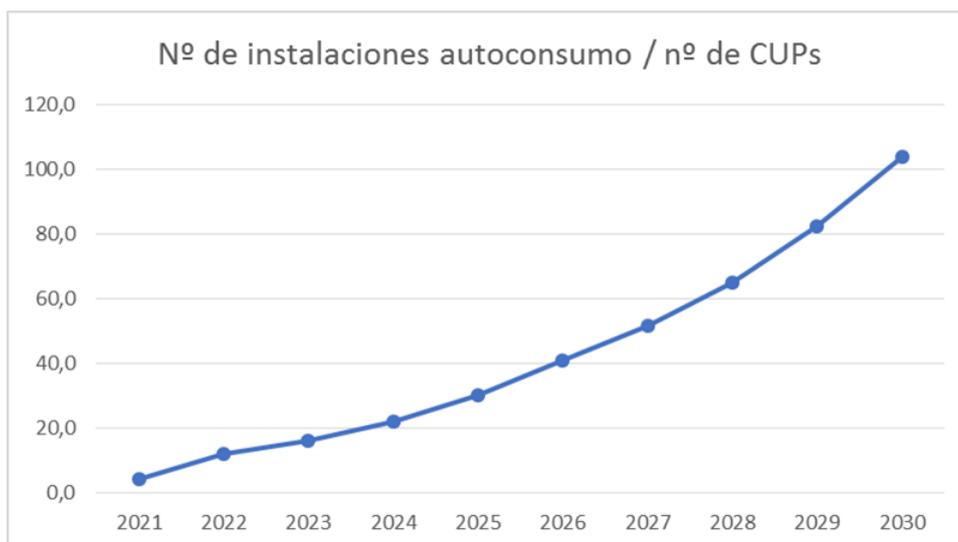


Ilustración 108. Proyección de la relación entre el número de instalaciones de autoconsumo por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

(OE2) Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento

OE2-IE1 Tiempo de consumo eléctrico interrumpido

Definición. - Es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión.

Es un indicador que mide el tiempo en el que el suministro eléctrico ha estado interrumpido (medido en horas). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^k (PI_i \times H_i)}{\sum PI}$$

Donde:

- $\sum PI$ = suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT (en kVA).
- PI_i = potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción i de duración H_i (en kVA).
- H_i = tiempo de interrupción del suministro que afecta a la potencia PI_i (en horas).
- K = número total de interrupciones durante el período considerado.

Situación actual. - Este índice presenta un valor en 2022 de 0,531. En 2021 y 2022 se ha producido un pico respecto a los valores históricos de este, habitualmente de altísima calidad. Por ejemplo, el TIEPI regional fue de 0,441h en 2019, y los valores históricos muestran un comportamiento muy plano. Sirva como comparación el que otras CC. AA.

presentan valores de TIEPI mucho más elevados: Andalucía (1,3-1,6h), Castilla y León (1-1,8h), Cataluña (1-1,2h), País Vasco (0,6-1,1h). La media española oscila entre el 1,06h (2014) y 1,37h (2017) (Fuente: MITERD, <https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio>)

Objetivo a 2030.- 0,397 horas (reducción del 10% respecto a los valores históricos anteriores a 2019)

Revisión.- anual

La evolución pretendida de este indicador se muestra en la figura siguiente:

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TIEPI	0,531	0,51425	0,4975	0,48075	0,464	0,44725	0,4305	0,41375	0,397

Tabla 34. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

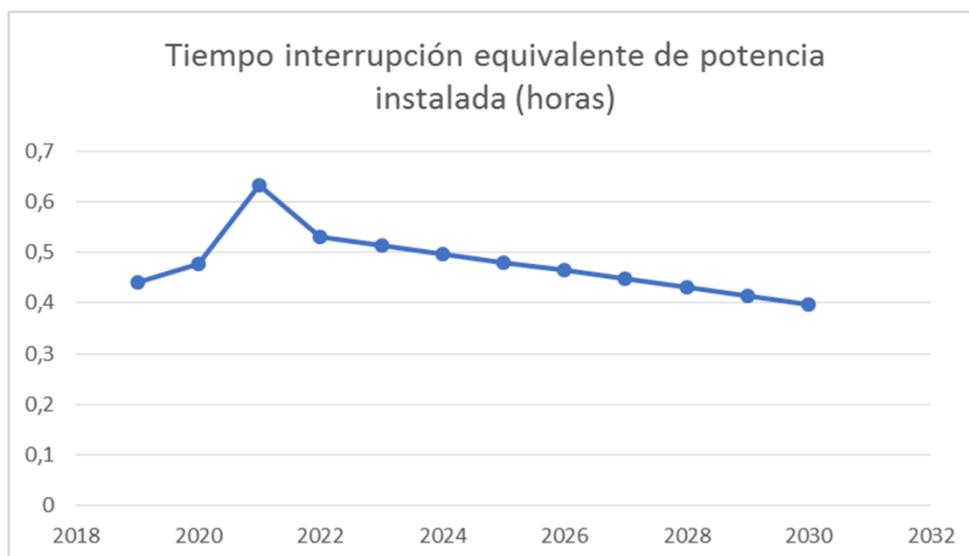


Ilustración 109. Proyección del TIEPI a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE2 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por habitante

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millón de habitantes en la Comunidad de Madrid.

Situación actual. - 633 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Objetivo a 2030.- 11.096 nº de puntos recarga / millón de habitantes

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº habitantes	6.825.005	6.857.401	6.950.863	7.133.246	7.133.246	7.220.130	7.302.734	7.380.708	7.453.345
Nº puntos/ Millón habitante	633	2.662	3.377	5.320	5.320	6.805	8.261	9.689	11.096

Tabla 35. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de habitantes y de la relación entre el número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

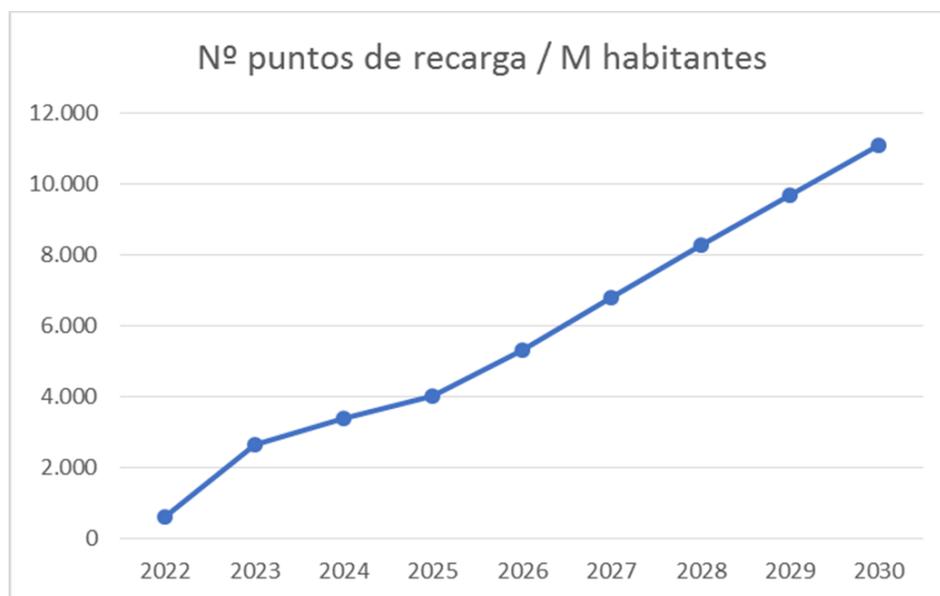


Ilustración 110. Proyección del número de puntos de recarga por millón de habitantes a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE2-IE3 Número de puntos de recarga para vehículos eléctricos por CUP

Definición. - Es el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos existentes por cada millar de CUP (Código Universal de Puntos de Suministro) en la Comunidad de Madrid.

Este indicador es una métrica que indica cuántos puntos de suministro están dedicados a la recarga de vehículos eléctricos con relación al total de puntos de suministro.

Situación actual. - 1,2 nº VE/millar de CUPs

Objetivo a 2030.- 18,5 nº VE/millar de CUPs

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nº puntos de recarga CAM	4.320	18.256	23.472	28.410	37.947	49.136	60.325	71.515	82.704
Nº CUPs	3.523.050	3.628.742	3.737.604	3.849.732	3.965.224	4.084.181	4.206.706	4.332.907	4.462.894
Nº puntos/ Millar de CUPs	1,2	5,0	6,3	7,4	9,6	12,0	14,3	16,5	18,5

Tabla 36. Proyección del número de puntos de recarga en la Comunidad de Madrid, del número de CUPs y de la relación entre el número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

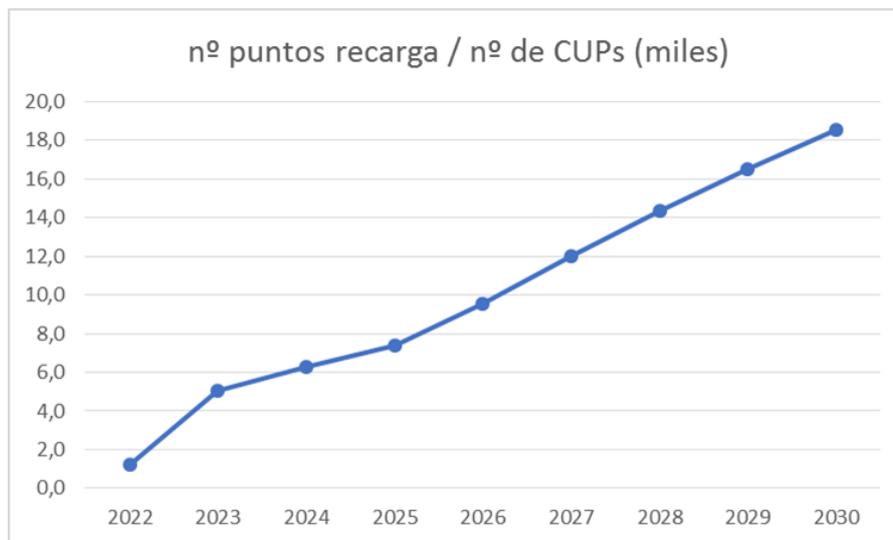


Ilustración 111. Proyección del número de puntos de recarga por millar de CUPs a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

(OE3) Promover el crecimiento de la producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables o bajas en carbono

OE3-IE1 Capacidad instalada de energías renovables para producción eléctrica

Definición. - Este indicador expresa la producción eléctrica, medida en megavatios, que se instalan en la Comunidad de Madrid, utilizando como energía primaria una fuente renovable de energía.

Debido a la ausencia de datos de alguna de las fuentes renovables y al orden de magnitud mayor que presenta la capacidad instalada debida a energía solar fotovoltaica comparándola con el resto de las fuentes, este indicador se aproxima utilizando para el cálculo del mismo solamente la capacidad instalada fotovoltaica.

Situación actual. - 70 MW

Objetivo a 2030.- 5.000 MW

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MW instalados	70	686	1.303	1.919	2.535	3.151	3.768	4.384	5.000

Tabla 37. Proyección de la capacidad eléctrica fotovoltaica instalada a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

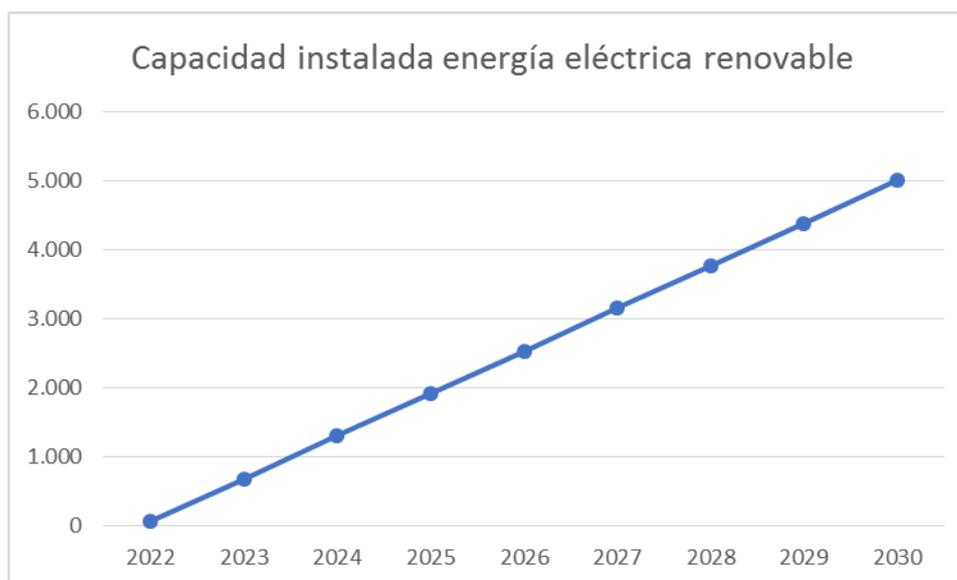


Ilustración 112. Proyección de la capacidad instalada eléctrica renovable a 2030. (Fuente: Elaboración propia).

OE3-IE2 Energía renovable producida sobre la producción energética total

Definición. - Este indicador indica el porcentaje que representa la energía producida en la Comunidad de Madrid con fuentes renovables sobre el total de la producción energética. Se considera en conjunto la energía térmica y la eléctrica.

Situación actual. - 60,5%

Objetivo a 2030.- 80,7%

Revisión.- anual

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
% de energía renovable sobre el total generado	60,5%	63,3%	65,8%	68,0%	71,7%	74,6%	77,0%	79,0%	80,7%

Tabla 38. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030.

(Fuente: Elaboración propia).

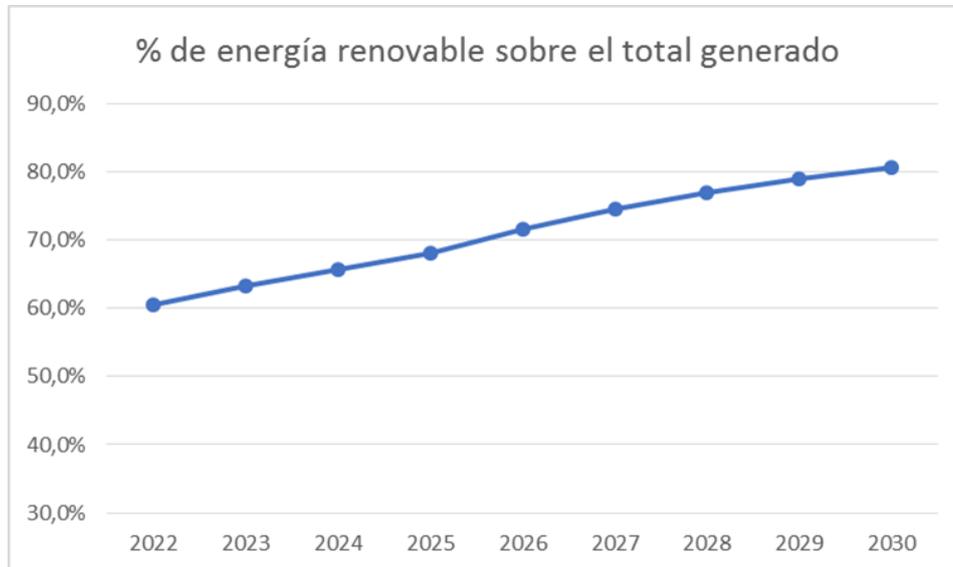


Ilustración 113. Proyección del porcentaje de energía renovable sobre el total generado a 2030.

(Fuente: Elaboración propia).

(OE4) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando la captación de carbono y los sumideros.

OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO₂/número de habitantes

Los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por la actividad humana acentúan el fenómeno natural que permite el mantenimiento de la temperatura media del planeta, acumulando un exceso de calor proveniente de la radiación solar. El objetivo es reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero en casi un 50% con respecto al año base de estudio (2018), lo que supone más de 10.000 kt/año de CO₂ equivalente.

Definición. – Emisiones totales de gases de efecto invernadero per cápita.

Unidad. - T eq de CO₂/habitante.

Situación actual. – 3,3 t eq de CO₂/hab, tomando como año base 2018 (Inventario 1990-2018, edición 2020).

Objetivo a 2030.- 1,5 t eq de CO₂/hab (a partir de las proyecciones de población del INE para el año 2030)

Revisión.- Anual

OE4-IE2 Vehículos cero emisiones/vehículos totales

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos cero emisiones y el número de vehículos totales matriculados anualmente en la Comunidad de Madrid, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de las emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos, dado el peso del sector del transporte.

Definición. – Cociente entre el número de vehículos cero emisiones/vehículos totales, matriculados en la Comunidad de Madrid

Situación actual. – (Parque nacional de vehículos por comunidad autónoma, provincia, tipo de vehículo y tipo de carburante, Observatorio del transporte y la logística en España, <https://apps.fomento.gob.es/bdotle/visorBDpop.aspx?i=396>). Nº de vehículos totales: Instituto de Estadística. Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid. Transportes y comunicaciones.

<http://www.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/general/anuario/ianucap09.htm>

Objetivo a 2030.- 850.000 cero emisiones acumuladas, matriculados en la Comunidad de Madrid en 2030 sobre un total estimado de 5.500.000 vehículos.

Revisión.- anual.

OE4-IE3 Edad media del parque circulante de vehículos

La edad media del parque circulante en España es superior a los 13 años. Otros países europeos se encuentran por debajo de los 10 años. Es fundamental modernizar el parque ya que, independientemente de la tecnología, los vehículos más nuevos son más eficientes y producen menos emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. Según fuentes del sector, los coches de más de diez años generan en la actualidad más del 80% de los gases contaminantes.

Definición. – Edad media del parque circulante según la definición y datos de la DGT.

Situación actual. – 12,61 años/vehículo en 2021 en la Comunidad de Madrid

Objetivo a 2030.- 10 años

Revisión.- anual.

OE4-IE4 Flota transporte público cero emisiones/total

Este indicador expresa el cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota, como una referencia estrechamente relacionada con la reducción de GEI, dado el peso del sector del transporte en sus emisiones. Dado el peso del municipio de Madrid (el número de sus autobuses iguala al del resto de la Comunidad de Madrid), se realizará un seguimiento específico del mismo.

Definición. – Cociente entre el número de vehículos de la flota de transporte público cero emisiones y el número total de vehículos de la misma flota. Fuente: informe anual CRTM.

Situación en 2020. – autobuses EMT: 81 autobuses cero emisiones/2.066 autobuses en total. Autobuses CRTM: 1 autobús cero emisiones/2.063 autobuses en total.

Objetivo a 2030.- 1 (total de la flota de transporte público cero emisiones).

Revisión.- anual.

(OE5) Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire.

OE5-IE1. Valor medio anual de concentración de NO₂ registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid son los vehículos a motor.

Para el NO₂ la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) de NO₂ para la protección de la salud humana de concentración anual de 40 µg/m³ referenciado al año civil. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022, propone un VLA más exigente de 20 µg/m³ que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – Valor Límite Anual de NO₂ para la protección de la salud.

Unidad. – Microgramo por metro cúbico (µg/m³).

Situación actual. – En 2021 ninguna estación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid ha superado el VLA. En la Red del Ayuntamiento de Madrid la Estación de Plaza Elíptica superó este valor (41 µg/m³). Fuente: página web de la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

OE5-IE2 Valor medio anual de concentración de PM_{2,5} registrado en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

La fuente principal de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid es el sector residencial, comercial e institucional, el transporte y la industria.

Para las partículas PM_{2,5}, la legislación en vigor, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un Valor límite anual (VLA) para la protección de la salud de 20 µg/m³. La propuesta de Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa por la que se revisan las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE, publicada el 26 de octubre de 2022 propone un VLA más exigente de 10 µg/m³ que deberá cumplirse, de aprobarse esta norma con su contenido actual, a más tardar el 1 de enero de 2030.

Definición. – VLA de PM_{2,5} para la protección de la salud.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico (µg/m³).

Situación actual. – En términos de calidad del aire, este contaminante no presenta superaciones del VLA en la Comunidad de Madrid.

Objetivo a 2030.- Cumplimiento del VLA establecido en la normativa en vigor.

Revisión.- Anual.

OE5-IE3 Superaciones del umbral de información a la población de Ozono troposférico, O₃, registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid.

A diferencia de los contaminantes primarios, el ozono troposférico no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma, casi en su totalidad, a partir de reacciones químicas complejas de gases precursores, principalmente los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos que están presentes en la atmósfera. A escala continental, el metano (CH₄) y el monóxido de carbono (CO) también juegan un papel en la formación de O₃. La radiación solar es otro factor determinante que condiciona la velocidad y el grado de formación de O₃, por lo que los niveles más elevados de este contaminante se producen en primavera y verano.

Por lo anteriormente expuesto, se plantea hacer un seguimiento de la evolución de este contaminante a través de, entre otros datos, el número de superaciones del umbral de información a la población que se producen en las estaciones de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

Definición. – Umbral de información a la población de ozono troposférico.

Unidad.- Microgramo por metro cúbico (µg/m³).

Situación actual. – En el año 2021 se ha detectado un incremento en las superaciones del umbral de información a la población, registrándose 19 horas aditivas (para una misma hora son aditivas las superaciones que se hayan producido en las distintas estaciones) por encima de 180 µg/m³ en toda la Red y 8 horas no aditivas (si a una misma hora se están produciendo superaciones en varias estaciones, la superación corresponde a esa hora, no siendo aditivas las superaciones por estación) frente, por ejemplo, a la única superación registrada en 2020.

Objetivo a 2030.- No registrar superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la Red de Calidad del Aire.

Revisión.- Anual.

(OE6) Avanzar en un territorio completamente adaptado a las potenciales amenazas climáticas.

Los objetivos planteados en materia de adaptación al cambio climático, al contrario de los referidos a mitigación, calidad del aire o energía, no son siempre fácilmente cuantificables,

por lo que, en ocasiones, resulta más adecuado acudir a indicadores cualitativos que midan el grado de avance en esta materia.

Así, se han propuesto los siguientes indicadores, que aportan información tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, y que permiten obtener una visión completa de los avances realizados en el desarrollo de la Estrategia.

OE6-IE1 Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.

Los indicadores que habitualmente se asocian con el cambio climático son el aumento de la temperatura media global del aire en superficie, el aumento de fenómenos extremos (olas de calor, inundaciones y sequías), la disminución de las masas de hielo y nieve, el aumento de los gases de efecto invernadero, entre otros. Según el análisis realizado en el apartado 2 de esta estrategia, se espera que estos fenómenos se intensifiquen en las próximas décadas, con un aumento de los fenómenos extremos y de las temperaturas en superficie fundamentalmente. En este sentido, resulta fundamental realizar un seguimiento de los parámetros climáticos a través de las redes de observación existentes en la Comunidad de Madrid a fin de obtener información precisa y actualizada para evaluar la variabilidad del clima, comprender sus causas y facilitar la toma de decisiones.

La observación también proporciona información imprescindible para los modelos climáticos, de manera que puedan ser ajustados con los datos recogidos en las distintas redes, a fin de predecir el comportamiento del climático en el futuro y también para establecer proyecciones a largo plazo en función de diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Definición.** – Evolución de los parámetros climáticos en las redes de observación de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad.**- Temperatura (T), precipitación (mm), radiación (W/m²), velocidad del viento (m/sg), dirección del viento (sexagesimales), presión (hPa).
- **Situación actual.** – Datos observados en las redes de la Comunidad de Madrid
- **Objetivo a 2030.**- Adquirir conocimiento detallado de la evolución de los parámetros climáticos en la Comunidad de Madrid.
- **Revisión.**- Anual.

OE6-IE2 – Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.

Por medio de este indicador se pretender realizar un seguimiento de la apreciación, por parte de la ciudadanía de la Comunidad de Madrid, de las actuaciones que se pongan en marcha durante el desarrollo de la estrategia en materia de adaptación al cambio climático en los distintos sectores. Estas actuaciones tienen por objetivo integrar la adaptación al cambio climático en diferentes planes y programas orientados a sectores relevantes en la región, tales como el turismo o el transporte, así como proteger los recursos de que disponen frente a los riesgos asociados a los eventos climáticos y fomentar la resiliencia de las infraestructuras y los equipamientos de los mismos. A través de la realización de

encuestas directas y/o datos indirectos y objetivos se obtendrá un índice que refleje la percepción de los madrileños sobre la evolución de la adaptación en el territorio de la región.

- **Definición.** – Índice de percepción de la variable adaptación al cambio climático entre la población de la Comunidad de Madrid.
- **Unidad.**- Porcentaje para cada factor analizado en el índice.
- **Situación actual.** – N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).
- **Objetivo a 2030.**- Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial (N*1,1).
- **Revisión.**- 2 años.

OE6-IE3 Evolución de los parámetros relacionados con los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid.

Los recursos hídricos de la Comunidad de Madrid se aprovechan mediante un complejo sistema de regulación integrado por numerosos embalses y un sistema estratégico de captación de aguas subterráneas. La demanda de estos recursos se debe, principalmente, al abastecimiento urbano y está gestionada por el Canal de Isabel II. En este sentido, el objetivo es profundizar en la integración del cambio climático en la gestión del ciclo integral del agua, dando especial prioridad a la gestión de eventos extremos (sequías e inundaciones), así como reduciendo el riesgo a través de la promoción de prácticas de adaptación sostenibles, que persigan objetivos múltiples, en materia de uso y gestión del agua.

Los objetivos propuestos son 2:

1. Mantener el nivel de garantía de suministro actual en los escenarios previsibles de cambio climático y con un aumento de población sostenido equivalente a la media de los últimos 15 años.
 - **Definición.** – Consumo de agua por habitante incluyendo todos los usos del agua potable urbana. Se utilizará de año base el consumo del año 2017.
 - **Unidad.**- litros/habitante/día.
 - **Situación actual.** – El año 2021 el consumo por habitante alcanzó los 202,4 l/hab/día.
 - **Objetivo a 2030.**- 156 l/hab/día.
 - **Revisión.**- anual.
2. El agua regenerada se emplea para el riego de parques, baldeo de calles e industria y su producción elimina la necesidad de derivar agua de los ríos para estos usos, por lo que es clave en una política de adaptación a la sequía y los climas extremos. Un porcentaje del agua regenerada se emplea también para su vertido a cauce público mejorando la calidad de nuestros ríos y su caudal.

- **Definición.** – Porcentaje agua sometida a tratamiento terciario frente al agua derivada para consumo.
- **Unidad.**- Porcentaje.
- **Situación actual.** – El año 2021 se situó en el 24,6%.
- **Objetivo a 2030.**- Mantener o incrementar. Por definir.
- **Revisión.**- anual.

(OE7) Favorecer el cambio cultural para la transición hacia una sociedad descarbonizada, impulsando el desarrollo y la investigación.

OE7-IE1 Mejora en el Índice Madrileño de Concienciación sobre Descarbonización (IMCD).

El éxito de las políticas establecidas inicialmente por la Unión Europea en el avance hacia la descarbonización de la sociedad depende fundamentalmente de la **concienciación de la sociedad**, empresas e instituciones y ciudadanos en la necesidad de progresivamente atenuar las fuentes de emisiones y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. El objetivo es promover la implicación de los diferentes sectores y agentes sociales en los procesos de cambio cultural -a través de la educación, comunicación, capacitación y participación ambiental- que implicará la transición ecológica y energética en la siguiente década.

Con el objetivo de medir la evolución de este parámetro se propone elaborar un índice en base a una encuesta directa y/o datos indirectos y objetivos de la evolución de esta conciencia medioambiental.

Definición. - Creación del índice madrileño de concienciación de la descarbonización en base 100 en la que 100 representa el máximo de concienciación. Este índice se establecerá antes una vez iniciada la estrategia y se revisará cada 2 años.

Situación actual. - N (a establecer durante el primer ejercicio de aplicación de la estrategia).

Objetivo a 2030.- Crecimiento de un 10% sobre el índice inicial ($N*1,1$).

Revisión.- 2 años.

6.5. Correspondencia entre los Objetivos estratégicos y las Áreas de actuación

OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 1	Impulsar la <u>eficiencia energética</u> y fomentar el <u>autoconsumo</u> de fuentes renovables	<p>A.1. Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público</p> <p>A.2. Apoyo al cambio modal</p> <p>A.3. Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones</p> <p>A.4. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes</p> <p>A.5. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes</p> <p>A.6. Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable</p> <p>A.7. Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid</p> <p>A.9.. Certificación y rehabilitación energética de los edificios de los sectores residencial y comercial</p> <p>A.10. Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos</p> <p>A.11. Renovación de aparatos que consumen energía</p> <p>A.12. Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial</p> <p>A.13. Alumbrado público eficiente</p> <p>A.22. Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de procesos</p> <p>A.23. Fomento de la cogeneración de alta eficiencia</p> <p>A.24. Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria</p> <p>A.30. Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular</p> <p>A.36. Mejora de la eficiencia energética en las explotaciones agrarias y la maquinaria agrícola</p>



OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 2	Contribuir a la mejora de la <u>disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía</u> a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento	<p>A.14.. Garantizar la calidad y continuidad del suministro energético</p> <p>A.15.. Adaptación de las redes eléctricas para la integración de generación distribuida</p> <p>A.19. Promoción de las empresas de servicios energéticos</p> <p>A.20. Apoyo a la creación de comunidades energéticas</p> <p>A.21. Protección de los consumidores de energía</p>
OE 3	Promover el crecimiento de la <u>producción de energía eléctrica y térmica con fuentes renovables</u> o bajas en carbono	<p>A.16. Fomento de la instalación de tecnologías de generación eléctrica renovable</p> <p>A.17. Fomento del despliegue de tecnologías de almacenamiento energético</p> <p>A.18. Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la comunidad de Madrid</p> <p>A.26. Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial</p> <p>A.27. Eficiencia energética y energía renovable en la gestión del agua</p> <p>A.28. Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles</p> <p>A.33. Impulso de las energías renovables térmicas</p> <p>A.34. Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía</p> <p>A.35. Favorecer el desarrollo de los combustibles sintéticos</p> <p>A.37. Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias</p>
OE 4	Reducir las <u>emisiones de gases de efecto invernadero</u> , fomentando la captación de carbono y los sumideros.	<p>A.25. Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados en el sector industrial y comercial</p> <p>A.38. Reducción de emisiones de metano y amoníaco en el sector ganadero</p> <p>A.40. Fomento de la agricultura del carbono</p> <p>A.41. Gestión forestal sostenible y resiliente</p> <p>A.46. Fomento de la silvicultura del carbono</p> <p>A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales</p> <p>A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía</p> <p>A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización</p> <p>A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática</p>



OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
OE 5	<p>Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos para alcanzar objetivos de mejora de la calidad del aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> A.1. Uso eficiente de los medios de transporte y promoción del transporte público A.2. Apoyo al cambio modal A.3. Impulso a la movilidad eléctrica y baja en emisiones A.4. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.5. Impulso a la transformación de las flotas de transporte de viajeros y mercancías mediante el uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes A.6. Impulso a la movilidad basada en el hidrógeno 100 % renovable A.7. Implementación de zonas de bajas emisiones en los municipios de la Comunidad de Madrid A.8. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid A.9. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid A.10. Certificación, rehabilitación energética y autoconsumo en los edificios públicos A.11. Renovación de aparatos que consumen energía A.12. Apoyo al autoconsumo renovable tanto individual como compartido en el sector residencial y comercial A.13. Alumbrado público eficiente A.18. Fomento de las tecnologías del hidrógeno en la comunidad de Madrid A.19. Promoción de las empresas de servicios energéticos A.22. Aprovechamiento del calor residual y gestión eficiente de procesos A.23. Fomento de la cogeneración de alta eficiencia A.24. Desarrollo e impulso de medidas de eficiencia energética en la industria A.26. Incorporación de renovables en el sector industrial en el marco del plan industrial A.27. Eficiencia energética y energía renovable en la gestión del agua A.31. Utilización de residuos para generación de gases renovables y biocombustibles A.34. Introducir y favorecer la implantación de la energía geotérmica de alta entalpía A.37. Fomento del uso de energías renovables en las explotaciones agrarias A.38. Reducción de emisiones de metano y amoníaco en el sector ganadero



OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
		<p>A.42. Fomento del uso de biomasa forestal sostenible</p> <p>A.43. Mejora de la biodiversidad</p> <p>A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales</p> <p>A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía</p> <p>A.52. Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas</p> <p>A.53. Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización</p> <p>A.54. Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático</p> <p>A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización</p> <p>A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática</p>
OE 6	<p>Avanzar en un territorio completamente <u>adaptado a las potenciales amenazas climáticas</u></p>	<p>A.9. Actuaciones sobre infraestructuras de transporte de la Comunidad de Madrid</p> <p>A.28. Mejora de la huella hídrica en entornos productivos, comerciales y edificios públicos</p> <p>A.29. Fomento del uso responsable del agua</p> <p>A.32. Mejora de la capacidad de adaptación de los sectores productivos ante los efectos del cambio climático</p> <p>A.39. Fomento de una agricultura y una ganadería sostenibles que contribuyan a la adaptación al cambio climático</p> <p>A.41. Gestión forestal sostenible y resiliente</p> <p>A.43. Mejora de la biodiversidad</p> <p>A.44. Evaluación detallada de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y la red natura 2000</p> <p>A.45. Estudios de impacto, vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el sector agrícola y ganadero</p> <p>A.47. Fortalecer las tareas de prevención de incendios forestales</p> <p>A.48. Protección frente a inundaciones</p>



OBJETIVO	DENOMINACIÓN DEL OBJETIVO	Áreas de actuación
		<p>A.49. Elaboración de planes y acciones municipales de adaptación al cambio climático</p> <p>A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía</p> <p>A.55. Incorporación de la componente climática en las políticas regionales</p>
OE 7	<p>Favorecer el cambio cultural para la <u>transición hacia una sociedad descarbonizada</u>, impulsando el desarrollo y la investigación.</p>	<p>A.50. Formación en materia de cambio climático, calidad del aire y energía</p> <p>A.51. Impulso de i+d+i</p> <p>A.52. Acceso a la información sobre energía, calidad del aire y cambio climático para ciudadanos y empresas</p> <p>A.53. Concienciación y sensibilización de la sociedad en relación con la descarbonización</p> <p>A.54. Mantener y mejorar las redes de información relacionadas con la calidad del aire y el cambio climático</p> <p>A.55. Incorporación de la componente climática en las políticas regionales</p> <p>A.56. Contratación pública verde basada en el fomento de las energías renovables y la descarbonización</p> <p>A.58 Liderazgo de la administración regional en el fomento y apoyo a la transición energética y Climática</p>

Tabla 39. Correspondencia entre los objetivos estratégicos y las áreas de actuación (Fuente: Elaboración propia).

7. *ESCENARIOS*

La presente sección describe el método de trabajo seguido para la elaboración de escenarios para 2030, que ha partido de un análisis específico del sector energético, por un lado, y de las cuestiones de clima y calidad del aire, por otro, para luego integrar en una visión única los resultados obtenidos.

El primer paso del método de trabajo establecido ha consistido en la elaboración de un diagnóstico avanzado sobre la energía, focalizado en el estudio de los antecedentes relevantes para la Comunidad de Madrid. A partir de ello, se ha procedido a analizar diversos modelos de política energética de referencia a nivel nacional e internacional, partiendo del DAFO realizado y ya descrito en el capítulo 3, junto con un panel de expertos externos. Por último, mediante el diseño de un modelado energético prospectivo de la Comunidad de Madrid, se ha llevado a cabo un análisis detallado del sistema energético regional basado en la evaluación de dos escenarios básicos de futuro: un escenario tendencial y un escenario focalizado exclusivamente en la mejora de la intensidad energética a 2030, partiendo de los objetivos del PNIEC.

Debe resaltarse que, en esta primera fase del análisis, no se consideraron las cuestiones que afectan a las emisiones de GEI y gases contaminantes, que fueron objeto de una valoración posterior, una vez realizado el diagnóstico energético, como más adelante se detalla. El motivo para comenzar por el modelado energético se basa en el hecho de que la causa de las emisiones contaminantes reside en las actividades consumidoras de energía, por lo que es preciso conocer el uso de los distintos combustibles en los diferentes sectores para poder valorar correctamente el potencial de ahorro energético y las áreas en las que actuar.

A partir de la modelización energética, la construcción de escenarios ha considerado el nivel de ambición que se refleja en el Anexo 4, que se apoya en un enfoque basado en la compatibilización del compromiso de reducción de la intensidad energética y el impulso del ahorro y la eficiencia energéticas con un compromiso de reducción de las emisiones de GEI, de acuerdo con la normativa europea y estatal.

De la comparación de los escenarios energéticos considerados se deduce el esfuerzo de mejora que se precisa teniendo en cuenta los objetivos estratégicos ya descritos en el capítulo 4, lo que ha retroalimentado la definición de las áreas de actuación, en conjunto orientadas a la transición energética, la descarbonización y la mejora de la calidad del aire.



7.1. Proceso de análisis en materia energética 2030

Como ya se ha indicado, a pesar de que los últimos datos energéticos publicados son los correspondientes a 2020, tal año arroja unos datos singulares en el ámbito energético como consecuencia de la COVID-19. Se entiende, por tanto, que estos datos son meramente coyunturales y que desvirtúan el comportamiento tendencial que ha venido mostrando el sistema energético de la Comunidad de Madrid, por lo que en el modelado energético que se ha seguido en la construcción de los escenarios se ha optado por la utilización de los datos de 2019 como año base, ya que en realidad marca el último año a partir del cual se cuenta con una base coherente con la serie histórica.

En la siguiente ilustración se incluye una conceptualización gráfica del proceso de trabajo.

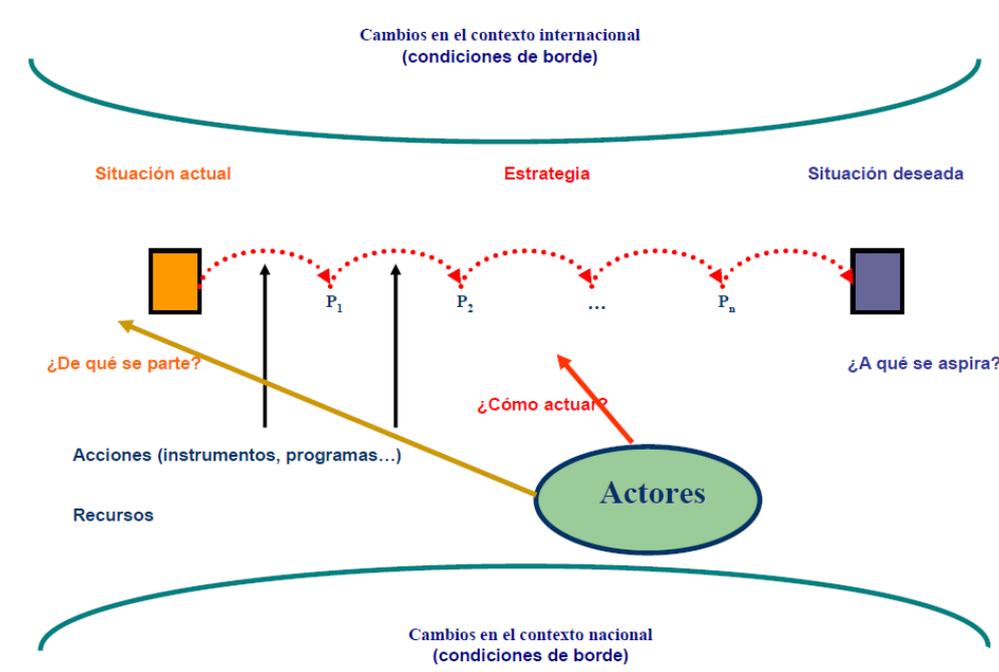


Ilustración 114: Enfoque metodológico del análisis energético

7.1.1. Modelado energético

La planificación energética es el proceso de análisis mediante el cual se evalúa el comportamiento y las necesidades de un sistema energético en el presente, mediante datos históricos, con el objetivo de establecer el comportamiento deseable de dicho sistema en el futuro. La determinación de qué es deseable y qué no pasa por la valoración de los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales derivados del comportamiento del sistema energético. Así, se podría perseguir que el sistema eléctrico futuro de un país fuese el más barato posible tanto para los productores de energía como para los consumidores de esta, aunque las emisiones asociadas a dicho sistema pudieran ser muy altas, lo que iría en detrimento de la salud tanto del medio natural

como de las personas e incumpliría los objetivos en materia climática y de calidad del aire.

Por ello, la planificación energética prospectiva es un proceso analítico orientado al largo plazo y habitualmente basado en el análisis de escenarios. Dichos escenarios se deberían interpretar como alternativas basadas en la filosofía del «qué pasaría si...». Ante este paradigma, el primer escenario de análisis suele ser el llamado «tendencial» (*Business-as-Usual*, BaU, en inglés), que representaría el comportamiento del sistema energético en el caso de no llevarse a cabo nuevas medidas o actuaciones. A partir de este escenario, frecuentemente indeseable (plantea la base de evaluación que se pretende cambiar), se llevan a cabo escenarios alternativos en los que se introducen las medidas de interés que sirven para descarbonizar la economía, mejorar la sostenibilidad, luchar contra la pobreza energética, etc.

El diseño de objetivos de una estrategia es el resultado de un proceso de análisis y evaluación de escenarios juntamente con la visión de futuro y la definición de compromisos.

En el caso del PNIEC, este proceso se apoya en una modelización energética prospectiva basada en el modelo TIMES-Sinergia, de resolución nacional. Para el caso de la Comunidad de Madrid, atendiendo a la disponibilidad de datos y complejidad que supondría el desarrollo de un modelo equivalente al utilizado en el PNIEC se ha optado por un modelo adaptado mediante el software *Low Emissions Alternative Platform* (LEAP), plataforma reconocida a nivel internacional para la creación de modelos energéticos tanto a escala nacional como regional y que se define como una herramienta diseñada para la caracterización y monitorización del consumo y producción de energía en todos los sectores económicos.

La herramienta LEAP está enfocada para la creación de escenarios a medio y largo plazo en forma de narrativas consistentes de la evolución de los sistemas energéticos en el tiempo para su posterior evaluación.

En un primer análisis, se ha valorado, en términos puramente energéticos, un escenario tendencial en el que se ha estudiado la posible evolución del consumo energético de la Comunidad de Madrid de forma desagregada para los sectores económicos y combustibles más relevantes, manteniendo la desagregación por sectores y combustibles utilizada en los Balances Energéticos de la Comunidad de Madrid elaborados por la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Esta estructura de modelado facilitará además la evaluación de los impactos de la Estrategia a través de dichos balances energéticos anuales de una manera directa.

De esta manera, el modelo energético basado en LEAP se fundamenta en el balance energético para el año de referencia (como ya se indicó, se toma el del año 2019). Este año base refleja la situación de partida del Comunidad de Madrid y describe los flujos energéticos principales que tienen lugar y que son representados a través del correspondiente diagrama Sankey. El detalle de dicho año base se ha realizado a través de datos del balance energético de la Comunidad de Madrid de la Fundación de la

Energía de la Comunidad de Madrid, manteniendo su estructura y desagregación. Así, se construye una estructura de árbol tanto para la generación como para el consumo que constituye la fase inicial del modelo.

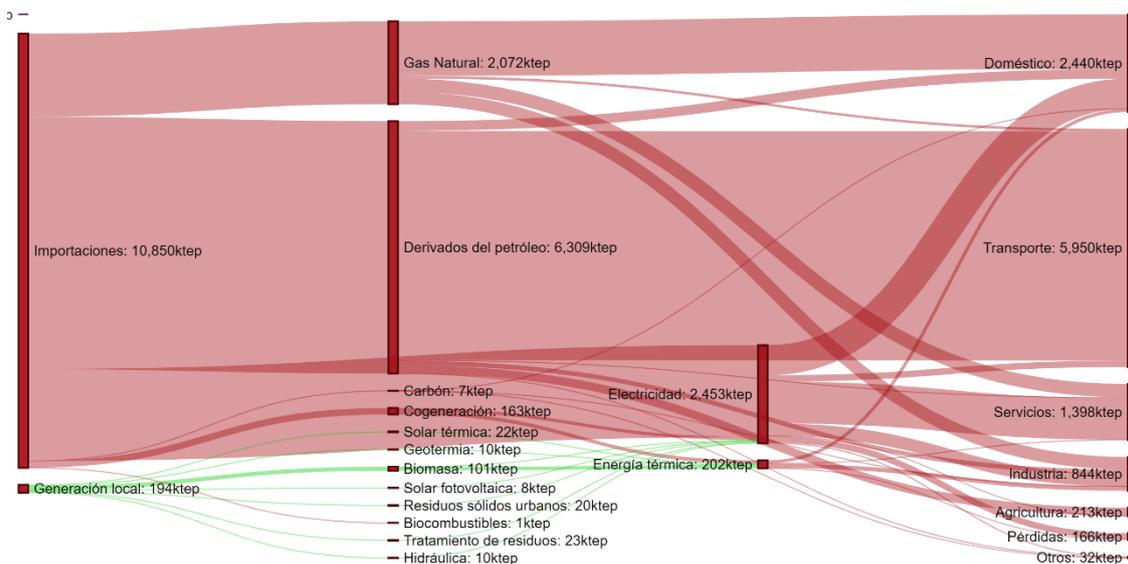


Ilustración 115 Diagrama Sankey con el balance energético de la Comunidad de Madrid (2019). (Fuente: Elaboración propia)

Para la construcción del **escenario tendencial** se recogen, además, los datos de consumo histórico para todos los sectores desde el año 2000. Con esta información y los datos de carácter socioeconómico, como el PIB, PIB per cápita o la población, se evalúan las posibles correlaciones temporales entre series de datos y se proyecta la evolución de los indicadores energéticos a futuro.

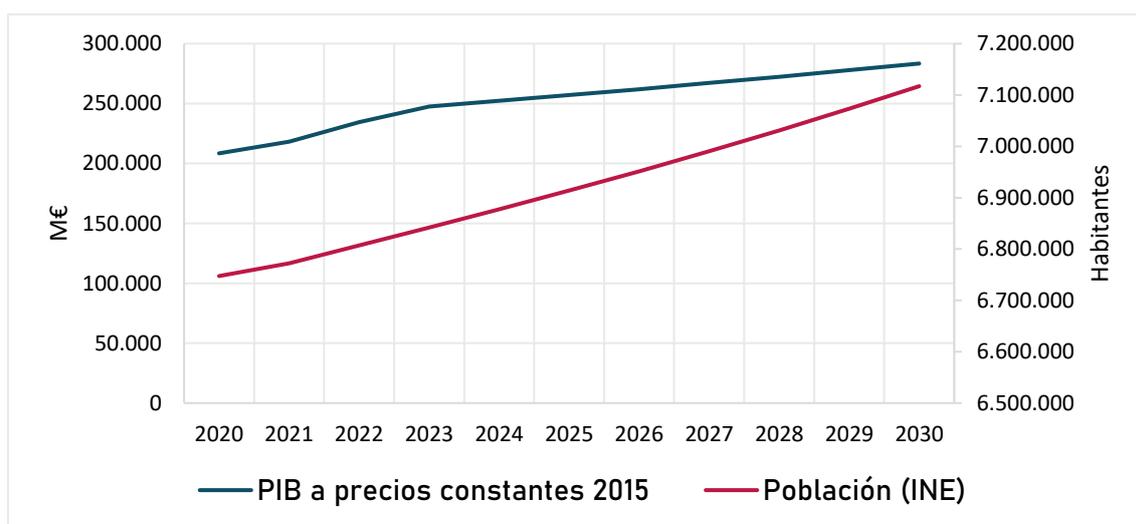


Ilustración 116. Proyecciones consideradas en el modelado energético para la población y el PIB de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia e INE)



Este escenario tendencial pretende ser una proyección lo más realista posible del sistema actual en el caso de que no se alteren los patrones pasados que puedan afectar al sistema energético, más allá de lo ya comprometido en planes y programas presupuestarios, teniendo en cuenta la inercia del propio sistema. De esta manera, se establece un marco de referencia (una base de comparación) fruto de una exploración que permitirá evaluar la evolución del sistema con el tiempo.

7.1.2. Objetivos en materia energética

De acuerdo con el objetivo estratégico OE1-IE1 *Intensidad energética*, se asume un **compromiso de reducción de la intensidad energética de un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030**, tomando como referencia el objetivo del PNIEC, definiendo así la intensidad energética objetivo para todo el período de modelización, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

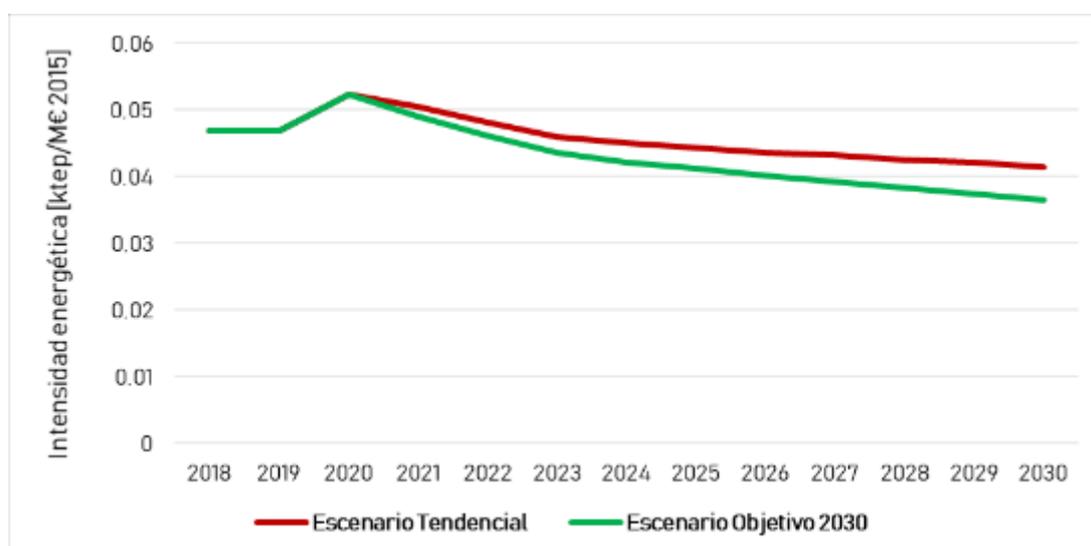


Ilustración 117. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE))

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tendencial	0,0468	0,0468	0,0522	0,0505	0,048	0,0459	0,0449	0,0443	0,0436	0,0431	0,0425	0,042	0,0414
Objetivo	0,0468	0,0468	0,0522	0,0489	0,046	0,0436	0,0421	0,0411	0,0401	0,0392	0,0383	0,0374	0,0365

Tabla 40. Evolución histórica y proyectada de la intensidad energética en la Comunidad de Madrid. (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y MITERD, (estimaciones para 2020 basadas en datos provisionales de PIB nacional y consumo de electricidad de REE)).

Dado que la intensidad energética se define como la ratio entre el consumo de energía final y el PIB, para la evolución del PIB que se presenta a continuación, se obtiene el consumo energético objetivo de la Comunidad de Madrid (ver Tabla 41).

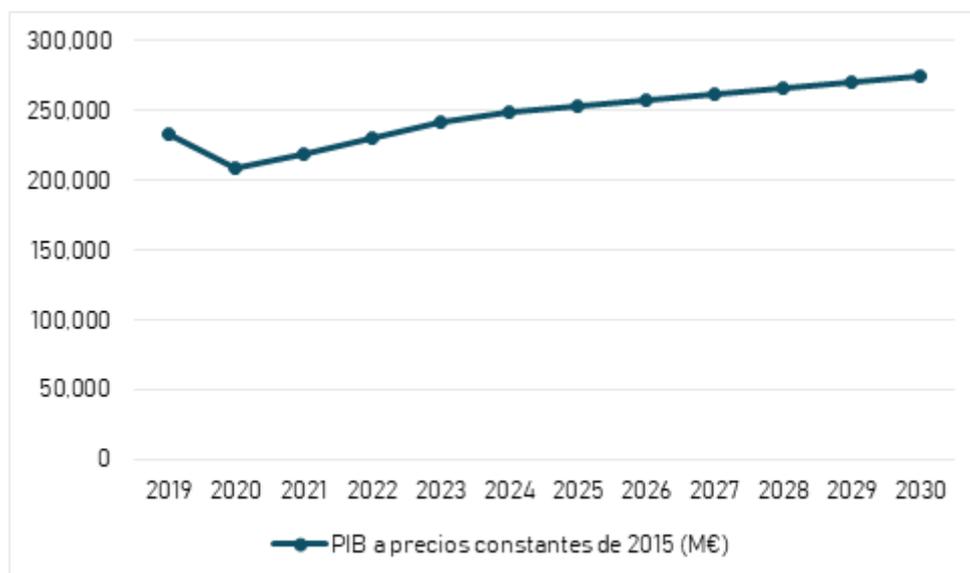


Ilustración 118. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas⁷⁶, BBVA Research⁷⁷ y AIREF⁷⁸). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom⁷⁹.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB a precios constantes 2015 (M€)	232.215	208.473	218.271	230.423	241.595	248.276	252.747	257.217	261.688	266.159	270.629	275.100

Tabla 41. Proyección del PIB (M€) de la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia y basado en Funcas , BBVA Research y AIREF). Nota: proyección asumida en junio de 2021. Los últimos datos oficiales de PIB por CCAA de INE corresponden a 2019. Se ha utilizado el valor de referencia proporcionado por Fenercom

Asimismo, dada la evolución considerada del PIB, se asume que la reducción de la intensidad energética, como se muestra en la Ilustración 117 y en la Tabla 40, va a ser la misma para los distintos escenarios que abajo se describen, salvo ligeras diferencias en el sector servicios, como luego se explicará.

⁷⁶https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2020/12/Previsiones-econ%C3%B3micas-de-las-CCAA_2020-diciembre-Madrid.pdf

⁷⁷<https://www.bbvaesearch.com/publicaciones/espana-situacion-madrid-2020/>

⁷⁸<https://www.airef.es/wp-content/uploads/2021/10/AVALESMACRO/211027-Informe-Previsiones-Macro-Madrid-.pdf>

⁷⁹<https://www.fenercom.com/planes/situacion-energetica/>

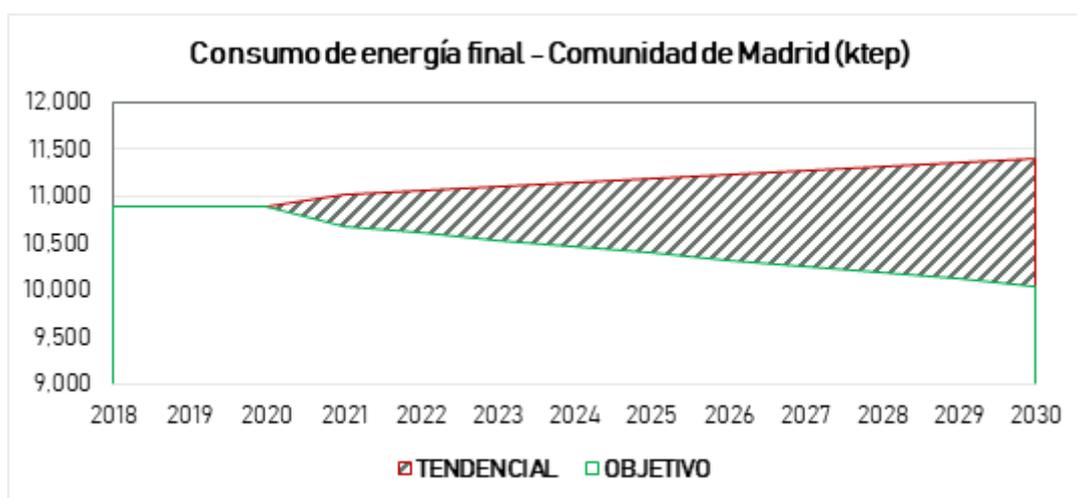


Ilustración 119. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TENDENCIAL (ktep)	10882	10877	10877	11012	11055	11098	11141	11184	11227	11270	11313	11356	11399
OBJETIVO (ktep)	10882	10877	10877	10670	10600	10530	10461	10391	10321	10251	10182	10112	10042

Tabla 42. Proyección del consumo de energía final en la Comunidad de Madrid – escenarios tendencial y objetivo (Fuente: Elaboración propia).

Para lograr dicho propósito, el consumo de energía final de la Comunidad de Madrid habría de pasar de los 10.877 ktep (2019) a los 10.042 ktep en 2030. En términos comparativos, cabe señalar que el escenario tendencial alcanzaría los 11.399 ktep en 2030. Por ello, el área señalada en la Ilustración 119 muestra el nivel de esfuerzo en términos de ahorro acumulado del consumo de energía final. Dicha área supone un ahorro total de 503 ktep.

7.2. Proceso de análisis en materia de Clima y Calidad del Aire 2030

El desarrollo de las políticas encaminadas a la mejora de la calidad del aire se enmarca en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que dispone que las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias, adoptarán las medidas necesarias para mantener y, en su caso, mejorar la calidad del aire ambiente.

Como respuesta a esta obligación normativa, la Comunidad de Madrid ha ido elaborando diferentes documentos de planificación, como es el caso de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático 2013-2020, el denominado Plan Azul+, predecesor de esta Estrategia de Energía, Clima y Aire para el horizonte 2030 en tales materias.

En su capítulo V, la citada Ley 34/2007, de 15 de noviembre, contempla diferentes instrumentos encaminados a fomentar e incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación para prevenir y reducir la contaminación atmosférica y sus efectos en las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Para alcanzar estos fines, se recoge la posibilidad de suscribir convenios voluntarios, con el fin último de contribuir a la protección de la atmósfera desde todos los ámbitos sociales.

Por todo ello, la Comunidad de Madrid ha establecido un convenio de colaboración con el Grupo de Investigación Tecnologías Industriales y Recursos Ambientales, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), para realizar los trabajos de «Modelización de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid». Por su parte, este proyecto permite a la UPM realizar trabajos de investigación y desarrollo encaminados al desarrollo de técnicas de modelización de la calidad del aire.

Entre los trabajos a realizar en el marco de este convenio se encuentran el **análisis de contribución de fuentes**, que se describe en el apartado 2.3 de este documento y que tiene por objeto el atribuir a los diferentes sectores (industria, transporte, residencial, etc.) su contribución a las concentraciones en el aire ambiente de los principales contaminantes en la Comunidad de Madrid. Esta información es esencial para entender el margen de mejora asociado a cada uno de los sectores y orientar las medidas de reducción de emisiones de esta Estrategia de forma óptima. Los contaminantes analizados en este estudio son el óxido de nitrógeno (NO_2), las partículas (PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$) y el ozono (O_3), que son los compuestos más relevantes de cara al cumplimiento de la normativa vigente sobre calidad del aire, Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y debido a sus impactos negativos en la salud y los ecosistemas.

Así mismo, tal y como se explica en el apartado 4.4 de este documento, se ha realizado un estudio para poder definir el nivel de ambición que debe tener la Estrategia, teniendo en cuenta la valoración del impacto en calidad del aire de medidas de reducción de emisiones simuladas en el pasado (en el contexto del Plan Azul+) y el análisis de contribución de fuentes realizado dentro del convenio. Tal como se indica en el citado apartado, el objetivo final es dar una estimación aproximada de la magnitud de las reducciones de emisiones que es necesaria para dar cumplimiento a la normativa en materia de calidad del aire. Asimismo, y dado que la Estrategia pretende ser también un instrumento para la descarbonización de la economía madrileña, el estudio concluye sobre el nivel de ambición necesario para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Una vez realizados ambos estudios y definidas en esta Estrategia las áreas de actuación hacia las que se van a dirigir los esfuerzos durante los próximos años con el fin de alcanzar los objetivos estratégicos establecidos en su punto 4, se ha realizado una evaluación preliminar del efecto que dichas actuaciones pueden tener en la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, así como en los gases de efecto invernadero.



Cabe señalar que las interrelaciones entre calidad del aire y cambio climático hacen necesaria una aproximación conjunta a ambos problemas. Sin embargo, la diferencia en las escalas espaciotemporales relevantes, los procesos y sustancias de interés y aspectos relacionados con la regulación y gobernanza de ambos ámbitos, dificultan en gran medida el planteamiento de objetivos de reducción consistentes.

La necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la existencia de compromisos a nivel internacional ha facilitado que las distintas administraciones definan objetivos a medio plazo como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Esta Estrategia, consistentemente con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, plantea reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero en, al menos, un 23 % respecto del año 1990, lo que implica disminuir las emisiones directas actuales (en base al Inventario de emisiones del año 2020, serie 1990-2018) en casi un 50 %, es decir, una disminución de más de 10 000 kt de CO₂ equivalente.

En cuanto a los contaminantes atmosféricos, establecer reducciones de emisiones basadas en la consecución de determinados niveles de calidad del aire resulta muy complejo, ya que los niveles de concentración dependen de numerosos procesos fisicoquímicos, habitualmente no lineales y que además están condicionados, entre otros factores, por las emisiones a nivel nacional o internacional y las condiciones atmosféricas. Por este motivo, no es posible garantizar que un plan de reducción de emisiones a nivel regional o local cumpla una determinada normativa, como el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, actualmente en vigor, o la futura Directiva de calidad del aire que establecerá los valores límite a cumplir a partir de 2030.

Por otra parte, es necesario señalar que mientras las emisiones de la Comunidad de Madrid para los principales compuestos relevantes para la calidad del aire, tales como NO_x o PM_{2,5} se han reducido sustancialmente en la última década, las emisiones de CO₂-equivalente actuales son muy superiores a las del año 1990, utilizado como referencia para GEI. Esto sugiere que las reducciones en este ámbito han de ser mucho más exigentes.

Por todo lo anteriormente expuesto, la presente Estrategia plantea un objetivo de reducción de GEI compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática del Ayuntamiento de Madrid. Esto implicará acometer una serie de actuaciones de enorme calado sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI), con reducciones de emisiones superiores al 60 % (respecto a 2018) en ambos casos. Según se indica en el estudio del nivel de ambición antes citado, las reducciones aparejadas para otros contaminantes gracias a la implementación de estas medidas, tendrían un efecto notable en la calidad del aire global.

De esta forma, la siguiente tarea a realizar en el marco del convenio de investigación con la UPM consiste en una simulación centrada en estudiar el efecto que tendría este objetivo de emisiones en el año 2030, manteniendo constante las condiciones de contorno; es decir, sin considerar el posible efecto de medidas y estrategias a nivel



nacional o internacional, fuera del ámbito competencial de la Comunidad de Madrid y que carecen del detalle suficiente para su integración en este ejercicio.

Dado el diseño del experimento, los resultados de la simulación permitirán evaluar el grado de compatibilidad de las políticas climáticas en curso con la revisión de los valores límite de concentración de contaminantes atmosféricos en el aire ambiente actualmente en discusión. Esto generará información relevante para valorar la proporcionalidad entre objetivos climáticos y de calidad del aire específicamente para la región de Madrid y facilitará la identificación de estrategias efectivas en ambos ámbitos con el objeto de asegurar la contribución de la Comunidad a la consecución de los objetivos globales asociados al cambio climático y minimizar la exposición de sus ciudadanos a la contaminación atmosférica.

7.3. Definición de escenarios por sectores

De acuerdo con lo descrito hasta aquí, conforme al **OE1-IE1 Intensidad energética**, se asume un compromiso de reducción de la intensidad energética un 2,53 % anual promedio entre 2021 y 2030.

En segundo lugar, de conformidad con el **OE4-IE1 Toneladas equivalentes de CO₂/número de habitantes**, las emisiones de GEI en 2030 deberían ser aproximadamente la mitad que las de 2018, si se considera la aplicación proporcional en la Comunidad de Madrid de los objetivos a nivel nacional del PNIEC y se tiene en cuenta, dada la relevancia de la Capital en términos de emisiones, los objetivos propios, ya asumidos en la materia, del Ayuntamiento de Madrid. Ello, como se ha discutido, supondría, asimismo, una reducción de emisiones de NO_x de un orden de magnitud similar, lo que contribuiría decisivamente al cumplimiento de los objetivos de calidad del aire definidos en la normativa europea y nacional, atendiendo así el **OE5-IE1. Valor medio anual de concentración de NO₂ registrado en las estaciones de control de la calidad del aire la Comunidad de Madrid**.

Valorados los objetivos a cumplir, se ha concluido en que es necesario un cambio de combustibles intra-sectorial tal que se favorezca la descarbonización, como se explica abajo en cada una de las tablas por sectores. Dicha descarbonización debe centrarse, en primer lugar, en la retirada de combustibles fósiles del sector transporte favoreciendo, por un lado, la penetración de la energía eléctrica y de otros combustibles alternativos y, por otro, el uso de medios no motorizados. De forma similar, en el sector doméstico o residencial se debe favorecer la electrificación, el calor renovable y la retirada de combustibles fósiles, entre otras posibles actuaciones. En ambos casos, se definen dos escenarios, uno de baja electrificación (BE), donde la tendencia hacia la descarbonización es moderada y otro de alta electrificación (AE), que asume un crecimiento más intenso de las tecnologías con menor producción de carbono en la fase final del ciclo temporal considerado, consiguiendo así los objetivos de reducción de emisiones.

La definición de los escenarios de baja electrificación por sectores permite una visión prospectiva con el fin de anticipar los efectos de una descarbonización más lenta de lo deseable, y poder valorar cambios en la Estrategia y en los planes que deriven de ella, así como acciones adaptativas para reconducir la transición. A los mismos efectos prospectivos, se ha definido en el sector doméstico un tercer escenario, de electrificación media, como se verá a continuación.

En el caso del **sector del transporte**, el escenario tendencial supone un incremento del consumo de energía, asociado al aumento del consumo de combustible fósiles, y muy baja electrificación. El escenario de alta electrificación (AE) asume una intensa reducción del uso de los combustibles fósiles a la par que se produce una mayor electrificación de los vehículos o, en cualquier caso, de la presencia de vehículos cero emisiones, y un cambio significativo del reparto modal, con la proyección de una reducción del 23 % de los recorridos realizados por el vehículo privado, en línea con el objetivo del plan de movilidad sostenible del Ayuntamiento de Madrid. El escenario de baja electrificación (BE), supone la tendencia a una descarbonización más lenta, si bien se sigue cumpliendo la previsión de un descenso progresivo en la intensidad energética. De acuerdo con lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial, de baja electrificación y de alta electrificación en el sector transporte se muestra en la siguiente Tabla 43.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.693	5.730	5.768	5.805	5.842	5.880	5.917	5.954	5.992	6.029
Electricidad	204	160	160	207	208	209	211	212	213	214	215	216	217
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
Biocombustibles	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	5.846	5.950	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343
AE	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.461	5.421	5.349	5.232	5.106	4.879	4.689	4.435	4.135	3.647
Electricidad	204	160	160	241	253	296	385	483	683	845	1.070	1.342	1.803
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	59	58	58	57	57	56	56	55	55	54
Biocombustibles	1	0	0	26	34	42	51	59	67	75	84	92	100
Total	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604
BE	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	5.581	5.728	5.728	5.461	5.421	5.381	5.341	5.300	5.260	5.220	5.180	5.140	5.100
Electricidad	204	160	160	241	253	265	277	289	301	314	326	338	350
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	60	62	62	59	58	58	57	57	56	56	55	55	54
Biocombustibles	1	0	0	26	34	42	51	59	67	75	84	92	100
Total	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604

*Tabla 43. Proyección del consumo de energía final para el sector del transporte en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta y baja electrificación (ktep).
(Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).*

Así, de los 5.728 ktep de 2019 debidos a derivados del petróleo (gasóleos y gasolina), en el escenario AE se bajaría a un consumo de 3.647 ktep en 2030, lo que lleva aparejada una ambiciosa penetración de los vehículos cero emisiones en el parque circulante, que pasaría de 160 ktep de consumo final en 2019 a 1.803 ktep en 2030 y una transferencia modal importante a favor del transporte público y la movilidad no motorizada. De modo similar, los biocombustibles avanzados pasarían de apenas 1 ktep en la actualidad a los 100 ktep en 2030.

Para el escenario BE, se mantiene la hipótesis de una reducción del consumo total del sector asociada a una mejora relativa en el reparto modal, con menos desplazamientos en transporte público y no motorizados, y una menor penetración de los vehículos cero emisiones. El consumo pasaría, como en el escenario de AE, de los 5.728 ktep de 2019 debidos a derivados del petróleo a un consumo de 5.100 ktep en 2030, si bien la penetración de los vehículos cero emisiones, que pasarían de 160 ktep de consumo final a 350 ktep en 2030, sería mucho menos intensa. Los biocombustibles, como en el caso del escenario AE, supondrían 100 ktep de consumo en 2030.

El **sector doméstico** muestra actualmente una altísima presencia del gas natural en servicios de uso final, que incluso se incrementaría en el escenario tendencial. El escenario de alta electrificación (AE) parte de una reducción muy significativa de los combustibles fósiles, con la sustitución de las calderas de gas natural, a la par que se otorga un mayor peso a las energías térmicas renovables, con un protagonismo esencial de la electrificación mediante la penetración de la bomba de calor y la aerotermia, una mejora de la eficiencia global y del uso de los equipos, todo ello acompañado por una extensa rehabilitación energética del parque edificado. Tal escenario es coherente con la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática de la Ciudad de Madrid en 2050 y con la consecución de los objetivos de descarbonización globales de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid a 2030.

Se plantean, no obstante, como hipótesis, dos posibles escenarios de media (ME) y baja (BE) electrificación, manteniendo la reducción del consumo energético, lo que supondría, en ambos casos, la necesidad de emprender acciones, más intensas en el caso BE, con vistas a la descarbonización del sector.

De acuerdo con lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible en el sector doméstico para los distintos escenarios se muestra en la siguiente Tabla 44.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	211	194	176	158	140	122	104	86	69	51
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Energía térmica	83	80	80	82	82	82	82	81	81	81	81	80	80
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.385	1.402	1.420	1.438	1.456	1.474	1.492	1.509	1.527	1.545

Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.459	2.460	2.461	2.462	2.463	2.464	2.466	2.467	2.468	2.469
AE	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	792	834	916	987	1.073	1.208	1.454
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	132	167	212	262	323	393
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1.238	1.160	1.035	910	765	561	236
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.333	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
ME	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	786	811	858	888	923	997	1.109
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	121	142	163	194	227	274
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1.242	1.194	1.118	1.058	983	868	700
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
BE	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
Derivados del petróleo	265	240	240	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0
Electricidad	773	751	751	778	780	781	783	785	786	788	790	791	793
Energía térmica	83	80	80	95	99	103	107	110	114	118	122	126	130
Gas natural	1.331	1.365	1.365	1.288	1.274	1.260	1.246	1.231	1.217	1.203	1.189	1.174	1.160
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083

Tabla 44. Proyección del consumo de energía final para el sector doméstico en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de alta, media y baja electrificación (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

Como se observa, el escenario AE supone que el consumo final del gas natural en el sector doméstico pase de 1.365 ktep en 2019 a tan solo 236 ktep en 2030. De igual modo, se produciría una retirada total de los derivados del petróleo que en 2018 suponían 240 ktep, abriendo la puerta a un aumento relevante del uso de calor (energía térmica) mediante tecnologías renovables, como la geotermia, la solar térmica de baja temperatura o la biomasa. En cualquier caso, la apuesta más contundente es la de la electrificación, pasando de 751 ktep a 1.454 ktep en 2030.

En el escenario BE en el sector doméstico, el gas natural pasaría de 1.365 ktep en 2019 a 1.160 ktep en 2030. De igual modo, se considera que habrá una retirada total de los derivados del petróleo, sustituido, como en el escenario de alta electrificación, aunque de manera menos intensa, por energía térmica. La electrificación pasaría, en este escenario, de 751 ktep a 793 ktep en 2030.

En el escenario ME, una situación intermedia entre la dos anteriores, el gas natural pasaría de 1.365 ktep en 2019 a 700 ktep en 2030, la electrificación aumentaría de 751

a 1.109 ktep, se produciría un abandono completo de los derivados del petróleo y habría algo más de energía térmica que en el caso de baja electrificación.

El sector servicios en la Comunidad de Madrid muestra un perfil altamente electrificado en términos de consumo final, lo que avala la aspiración de que los derivados del petróleo desaparezcan en 2030 mientras que el gas natural reduciría aún más su presencia. De acuerdo con ello, en el escenario tendencial se profundizaría en el proceso de electrificación (pasando de un consumo de 1.042 ktep en 2019 a 1.217 ktep en 2030) y el sector aprovecharía también, en un grado menor, el incremento previsto de las energías térmicas renovables, si bien el consumo total de energía aumentaría.

En este caso, dada la gran electrificación del sector, se plantean dos escenarios en la senda de la descarbonización teniendo en cuenta la posible evolución el consumo total de energía. Bajo una primera hipótesis (escenario de mantenimiento del consumo energético, MC), se prevé que el total del consumo energético final del sector se mantenga en 2030 con relación a 2019, o sea levemente superior, gracias a las medidas de eficiencia, con una notable contribución de las energías térmicas renovables y un ligero aumento, el que se considera factible dada la su magnitud actual, de la electrificación, que pasaría de suponer 1.042 ktep en 2019 a 1.255 ktep en 2030.

Como segunda hipótesis (escenario de aumento del consumo energético, AC), y dado el gran peso del sector en el PIB regional, se plantea que el total del consumo energético final del sector sea levemente superior en 2030 que en 2019, por la posible insuficiencia de las medidas de eficiencia, con un mantenimiento residual de los derivados del petróleo y una menor penetración de las energías térmicas renovables y de la electrificación, que sería, en este caso, comparable a la del escenario tendencial en números absolutos (aunque mayor en proporción frente al consumo global del sector).

De esta forma, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios de reducción y de aumento del consumo en el sector servicios se muestra en la siguiente Tabla 45.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26
Gas natural	325	333	333	367	381	395	409	422	436	450	464	478	492
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742
MC	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	12	10	8	6	4	2	0
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.230	1.255
Energía térmica	6	6	6	14	16	19	21	24	28	39	54	72	92

Gas natural	325	333	333	313	308	304	292	280	258	230	186	125	58
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.495	1.486	1.475	1.465	1.443	1.427	1.405
AC	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	18	17	17	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Electricidad	1.133	1.042	1.042	1.154	1.161	1.168	1.175	1.182	1.189	1.196	1.203	1.210	1.217
Energía térmica	6	6	6	14	16	19	21	24	26	29	31	34	36
Gas natural	325	333	333	313	308	304	300	296	292	288	283	279	275
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.509	1.513	1.517	1.522	1.526	1.531	1.535

Tabla 45. Proyección del consumo de energía final para el sector servicios en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial, de mantenimiento y de aumento del consumo energético (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

El sector industrial en la Comunidad de Madrid tiene poco peso relativo, tanto en términos económicos como de consumo de energía. Se espera que el escenario 2030 favorezca, en cualquier caso, medidas de eficiencia que produzcan una reducción de los consumos de energía eléctrica y de gas natural, aumentándose los aprovechamientos de energía térmica, tanto por calor residual como por uso de renovables (por ejemplo, biomasa). Por otro lado, se considera factible la asunción de la retirada de los derivados del petróleo.

De esta forma, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial y de eficiencia en el sector industrial se muestra en la siguiente Tabla 46.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	316	307	298	289	280	271	262	253	244	235
Energía térmica	87	105	105	94	96	99	101	103	106	108	110	113	115
Gas natural	304	312	312	299	298	296	295	293	291	290	288	287	285
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635
EFICIENCIA	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	93	113	113	70	62	54	47	39	31	23	16	8	0
Electricidad	343	313	313	319	311	303	296	288	280	272	264	256	248
Energía térmica	87	105	105	98	101	105	109	112	116	119	123	126	130
Gas natural	304	312	312	286	279	273	267	261	255	249	242	236	230
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	828	844	844	773	755	736	718	700	681	663	645	626	608

Tabla 46. Proyección del consumo de energía final para el sector industrial en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

En el caso del **sector primario**, los esfuerzos deben dirigirse al despliegue del uso de los biocombustibles avanzados y la electrificación siempre que sea posible, dados los diversos usos específicos de la energía y las dificultades aparejadas. Se considera que se producirá una retirada progresiva de los derivados del petróleo (gasóleo) pasando de 207 ktep actualmente a 135 ktep en 2030.

Además, existen otros dos sectores de actividad, de acuerdo con la desagregación de los balances energéticos de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid denominados «sector energético» y «otros», cuyos consumos de energía final son pequeños. Por ello, no se han supuesto hipótesis de mejora sobre dichos sectores, pero sí que se han computado en el total de consumo de energía final junto con el resto de los sectores (aparecen con los mismos valores en el escenario tendencial y en el escenario a 2030; ver Tabla 48).

De acuerdo con todo lo anterior, el consumo de energía final por tipo de combustible para los escenarios tendencial y eficiente en 2030 en el sector primario se muestra en la siguiente Tabla 47.

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	208	203	198	193	187	182	177	172	167	162
Electricidad	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169
EFICIENCIA	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Carbón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derivados del petróleo	223	207	207	201	194	186	179	172	164	157	150	142	135
Electricidad	6	6	6	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15
Energía térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles	0	0	0	6	7	9	11	13	15	17	18	20	22
Total	230	213	213	216	211	206	201	196	191	187	182	177	172

Tabla 47. Proyección del consumo de energía final para el sector primario en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

De la construcción del escenario tendencial y los escenarios de alta electrificación y bajo consumo en los distintos sectores, como se ha descrito en las tablas precedentes, se obtiene la proyección tendencial de la energía final, en comparación con la ambición que persigue esta Estrategia para 2030, como puede comprobarse en la siguiente Tabla (ver Tabla 48)

TENDENCIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TRANSPORTE	5.846	5.950	5.950	5.970	6.012	6.053	6.095	6.136	6.177	6.219	6.260	6.302	6.343
DOMÉSTICO	2.456	2.440	2.440	2.459	2.460	2.461	2.462	2.463	2.464	2.466	2.467	2.468	2.469
SERVICIOS	1.482	1.398	1.398	1.549	1.570	1.592	1.613	1.635	1.656	1.678	1.699	1.721	1.742
INDUSTRIA	828	844	844	780	764	748	732	715	699	683	667	651	635
PRIMARIO	230	213	213	215	210	205	200	195	190	185	180	174	169
OTROS	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6
SECTOR ENERGÉTICO	30	24	24	31	32	32	33	33	33	34	34	35	35
Total (ktep)	10.882	10.877	10.877	11.012	11.055	11.098	11.141	11.184	11.227	11.270	11.313	11.356	11.399
AMBICIÓN	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TRANSPORTE	5.846	5.950	5.950	5.786	5.765	5.745	5.725	5.705	5.685	5.665	5.644	5.624	5.604
DOMÉSTICO	2.456	2.440	2.440	2.363	2.332	2.301	2.270	2.238	2.207	2.176	2.145	2.114	2.083
SERVICIOS	1.482	1.398	1.398	1.495	1.500	1.504	1.495	1.486	1.475	1.465	1.443	1.427	1.405
INDUSTRIA	828	844	844	773	755	736	718	700	681	663	645	626	608
PRIMARIO	230	213	213	216	211	206	201	196	191	187	182	177	172
OTROS	10	8	8	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
SECTOR ENERGÉTICO	30	24	24	31	32	32	33	33	33	34	34	35	35
Total (ktep)	10.882	10.877	10.877	10.670	10.600	10.530	10.448	10.364	10.278	10.196	10.098	10.008	9.912

Tabla 48. Proyección del consumo de energía final por sectores en la Comunidad de Madrid en los escenarios tendencial y de eficiencia (ktep). (Fuente: Elaboración propia basada en Fenercom y en los objetivos estratégicos).

7.4. Cuantificación de las reducciones de emisión GEI, contaminantes atmosféricos y consumo de combustibles en el escenario 2030.

En este apartado se describen brevemente las reducciones de emisiones cuantificadas bajo un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatible con los objetivos nacionales y consistente con la Hoja de ruta para la descarbonización planteada por el Ayuntamiento de Madrid con el escenario temporal 2030. Esto implica una serie de supuestos sobre los sectores del tráfico y residencial, comercial e institucional (RCI) fundamentalmente que, como se ha indicado, tendrían un impacto considerable en otros contaminantes relevantes para la calidad del aire.

El año base se corresponde a 2018, consistentemente con los trabajos previos de diagnóstico realizados en el contexto del Convenio entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid anteriormente mencionado. Los datos de GEI corresponden a los valores reportados en el inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid de acuerdo a la nomenclatura CRF. Los del resto de compuestos se refieren a los datos oficiales conforme a la nomenclatura SNAP (excluyendo las emisiones de aeronaves en fase de crucero, por encima de 1000 m de altura sobre el nivel del suelo), utilizada como referencia para la desagregación espaciotemporal y la especiación

química de las emisiones en el modelo de emisiones del sistema de modelización de la calidad del aire. En todos los casos, las cifras se refieren a las **emisiones totales en base anual**, es decir, no representan cambios de emisión acumulados en el periodo 2018-2030 ni son variaciones medias en ese intervalo temporal.

7.4.1. Sector de Transporte y movilidad

A continuación, se describen las consideraciones asumidas para este sector, tomando como base las áreas de actuación descritas en el capítulo 5 de esta Estrategia:

- **Áreas de actuación A1, A2 y A7:**
 - A1. Uso eficiente de los medios de transporte.
 - A2. Apoyo al cambio modal.
 - A7. Coordinación estratégica del diseño de zonas de bajas emisiones.

La cuantificación conjunta de estas tres áreas de actuación asume una reducción del 23 % de los recorridos realizados por el vehículo privado, en línea con el objetivo del plan de movilidad sostenible del Ayuntamiento de Madrid.

- **Área de actuación A4.** Apoyo y fomento a la renovación de vehículos de combustión por otros más eficientes. Con esta área de actuación se pretende que en el año 2030 el 100 % de los vehículos taxi, VTC y comerciales ligeros destinados al transporte de personas y mercancías tendrán distintivo ambiental CERO emisiones. Además, la flota de vehículos pesados destinados al transporte de viajeros y mercancías estará formada por un 50 % de vehículos con distintivo ambiental CERO emisiones.
- **Área de actuación A3.** Impulso al despliegue del vehículo eléctrico y apoyo a la implementación de puntos de recarga. Esta área de actuación supone alcanzar en 2030 un total de 850 000 vehículos eléctricos o con distintivo ambiental CERO emisiones, que reemplazarán a vehículos que consumen combustibles fósiles.
- **Área de actuación A5.** Renovación de la flota institucional y de la flota de autobuses urbanos e interurbanos. Se considera que las actuaciones en esta área supondrán que, en 2030, toda la flota de autobuses de la EMT MADRID e interurbanos estará formada por vehículos con distintivo ambiental CERO emisiones. Igualmente, considera que todos los vehículos de las flotas institucionales de la Comunidad de Madrid también tendrán distintivo ambiental CERO emisiones en 2030.

Los resultados en términos de emisiones, junto con una estimación aproximada de la variación implícita en el consumo de combustibles fósiles, se sintetizan en la siguiente tabla. Este conjunto de hipótesis, relativas al tráfico rodado, definidas en el escenario de alta electrificación en el sector del transporte (ver Tabla 43), implicarían una reducción de emisiones de GEI del orden de 6.000 kt de CO₂, lo que supone una reducción de aproximadamente el 66 % respecto de las del año base. Esto supondría reducir las emisiones de otros compuestos de interés para la calidad del aire de forma sustancial (62 % y 45 % para NO_x y PM_{2,5}, respectivamente).



Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO ₂ -equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO ₂	NO _x	COVNM	CO	NH ₃	PM _{2,5}	PM ₁₀	GEI	
A1, A4 y A5	8	3891	194	2180	57	183	263	1445	467
A2	2	5744	58	486	17	81	81	1674	542
A3	17	5910	366	4643	173	208	208	2641	855
A5	0	626	8	172	0	6	6	215	70
TOTAL sector	27	16171	626	7481	247	478	558	5975	1.934

Tabla 49. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector transporte/movilidad (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

7.4.2. Sector residencial, comercial e institucional (RCI, edificios y servicios)

En este caso, la cuantificación se ha llevado a cabo considerando que el conjunto del sector reduciría sus emisiones directas de GEI en línea con los planteamientos fijados en la Hoja de Ruta hacia la Neutralidad Climática de la Ciudad de Madrid en 2050. No existe, por tanto, una correspondencia directa con las áreas de actuación descritas en la presente Estrategia, pero se pueden asociar con las descritas para este sector en su conjunto.

En el marco de la Hoja de Ruta del Ayuntamiento de Madrid se consideran el siguiente tipo de medidas:

- **Sector residencial:** reducción de demanda y uso eficiente de los equipos, mejora de la eficiencia de los equipos, electrificación mediante la penetración de la bomba de calor, renovación de las calderas de gas natural y rehabilitación energética de las viviendas.
- **Sector servicios:** electrificación del sector mediante la penetración de la bomba de calor, implantación de sistemas de frío y calor centralizados (*smart heating & cooling*) y rehabilitación energética.

El conjunto de hipótesis considerada resulta de la combinación del escenario de alta electrificación en el sector doméstico (ver Tabla 44) y de mantenimiento del consumo en el sector servicios (ver Tabla 45).

Cabe indicar que se ha asumido con tales hipótesis una variación compatible con la consecución de los objetivos de descarbonización globales de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid a 2030, lo que llevaría aparejada una reducción drástica de las emisiones directas (sin contar las asociadas a la producción de energía eléctrica

que sustituye en gran medida a las fuentes de combustión locales) del sector (72 % de GEI, 87 % de NO_x y 13 % de PM_{2,5}) y un ahorro sustancial en el consumo de combustibles fósiles (1.645 ktep, aproximadamente) según se resume en la Tabla 50.

Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO ₂ -equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO ₂	NO _x	COVNM	CO	NH ₃	PM _{2,5}	PM ₁₀	GEI	
Edificios residenciales	633	4176	1343	2213	-	277	278	3448	1360
Servicios	46	742	151	151	-	26	26	691	285
TOTAL sector	679	4918	1494	1494	-	303	304	4139	1645

Tabla 50. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles asociadas al sector residencial, comercial e institucional (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

7.4.3. Otros sectores

A pesar de que en la Estrategia presenta un abanico amplio de áreas de actuación encaminadas a mejorar la calidad del aire y contribuir a la descarbonización de la región, no todas ellas cuentan con suficiente nivel de información o son cuantificables en términos de reducción de emisiones. A continuación, se describen aquellas que se han cuantificado en el marco de los otros dos sectores definidos en la presente Estrategia.

- **Energía, Industria y servicios públicos de agua y residuos.**
 - **A24.** Reducción de las emisiones difusas de gases fluorados. Esta medida emana de los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), según el cual, en 2030, se espera reducir un 33 % las emisiones de gases fluorados respecto a 2005.
 - **A29.** Uso responsable del agua. Asume el fomento del uso responsable del agua gracias a la aplicación del Plan Estratégico del Canal de Isabel II (Plan 25), según el cual se espera reducir un 25 % el volumen de agua derivada para consumo por habitante en dicho periodo temporal.
 - **A30.** Gestión de los residuos basada en un enfoque de economía circular, consistente con los objetivos globales de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, que establece una reducción en peso de los residuos generados del 15 % en 2030 respecto a los generados en 2010.

- **Agricultura y medio natural.**
 - **A32.** Mejora de la eficiencia energética de las explotaciones y la maquinaria agrícola. La aplicación de esta actuación llevaría asociada

una reducción del consumo de energía final de productos petrolíferos del sector primario de 88 ktep (en base anual en el año 2030 respecto a 2018), con la consecuente reducción de emisiones.

- **A34.** Reducción de las emisiones en el sector ganadero. Se trata de una medida alineada con el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2020-2030 sobre la gestión de estiércoles dentro y fuera de la granja y la optimización del uso de fertilizantes en los cultivos agrícolas con la que se espera reducir un 21 % las emisiones de amoníaco en 2030 respecto a los valores emitidos en 2005.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la aplicación conjunta de las áreas de actuación aplicadas al resto de sectores iría acompañada de una reducción de emisiones de GEI superior a 800 kt de CO₂-equivalente y cerca de 90 ktep de combustibles fósiles. La contribución más relevante de este conjunto, no obstante, es la reducción de emisiones de NH₃ asociadas al área de actuación A34, equivalente al 16 % del total de todos los sectores en la región. Las modestas reducciones de emisión de partículas, se asociaría fundamentalmente a las mejoras en la gestión de residuos (A-30).

Área de actuación	Reducción de emisiones anuales (t, excepto GEI en kt de CO ₂ -equivalente)								Reducción de consumo energético de origen fósil (ktep, aprox.)
	SO ₂	NO _x	COVNM	CO	NH ₃	PM _{2,5}	PM ₁₀	GEI	
A24	-	-	-	-	-	-	-	489	-
A29		0	3	4	0	0	0	52	-
A30	1	32	74	16	15	26	26	246	-
A32	1	207	18	91	0	9	9	37	88
A34	-	-	-	-	806	-	-	-	-
TOTAL otros sectores	2	239	95	111	821	35	35	824	88

Tabla 51. Cuantificación de la reducción de emisiones y consumo de combustibles del resto de sectores (en 2030 respecto a 2018) (Fuente: Elaboración propia).

7.4.4. Resumen

Según se sintetiza en la Tabla 52, la ambición de la Estrategia en los escenarios planteados considera reducciones sustanciales en las emisiones en los sectores del tráfico rodado y residencial, comercial e institucional (RCI), que son los mayores contribuyentes a las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, tanto en relación a gases de efecto invernadero como compuestos relevantes para la calidad del aire. En conjunto, las emisiones de GEI en 2030 serían aproximadamente la mitad que

las de 2018, lo que sería compatible con una repercusión proporcional de los objetivos a nivel nacional y también consistente con la planificación climática del Ayuntamiento de Madrid. La reducción de emisiones de NO_x tendría un orden de magnitud similar mientras que el impacto para el resto de contaminantes sería en general inferior al 20 %.

Una estimación aproximada del ahorro de consumo de combustibles fósiles en la región aparejada a estas medidas es de 3.667 ktep en el año 2030 respecto a 2018.

Sector	Reducción de emisiones anuales y total estimado para 2030 (t, excepto GEI en kt de CO ₂ -equivalente)							
	SO ₂	NO _x	COVNM	CO	NH ₃	PM _{2,5}	PM ₁₀	GEI
Transporte Rodado	27	16.171	626	7.481	247	478	558	5975
RCI	679	4.918	1.494	2.569	-	303	304	4139
Otros	2	239	95	111	821	35	35	824
Total	709	21.327	2.215	10.161	1.068	816	897	709
Emisiones en 2030	6.185	20.117	48.246	42.124	3.972	4.014	5.871	10.922
<i>Variación (en % respecto a 2018)</i>	<i>-10,3</i>	<i>-51,5</i>	<i>-4,4</i>	<i>-19,4</i>	<i>-21,2</i>	<i>-16,9</i>	<i>-13,3</i>	<i>-50,0</i>

La fila total difiere en algunos casos de la suma de las cifras indicadas para cada sector porque no se muestran decimales

Tabla 52. Resumen de emisiones bajo el escenario planteado (Fuente: Elaboración propia).

7.5. Modelización del resultado de las Áreas de actuación en la calidad del aire.

El resultado de los trabajos del convenio en este punto proporciona una traslación del efecto de las áreas de actuación cuantificadas, según se ha mostrado en el apartado anterior, en los niveles de calidad del aire para los principales compuestos de interés (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} y O₃), a través de los parámetros relevantes regulados en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Las actividades necesarias para la consecución de este objetivo se resumen a continuación.

7.5.1. Simulación de la calidad del aire en 2030

Supone la ejecución anual del modelo CMAQ (versión 5.3.2, *Community Multiscale Air Quality Modeling System*) con las emisiones desarrolladas en el punto anterior, considerando una meteorología y unas condiciones de contorno idénticas a las de la simulación del año base (2018). Esta etapa incluye el pre y post-procesado de las

principales variables de entrada (meteorología y emisiones) y salida (datos de concentración) que termina con el cálculo de los principales indicadores de interés para todo el dominio con una resolución de 1 km². Adicionalmente, se simularán el efecto de este escenario considerando el efecto del cambio climático.

Análisis

En esta fase se comparan los resultados de la simulación anual del año base con los obtenidos para 2030. El análisis de la diferencia de concentración para los parámetros de interés (medias y percentiles definidos en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, para los compuestos de referencia) sirve para estimar el impacto de la Estrategia en términos de calidad del aire. Además, en el apartado de conclusiones se reflexiona sobre la compatibilidad con el cumplimiento de la actual propuesta de directiva del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia sobre calidad del aire de fecha 26 de octubre de 2022 (a fecha de elaboración del presente documento), así como con los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El documento resumen con el resultado de estos trabajos se adjunta como Anexo 5 de esta estrategia cuyas conclusiones se detallan también en el Plan de mejora de la Calidad del Aire.

Teniendo en cuenta las reducciones previstas para los indicadores analizados, se puede concluir que la implementación efectiva de la Estrategia es compatible con el cumplimiento de los valores de calidad del aire en todas las zonas gestionadas por la Comunidad de Madrid y permitiría aproximarse a los valores límite de la actual propuesta de futura Directiva europea de calidad del aire a 2030. No obstante, es importante señalar que para tener una estimación más realista de los cumplimientos sería necesario considerar reducciones en otros ámbitos geográficos

Investigación de medidas adicionales para reducir los niveles de O₃ en la región

Como continuación de los trabajos descritos en los apartados anteriores, se redactará el **Plan de mejora de la calidad del aire por ozono troposférico** de la Comunidad de Madrid, en el que se contemplarán medidas adicionales a las recogidas en el Plan de Mejora de la Calidad del Aire, cuando se disponga de conclusiones consistentes sobre la sensibilidad a las reducciones de emisiones de los principales precursores del ozono troposférico (NOX y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes).

Esta actividad incluye varias tareas:

- Selección de episodios. Se analizarán los valores observados (2018) y predichos para el escenario de 2030 para identificar un periodo relevante (un mes tentativamente) en términos de concentraciones altas de ozono.
- Análisis de contribución de fuentes específico para esas condiciones, incluyendo su contribución a los niveles medios, pero también los máximos.

- Análisis de sensibilidad a reducciones de emisiones de los principales precursores (NO_x y COVs) para las principales fuentes (a priori tráfico y uso de disolventes). Este estudio se realizará tanto para las condiciones meteorológicas actuales como para las futuras esperables bajo un escenario de acusado cambio climático (regionalización del escenario RCP 8,5).
- Simulación de alguna medida específica, adicional a las ya consideradas en la estrategia, que pueda identificar la Comunidad de Madrid.

En el plan de Mejora de la Calidad del Aire, que se adjunta como anexo de esta Estrategia, se describen con más detalle estos trabajos.

7.6. Valoración del consumo energético en la ambición de la Estrategia a 2030.

A partir de la modelización llevada a cabo para dar cuenta del sistema energético de la Comunidad de Madrid, como se ha descrito, se ha obtenido la evolución del consumo de energía final para cada escenario, tanto del sistema energético regional como por sectores y combustibles. En la presente sección únicamente se detalla el comportamiento de la evolución del consumo de energía final hasta 2030 en el caso del escenario de ambición de la Estrategia a 2030 (las proyecciones del Escenario Tendencial y del resto de escenarios se han descrito anteriormente).

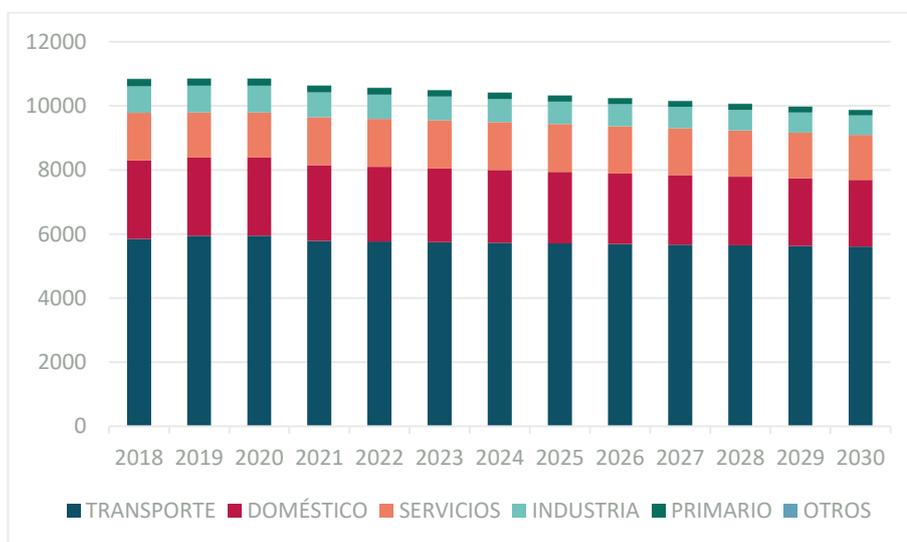
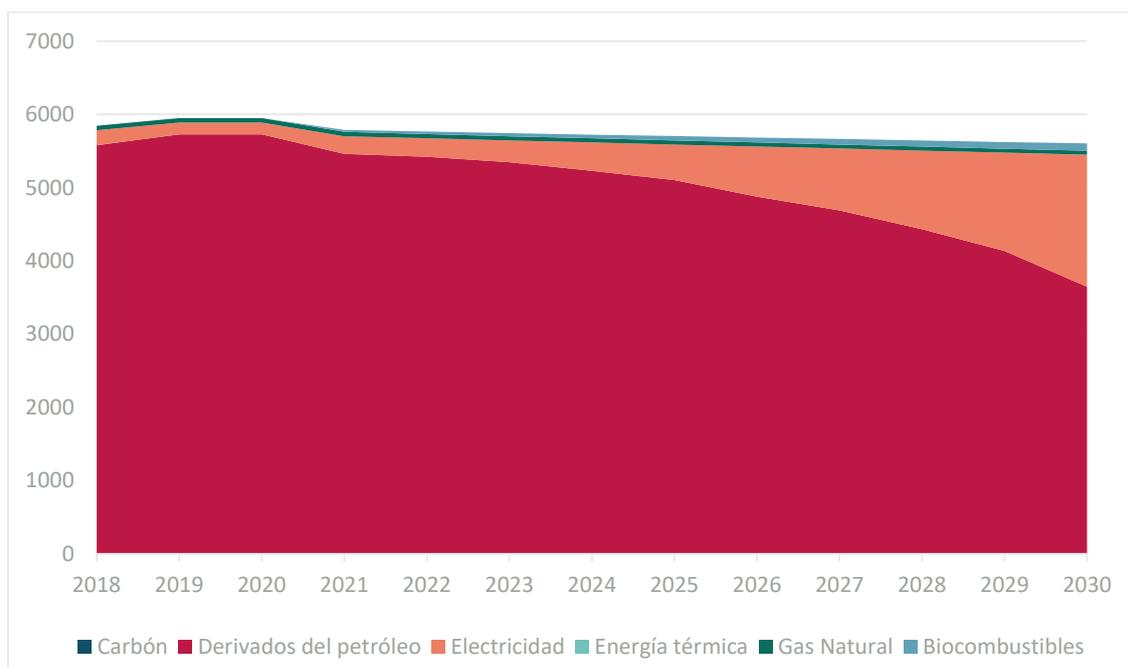


Ilustración 120 Proyección del consumo de energía final por sector en la Comunidad de Madrid en la ambición de la Estrategia a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.1. Transporte

El sector del transporte, como mayor consumidor energético de la región y con perspectivas de mantener un fuerte crecimiento en el escenario tendencial, es uno de los focos principales de las áreas de actuación que propone la presente Estrategia. El

fomento del transporte público, la movilidad activa favorecida por la construcción de infraestructura ciclista, la progresiva peatonalización de zonas urbanas, el mayor despliegue del vehículo eléctrico, que muestra consumos energéticos mucho menores que sus análogos fósiles, tanto para transporte privado como para transporte público, el uso más eficiente de los vehículos comerciales en la región a través de nuevos esquemas de reparto y optimización de rutas, entre otras muchas actuaciones, constituyen las bases de la descarbonización, como ya se ha descrito, y, además, de la reducción del consumo de energía final.



*Ilustración 121. Proyección del consumo de energía final en el sector transporte por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (ktep)
(Fuente: Elaboración propia)*

7.6.2. Doméstico

Mientras que el sector doméstico en la Comunidad de Madrid muestra claros signos de estabilización del consumo tras el estudio de su comportamiento tendencial, las medidas incluidas en la presente estrategia hacen una decidida apuesta por la eficiencia energética y la reducción de consumos. Tomando la rehabilitación de la envolvente y la modernización de equipos como medidas referentes para el sector, que además se complementarán con el resto de las acciones, se ambiciona un sistema que acelere la electrificación. Asimismo, el conjunto de áreas de actuación previstas, en su máxima penetración, suponen una sustancial reducción del consumo de gas natural en contraposición a lo previsto en el escenario tendencial.

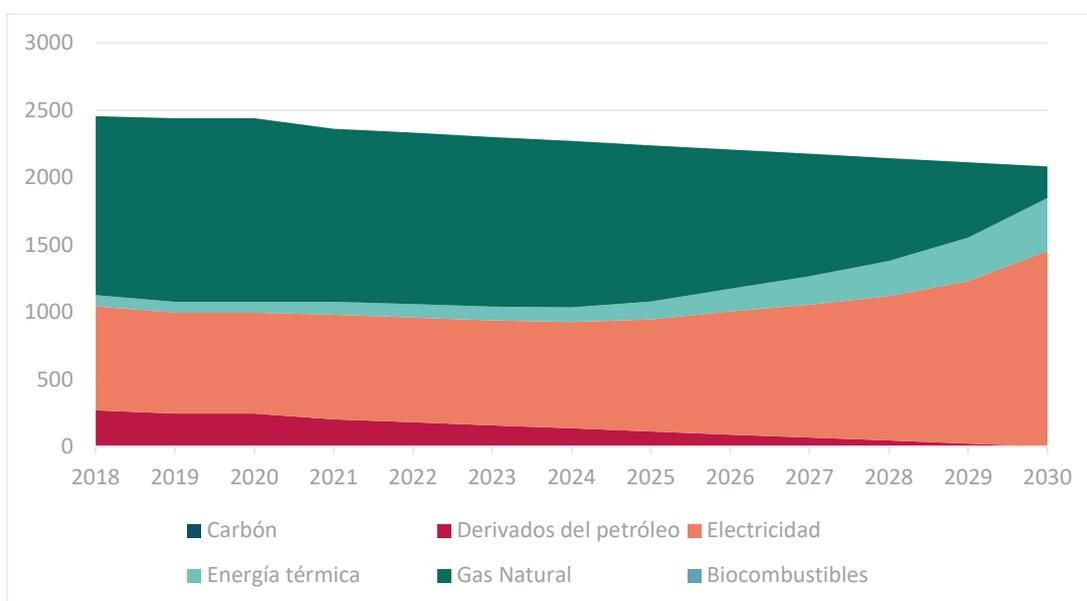


Ilustración 122. Proyección del consumo de energía final en el sector doméstico por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (alta electrificación) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.3. Servicios

El análisis tendencial del sector servicios en la Comunidad de Madrid arrojaba un probable crecimiento del consumo energético, especialmente en lo referente al consumo de gas natural. La implementación de acciones de eficiencia energética y mejora de los sistemas de climatización, así como un incremento en los sistemas de autoconsumo apuntan hacia una estabilización del consumo de este combustible y otorgan un mayor protagonismo a la energía eléctrica, sugiriendo una desaceleración del consumo total de energía final en el sector.

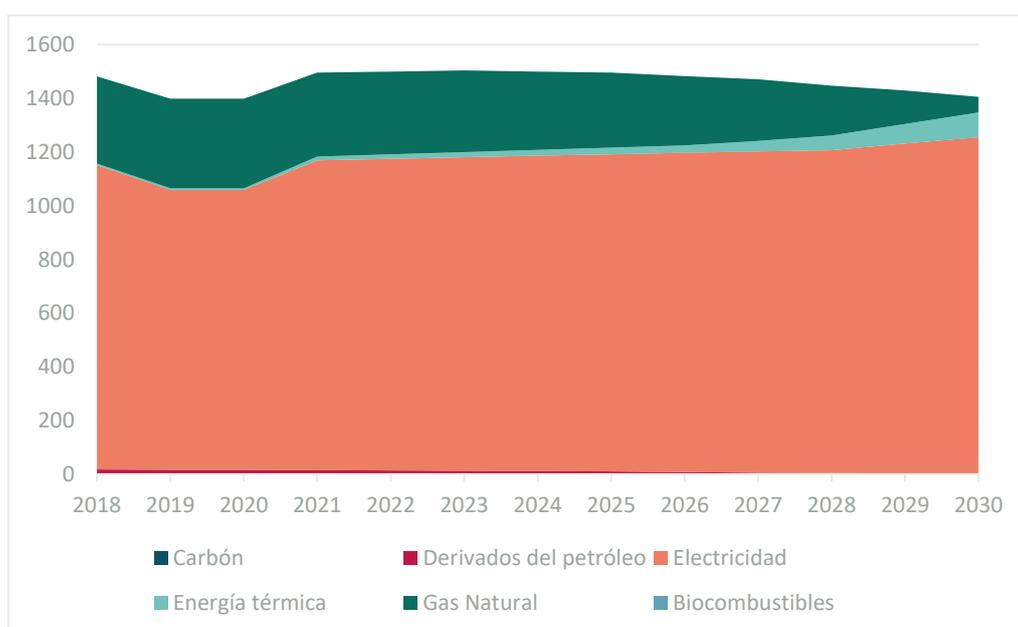


Ilustración 123. Proyección del consumo de energía final en el sector servicios por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (Fuente: Elaboración propia)

7.6.4. Industria

Las áreas de actuación propuestas para el sector industrial de la Comunidad de Madrid ambicionan continuar con la tendencia descendente del consumo, sin perjuicio de la productividad. Es decir, apostando por la eficiencia energética y la modernización de procesos de manera que se desacople el consumo energético del valor agregado creado por el sector. Este conjunto de acciones apunta hacia una redistribución del consumo de portadores energéticos, desde los combustibles fósiles hacia una progresiva electrificación. Esta transición está alineada con el crecimiento de una industria más tecnológica, con consumos principalmente eléctricos, como pueden ser los Centros de Procesamiento de Datos (CPDs).

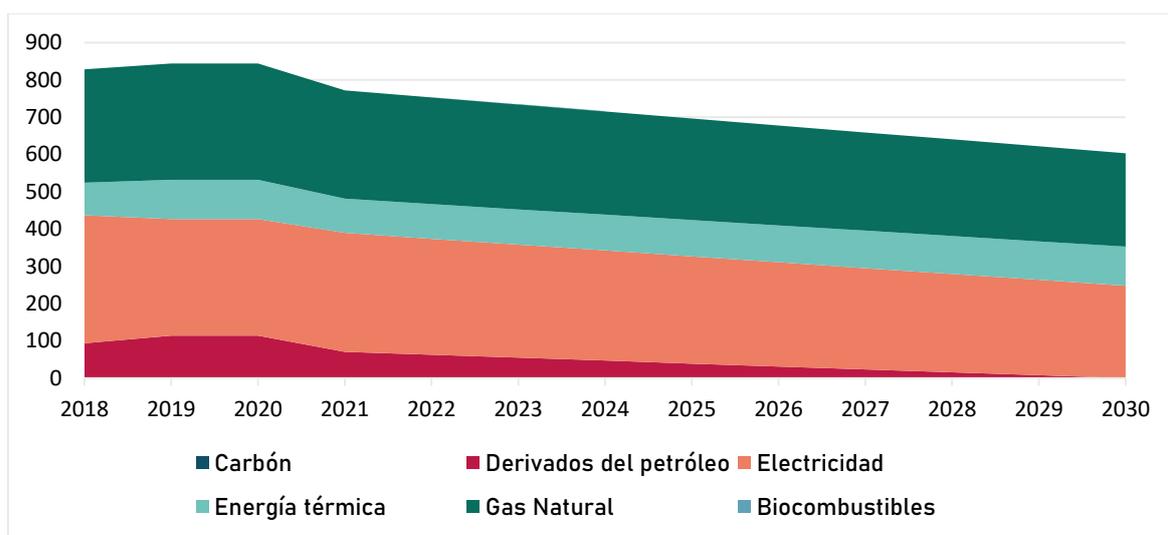


Ilustración 124. Proyección del consumo de energía final en el sector industria por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030. (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.5. Sector primario

En lo relativo al sector primario en la Comunidad de Madrid, el conjunto de acciones propuesto apunta a mantener el comportamiento de reducción del consumo que se aprecia en el escenario tendencial. Además, también muestra una apuesta por la diversificación de portadores energéticos, incluyendo en el esquema de consumo la bioenergía y una mayor proporción de electricidad renovable, motivados por la modernización de equipos y el fomento de instalaciones de autoconsumo.

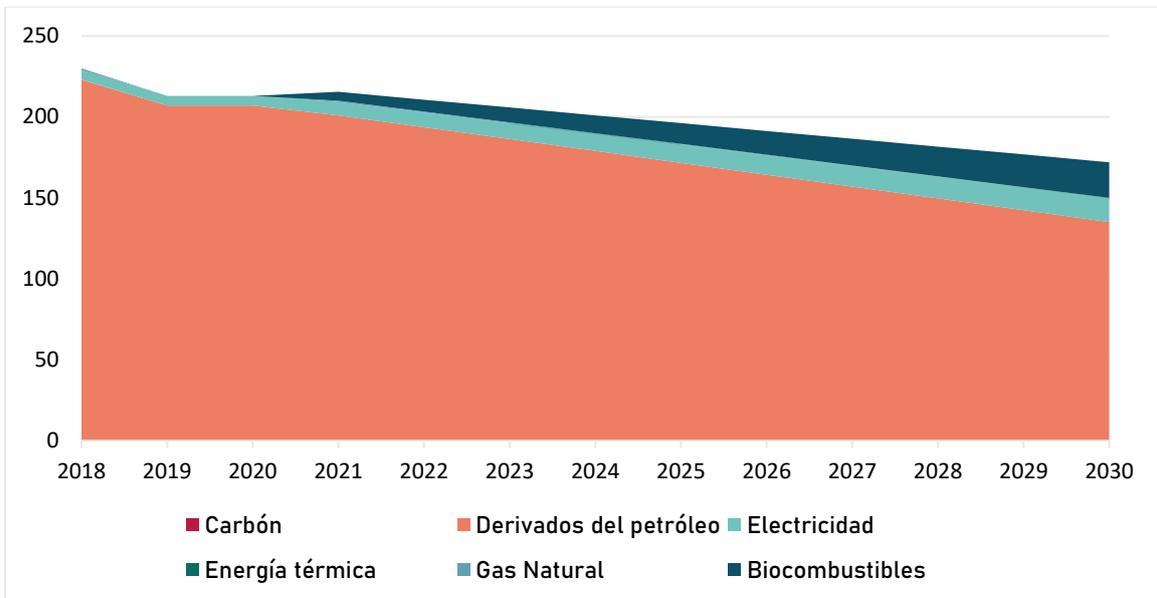


Ilustración 125. Proyección del consumo de energía final en el sector primario por combustible en la Comunidad de Madrid en la ambición a 2030 (ktep) (Fuente: Elaboración propia)

7.6.6. Ahorro acumulado de energía final

En términos del ahorro acumulado del consumo de energía final cuando se comparan los escenarios tendencial y objetivo se tiene que del 2021 al 2030 se ahorrarían 8.503 ktep. El despliegue de dichos ahorros anuales se asume como sigue.

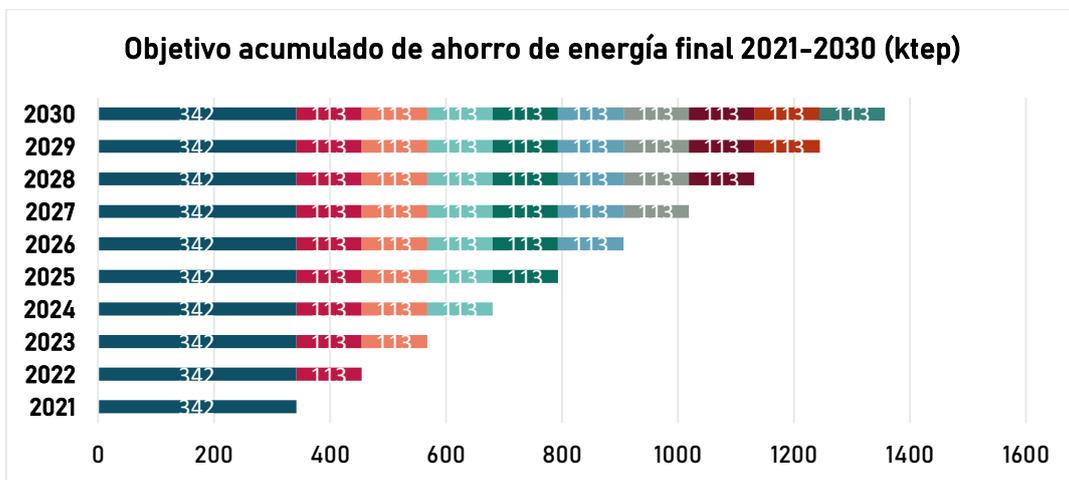


Ilustración 126. Objetivo acumulado de ahorro de energía final 2021-2030 (ktep) de la Comunidad de Madrid para 2021-2030. (Fuente: Elaboración propia). Nótese que el total de ahorro suma 8.495 ktep en lugar de 8.503 ktep, dado un desajuste de casación.

De una comparación con su objetivo homólogo del PNIEC, donde se asumen escalones anuales de ahorro del consumo de energía final de 669 ktep, los 113 ktep anuales de la Comunidad de Madrid suponen un 17%.



Ilustración 127. Reparto por sectores de los ahorros acumulados (período 2021-2030) de energía final en la Comunidad de Madrid para 2030 (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en la Ilustración 127, el mayor esfuerzo de ahorro de energía viene asociado a los cambios asumidos en el sector transporte, totalizando un 54,3% del total del ahorro energético. Seguidamente, el sector residencial o doméstico, supondrá un 28,4% y el sector servicios un 15,3%.

8. INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA

8.1. Planificación de infraestructuras energéticas

En lo que respecta a los objetivos relacionados con el despliegue de infraestructuras, la Comunidad de Madrid, dentro de sus competencias, apoyará el despliegue de nuevas instalaciones que permitan asegurar alcanzar los objetivos establecidos en la presente estrategia, siempre de conformidad con la planificación energética estatal.

Como se ha detallado en la sección de diagnóstico correspondiente, la Comunidad de Madrid presenta un alto grado de despliegue de infraestructura, tanto en lo concerniente a gas natural como a electricidad, y en lo que respecta a la red de transporte y la red de distribución. En este sentido, se describen a continuación los planteamientos de futuro de despliegue de infraestructuras, para la Comunidad de Madrid **a partir de la información y los planes previamente existentes.**

8.1.1. Infraestructuras de gas natural

Red básica de transporte de gas natural

De acuerdo con el documento denominado “*Planificación Energética: Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020*”, del MITERD, no ha existido regulación específica para el procedimiento de planificación de las infraestructuras de transporte de gas natural y de almacenamiento de reservas estratégicas de productos petrolíferos. Para el proceso se había seguido el correspondiente a la red de transporte de energía eléctrica, de modo que la planificación de infraestructuras en materia de electricidad y de hidrocarburos se hacía de manera conjunta. Sin embargo, siguiendo el criterio establecido por la Audiencia Nacional en sus sentencias de 31 de octubre de 2012, la parte vinculante del citado documento de planificación finalmente incluyó únicamente el plan de desarrollo de la red de transporte de electricidad. La aprobación de una nueva planificación en materia de hidrocarburos deberá realizarse una vez se haya aprobado el desarrollo reglamentario necesario a tal efecto.

Por lo anterior, no se refleja ninguna actuación que se haya planificado previamente sobre la red básica de transporte de gas natural en la Comunidad de Madrid en el presente documento, quedando los eventuales proyectos pendientes de los compromisos que se establezcan por acuerdo del Consejo de Ministros o desde el

Congreso, vía modificaciones de la Ley 34/1998 o a través de los sucesivos planes estratégicos de Enagás.

Red de transporte secundario y distribución

Según lo dispuesto en el artículo 74.1 de la Ley 2/2007, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de gas natural, es obligación de los distribuidores de gas natural el presentar al órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que desarrollen su actividad, los planes de inversión anuales y plurianuales.

De acuerdo con ello, en cuanto a las actuaciones que se llevarán a cabo en el marco de la red de distribución de gas en los próximos años, cabe señalar los despliegues de las tres compañías que cubren este ámbito de negocio en la Comunidad de Madrid:

- Madrileña Red de Gas S.A.U.
- Nedgia (Grupo Naturgy).
- Redexis.

Las actuaciones previstas más destacadas para los próximos años son:

- **Crecimiento en zonas establecidas/consolidadas:**

De acuerdo con la Orden 3929/1996⁸⁰, de 17 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo, la ejecución de las instalaciones previstas se realizará en los municipios repartidos en las zonas consolidadas por cada compañía. Las inversiones y longitudes de red corresponden a lo previsto en las partidas y conceptos de inversiones de canalización de red para presiones de $MOP \leq 5$, construcción de acometidas y demás instalaciones de distribución necesarias para la conexión de nuevos puntos de suministro.

- **Crecimiento en nuevos desarrollos**

En las partidas y conceptos de inversiones de canalización de red para presiones de $MOP \leq 5$, se avanzará en la construcción de acometidas y demás instalaciones de distribución necesarias para la conexión de los puntos de suministro para los nuevos desarrollos urbanísticos, con el reparto que corresponda a cada empresa distribuidora, en función de las correspondientes autorizaciones administrativas, previa y de ejecución de instalaciones.

La inversión en nuevos desarrollos incluirá la construcción de red de distribución en todos los Planes de Actuación Urbanística, Planes Parciales, etc. con obras de urbanización actualmente en desarrollo. Constan actualmente actuaciones en

⁸⁰ http://www.madrid.org/wleg_pub/servlet/Servidor?opcion=VerHtml&nmnorma=294

ejecución sobre nuevos desarrollos urbanísticos en los siguientes municipios: Ajalvir, Alcalá de Henares, Alcobendas, Algete, Boadilla del Monte, Brunete, Colmenar Viejo, Cubas de la Sagra, Madrid (Carabanchel y Latina), Fuenlabrada, Fuente El Saz de Jarama, Griñón, Humanes de Madrid, Las Rozas de Madrid, Quijorna, San Agustín de Guadalix, San Sebastián de los Reyes, Torrelorones, Valdeolmos-Alalpardo y Villanueva del Pardillo.

- **Crecimiento en nuevos municipios**

Dentro de los planes de expansión y gasificación, se encuentran en fase de proyecto o de ejecución actuaciones para expandir el suministro de gas natural en los municipios de Miraflores de la Sierra, Los Molinos, Casarrubuelos, Cercedilla, Daganzo de Arriba, Villarejo de Salvanes, Brunete, Valdeavero, Valdecarros (Madrid), entre otros.

- **Ramales de acceso y conexiones en MOP≤16 a Nuevos Desarrollos**

Este tipo de instalaciones se acometen con instalaciones y presiones de MOP≤ 16 y las estaciones de regulación y medida o armarios de regulación, que sean precisas en función de la demanda de caudal. Las inversiones y longitudes de red asumidas corresponden a los ramales y antenas de conexión de nuevos desarrollos urbanísticos de los que se dispone autorización de ejecución de instalaciones a gasificar, y las estaciones de regulación y medida o armarios de regulación que sean necesarias durante el año 2022.

- **Conexiones industriales en MOP≤ 16**

Debido al diferente estado de los proyectos en los que se encuentran este tipo de instalaciones y a la coyuntura económica, el calendario de ejecución de las instalaciones vendrá condicionado por la concreción de las diferentes solicitudes de conexión de los clientes a través de la comercializadora, la firma de los compromisos y acuerdos para su alimentación, así como a la obtención de las autorizaciones de instalaciones, permisos y expropiaciones que procedieran para la construcción de dichas instalaciones.

- **Operaciones en la red y transformación de puntos de suministro**

Esta actuación contempla todas aquellas obras de renovación de red, de acometidas, desplazamiento de instalaciones y religamientos que hacen que las instalaciones trabajen en las adecuadas condiciones de seguridad y funcionamiento. Además, se asume una paulatina transformación de puntos de suministro de butano a gas natural en las zonas consolidadas, en función de la obtención de permisos.

De las actuaciones indicadas, según lo anticipado por cada una de las tres empresas distribuidoras y para sus zonas consolidadas en la Comunidad de Madrid, se deduce que, de acuerdo con los proyectos previstos y en ejecución, la **red de distribución regional se ampliará en 130,21 km en un futuro inmediato**. Dicha ampliación de red

se debe principalmente al crecimiento esperado en los municipios de cada zona consolidada y a los nuevos desarrollos urbanísticos, todos ellos en baja presión. Por otro lado, las conexiones industriales en alta presión supondrán unos 1,6 km extra. Por último, cabe destacar el proyecto de planta de GNL de Madrileña Red de Gas S.A.U. localizado en Miraflores de la Sierra.

Más allá de los planes de inversión plurianual 2022-2024 de las compañías distribuidoras, será el proceso continuo de iteración anual con la Dirección General competente (en la actualidad, la Dirección General de Descarbonización y Transición Energética) de la Comunidad de Madrid lo que asegure un proceso exitoso de transformación hacia un sistema de distribución de gas, altamente eficiente y con los más altos estándares de calidad y seguridad de suministro.

Se puede encontrar más información sobre la distribución de gas en la Comunidad de Madrid: <https://www.comunidad.madrid/inversion/energia/informacion-practica-gas>

8.1.2. Infraestructura de electricidad

La planificación de las infraestructuras eléctricas trasciende el ámbito regional, y más en el caso de la Comunidad de Madrid, fuertemente consumidora y escasamente productora. Se realiza fundamentalmente en el ámbito nacional, como se detalla a continuación.

Infraestructura eléctrica de transporte

El plan de desarrollo de la red futura se rige por los principios rectores recogidos en la Orden TEC/212/2019⁸¹, de 25 de febrero, por la que se inició el procedimiento para efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica con horizonte 2026. Dicho desarrollo normativo ha quedado consolidado en el documento de “**Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026**”⁸².

Así, los principales principios rectores de dicha planificación de la red de transporte nacional son:

- a) El cumplimiento de los compromisos en materia de energía y clima a nivel nacional reflejados en el PNIEC 2021-2030.
- b) La maximización de la penetración renovable en el sistema eléctrico, minimizando el riesgo de vertidos, y de forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico.

⁸¹ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-2965

⁸² <https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=391>

- c) La evacuación de energías renovables en aquellas zonas en las que existan elevados recursos renovables y sea posible ambientalmente la explotación y transporte de la energía generada.
- d) La contribución, en lo que respecta a la red de transporte de electricidad, a garantizar la seguridad de suministro del sistema eléctrico.
- e) La compatibilización del desarrollo de la red de transporte de electricidad con las restricciones medioambientales.
- f) La supresión de las restricciones técnicas existentes en la red de transporte de electricidad.
- g) El cumplimiento de los principios de eficiencia económica y del principio de sostenibilidad económica y financiera del sistema eléctrico.
- h) La maximización de la utilización de la red existente, renovando, ampliando capacidad, utilizando las nuevas tecnologías y reutilizando los usos de las instalaciones existentes.
- i) La reducción de pérdidas para el transporte de energía eléctrica a los centros de consumo.

Se detallan a continuación las actuaciones previstas en la Comunidad de Madrid. En la citada planificación nacional se incluyen tanto las actuaciones a acometer posteriores a 2020⁸³ como otra inicialmente previstas en 2019-2020 pero que se incluyen en la Planificación 2021-2026 en el documento final de marzo 2022:

Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid	Información		
	Motivación	PES	Observaciones
Nuevo transformador desfasador 400/400 kV de 920 MVA en Galapagar 400 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2019	
Nuevo binudo Villaviciosa B 220 kV con conexión a Villaviciosa 220 kV circuitos 1 y 2 (Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología GIS). Conexión a Majadahonda, Prado de Santo Domingo, Boadilla, y transformador AT3 400/220 kV de 600 MVA y REA2 de 100 Mvar previamente conectados a Villaviciosa. Ampliación subestación Villaviciosa B 220 kV para acoplamiento transversal	Seguridad de suministro	2020	Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología GIS
Nueva reactancia 4 en Morata 400 kV de 150 Mvar	Seguridad de suministro	2020	

⁸³ Extraído de los Anexos de la Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026: https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22931

Nuevas reactivancias 5 en San Sebastián de los Reyes 400 kV de 150 Mvar y la 1 en Arroyo de la Vega 220 kV de 100 Mvar	Seguridad de suministro	2019
---	-------------------------	------

Tabla 53. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2019-2020. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).

ID	Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2020. Madrid	Información			Criterio inclusión en RdP
		Motivación	PES	Observaciones	
RDP21	Repotenciación del doble circuito Almaraz C.N. - Villaviciosa de Odón 400 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2021		No requiere DIA y su PES es de <=2023
RDP43	Nuevo cable Aena-Campo de las Naciones 220 kV	Integración de renovables y resolución RRTT	2022		No requiere DIA y su PES es de <=2023
RDP44	Nueva subestación San Fernando 400 kV con un transformador 400/220 kV y entrada-salida de la línea Estación Terminal Morata 1 - Morata 400 kV. Nueva subestación San Fernando 220 kV, con entrada-salida de la línea Algete-Ardoz 220 kV y con nuevo doble circuito San Fernando-Puente San Fernando 220 kV. Cambio de tensión y topología de las líneas Loeches-San Sebastián de los Reyes 220 kV con alta de la línea Loeches-San Sebastián de los Reyes 2400 kV	Apoyo a la red de distribución	2022	La línea de 400 kV Loeches-San Sebastián de los Reyes aumenta su traza en 2 km.	Dispone de DIA la parte crítica del conjunto de actuaciones
RDP45	Nuevo Binudo Coslada B 220 kV con conexión a Coslada 220 kV circuitos 1 y 2 (Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología AIS) y conexión de las posiciones de Getafe y Loeches previamente conectadas a Coslada. Ampliación de subestación Coslada B 220 kV para acoplamiento transversal.	Seguridad de suministro	2022	Acoplamiento longitudinal de barras. Tecnología AIS	No requiere DIA y su PES es de <=2023

Tabla 54. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista en 2021-2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).



Por otro lado, las actuaciones previstas con posterioridad a 2026 en la región son⁸⁴:

ID	Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid	Información	
		Motivación	Observaciones
POS23	Doble circuito Cisneros-Alcalá II 220 kV	Seguridad de suministro	Necesita tramo de cable de cobre 2500 mm ²
POS24	Nuevo cable Begoña-Fuente Hito 220 kV	Seguridad de suministro	Necesita tramo de cable de cobre 2500 mm ²
POS25	Bypass operable en Parque de Ingenieros 220 kV de las líneas Parque Ingenieros-Villaverde Bajo, 2 220 kV y Parque Ingenieros-Aguacate formándose una línea provisional Aguacate-Villaverde Bajo 220 kV	Seguridad de suministro	

Tabla 55. Actuaciones de la red de partida con p.e.s prevista posterior a 2026. Madrid (Fuente: Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026).

Infraestructura eléctrica de distribución

La Comunidad de Madrid cuenta con una red de distribución de electricidad amplia y segura, con unos niveles de calidad y seguridad de suministro muy elevados.

Las empresas distribuidoras son aquellas compañías que se encargan de distribuir la energía eléctrica en los puntos de consumo (los hogares, las empresas, el alumbrado público...). Se encargan, además, de instalar y mantener los dispositivos de distribución como, por ejemplo, los equipos de gestión y medida (los contadores).

En el caso de la Comunidad de Madrid son dos las compañías que operan en el ámbito de la distribución de electricidad:

- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (Grupo Iberdrola)
- UFD Distribución Electricidad, S.A. (Grupo Naturgy)

Algunos de los proyectos en marcha de despliegue de infraestructuras son, entre otras actuaciones de mejora de sus instalaciones, la ampliación de potencia de las subestaciones de Rejas (Comunidad de Madrid) por parte de UFD-Naturgy. En el caso de I-DE, su Plan de inversiones 2022-2024 para la Comunidad de Madrid no se ha hecho público aún.

Cabe destacar, que tanto UFD como I-DE han anunciado planes de despliegue de redes eléctricas inteligentes a nivel estatal. En el caso de I-DE, su plan de negocio 2020-2025

⁸⁴ Extraído de los Anexos de la Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica. Período 2021-2026: https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22931

busca invertir 2.569 millones de euros⁸⁵ para atender al crecimiento de la demanda, la generación distribuida, el despliegue del vehículo eléctrico, así como mejoras varias sobre la red existente. En el caso de UFD-Naturgy se invertirán 1.250 millones de euros con el foco puesto en la digitalización y la penetración renovable⁸⁶.

8.1.3. Seguridad y calidad de suministro

De entre los objetivos principales de la presente estrategia, la Comunidad de Madrid se ha propuesto el de “Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento.”

Dado el esperado crecimiento de la demanda de electricidad en la Comunidad de Madrid, el sistema afronta el reto de satisfacer dicho incremento manteniendo y mejorando los niveles de calidad y seguridad de suministro previos. Para ello, cabe destacar el comportamiento de dos indicadores técnicos que ayudan a comprender el comportamiento del sistema eléctrico, el TIEPI y el NIEPI. El TIEPI es el “tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión” y el NIEPI es el “número de interrupciones equivalentes de la potencia instalada en media tensión”. Más información al respecto de dichos indicadores se puede encontrar en <https://energia.gob.es/electricidad/CalidadServicio/Paginas/IndexCalidad.aspx>

La Comunidad de Madrid presenta unos valores históricos de TIEPI y NIEPI de altísima calidad. Por ejemplo, el TIEPI regional fue de 0,441h en 2019, y los valores históricos muestran un comportamiento muy plano, ya que desde el año 2011 el índice se ha mantenido en la banda 0,4h - 0,5h. Sirva como comparación el que otras CC. AA. presentan valores de TIEPI mucho más elevados: Andalucía (1,3-1,6h), Castilla y León (1-1,8h), Cataluña (1-1,2h), País Vasco (0,6-1,1h). La media española oscila entre el 1,06h (2014) y 1,37h (2017). En el caso del NIEPI se tiene que la Comunidad de Madrid presentó un valor de 0,562 en 2019, estando el indicador comprendido en la banda 0,6 - 0,7 desde el año 2012. Sirva como sentido de comparación la media nacional de NIEPI, situada en 1,28 en 2019 y con unos valores en el rango de 1,2-1,4 durante la última década. La siguiente Ilustración incluye la evolución del TIEPI por CC.AA. en el período 2014-2019.

En el año 2021 los indicadores NIEPI y TIEPI han presentado incrementos de forma puntual.

⁸⁵ <https://www.i-de.es/i-de-grupo-iberdrola/conocenos/plan-negocio>

⁸⁶ <https://www.europapress.es/economia/noticia-naturgy-invierte-1250-millones-cinco-anos-mejorar-calidad-digitalizacion-servicio-20220318135943.html>

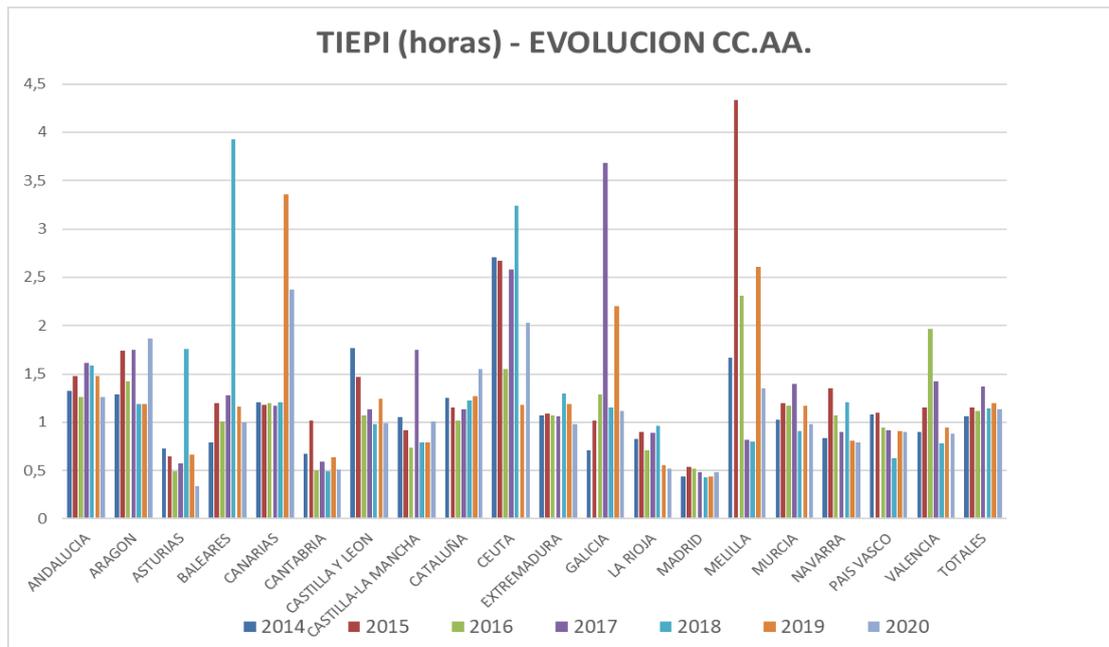


Ilustración 128. TIEPI (horas) por Comunidad Autónoma para el período 2014-2020. (Fuente: MITERD.⁸⁷)

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea, dentro del objetivo estratégico 2 “Contribuir a la mejora de la disponibilidad, seguridad y calidad del suministro de energía a un precio razonable y promoviendo el autoabastecimiento”, lograr a 2030 una **mejora en un 10% la calidad del suministro eléctrico** de la Comunidad de Madrid, medido a través de los índices TIEPI y NIEPI. Este planteamiento de objetivo, apoyado por la continua inversión en actualizaciones y mejora de las infraestructuras de red regionales, ante el reto de una mayor electrificación del sistema energético regional, supondría alcanzar un **TIEPI de 0,397h en 2030 y un NIEPI de 0,506 en 2030.**

⁸⁷ <https://energia.serviciosmin.gob.es/Gecos/DatosPublicos/CalidadServicio>

8.2. Generación de energía eléctrica en la región

En el presente apartado se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación eléctrica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030. Dicho enfoque de análisis se ha de interpretar como de tipo *bottom-up* y vendrá condicionado por el compromiso establecido entre las tendencias observadas, la relación de las tecnologías con la dinámica socioeconómica y las restricciones ambientales y/o técnicas, así como las ambiciones de despliegue y apoyo por parte de la Comunidad de Madrid.

Proyección de la HIDRÁULICA

En el caso de la tecnología **hidráulica**, la tendencia histórica predice un mantenimiento de tanto en la capacidad instalada como en el promedio de generación anual. En este sentido, un escenario realista para la hidráulica en la Comunidad de Madrid nos llevaría a plantear un valor de generación de unos 14 ktep en 2030, asumiendo la generación media de todos los datos históricos que presenta Fenercom y asumiendo la misma capacidad instalada que en 2020, es decir, 108,52 MW (REE, 2021). Cabe señalar que, aunque la generación hidráulica de 2019 fue de 10 ktep, el promedio histórico de toda la serie publicada por Fenercom desde 2000 hasta 2019 resulta ser de 14 ktep.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Hidráulica (ktep)	10	14	14

Tabla 56. Generación de energía eléctrica mediante hidráulica – escenario objetivo 2030 (ktep).

(Fuente: Elaboración propia).

Proyección de RSU

En el caso de la generación de energía con **residuos sólidos urbanos (RSU)**, la tendencia muestra que, para una capacidad instalada estable, la generación varía en función del comportamiento de la economía. El índice de correlación entre el PIB regional y la generación eléctrica con RSU es de 0,9739 para el período 2014-2019 (calculado a partir de datos de INE y Fenercom). A pesar de dicha relación estrecha con el PIB, para evitar posibles sesgos, las proyecciones se basan en el comportamiento histórico 2000-2019 de la generación con RSU, de forma que la volatilidad del comportamiento de la economía en los primeros años post-COVID no afecte a la previsión a largo plazo de la generación de energía con RSU. Así pues, se ha optado por tomar una proyección basada en un suavizado exponencial triple⁸⁸ con lo que se tiene que en 2030 se alcanzarían los 33 ktep de generación mediante RSU, para un comportamiento inercial del sistema.

De lo anterior se deduce necesario llevar a cabo inversiones en ampliaciones o nueva potencia para dar cuenta de la generación extra. El establecimiento de un escenario

⁸⁸ Se ha utilizado el método de Holt-Winters de suavizado exponencial triple. Más información aquí: <https://rpubs.com/nanosvil/283121>

objetivo más allá del análisis tendencial implicaría una planificación asociada de ampliación de capacidad sobre la gestión de residuos, más allá de lo que indica la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024⁸⁹ donde se apunta en el objetivo “e. Definir criterios para el establecimiento de las infraestructuras necesarias y para la correcta gestión de residuos en la Comunidad de Madrid” sobre dichos asuntos, sin especificar las posibles ampliaciones de potencia. Por lo anterior, se establece un escenario objetivo que, basado en la sola tendencia del sistema, comportará un crecimiento de la generación eléctrica en 2030.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
RSU (ktep)	20	27	33

Tabla 57. Generación de energía eléctrica mediante RSU – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia):

Proyección de TRATAMIENTO DE RESIDUOS

De forma similar a los RSU, y según la nomenclatura que utiliza Fenercom en sus balances estadísticos anuales, se espera que la tecnología llamada “tratamiento de residuos” presente un comportamiento similar al del PIB. Sin embargo, esto no se observa en el índice de correlación entre PIB y generación eléctrica mediante “tratamiento de residuos” (INE y Fenercom), que alcanza un valor de 0,0966 para el período 2014-2019, siendo incluso menor al ampliar los rangos históricos. Por tanto, para evitar sesgos se ha optado por tomar una proyección basada en un suavizado exponencial triple (sobre datos históricos) con lo que se tiene que en 2030 se alcanzarían los 32 ktep de generación mediante tratamiento de residuos.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Tratamiento de residuos (ktep)	23	28	32

Tabla 58. Generación de energía eléctrica mediante “tratamiento de residuos” – escenario objetivo 2030 (ktep). (Fuente: Elaboración propia)

Proyección de la BIOMASA

Si bien no es su principal uso en la región, el empleo de la **biomasa** para generación eléctrica supone una contribución relativamente constante, en torno a los 18 ktep anuales (2019). En este sentido, la proyección histórica de la biomasa eléctrica conduciría a un valor tendencial de 19 ktep en 2030. Por otro lado, utilizando el objetivo del PNIEC como criterio de valor para construir el escenario objetivo de dicha tecnología en la región se tendrían 30 ktep en 2030.

⁸⁹ Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024 https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/residuos_cm_tdc_interactiva_mod_2_1.pdf

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Biomasa (electricidad) (ktep)	18	21	30

Tabla 59. Generación de energía eléctrica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep).

(Fuente: Elaboración propia).

Proyección de la COGENERACIÓN

Las tecnologías de **cogeneración** presentan un comportamiento esperado decreciente según las tendencias, pasando de los 76 ktep (2019) hasta unos 62 ktep en 2030. Este comportamiento viene marcado por diversos factores sobre el uso de cogeneraciones en los sectores industrial y terciario, donde el régimen regulatorio y las primas favorecieron la instalación de este tipo de plantas, alimentadas por gas natural en su mayoría, marcando una generación que alcanzó los 138 ktep (2012) para ir decreciendo desde entonces. Desde el punto de vista eléctrico, se asume un escenario objetivo para la cogeneración basado en el criterio del PNIEC de reducir la potencia instalada al tiempo que se favorece la mejora de la eficiencia. Se establece que el comportamiento de las cogeneraciones de la Comunidad de Madrid será parejo al de dicha tecnología a nivel nacional, como se deduce de la comparativa de evolución del parque de capacidad regional vs. nacional (ver balances estadísticos de Fenercom y Fig. 8.10 del Libro de la Energía 2017 de MITECO/IDAE⁹⁰).

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Cogeneración (electricidad) (ktep)	76	72	69

Tabla 60. Generación de energía eléctrica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep).

(Fuente: Elaboración propia).

Proyección de la EÓLICA

Por otro lado, el análisis del futuro de la tecnología **eólica** en la Comunidad de Madrid, actualmente inexistente (0 MW instalados), pasa por la observación del estudio detallado llevado a cabo por Red Eléctrica de España en su Planificación de la Red de Transporte 2021-2026⁹¹.

La metodología establecida consta de los cuatro pasos que se detallan a continuación:

- Análisis y obtención de la distribución geográfica del recurso.
- Análisis y obtención de la distribución geográfica de la facilidad/dificultad de llevar a cabo la tramitación considerando la ausencia de restricciones y condicionantes medioambientales para la implantación de plantas fotovoltaicas o eólicas.
- Análisis y obtención de la distribución geográfica de la probabilidad de éxito de la construcción de plantas fotovoltaicas o eólicas a partir de las distribuciones de recurso, eficiencia de la producción y facilidad de tramitación.
- Asignación por nudo de la nueva potencia renovable establecida para el año 2026: estimación de las mejores ubicaciones solicitadas (solicitudes de acceso a la red

⁹⁰ <https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2017.pdf>

⁹¹ https://energia.gob.es/_layouts/15/HttpHandlerParticipacionPublicaAnexos.ashx?k=22930



de transporte tanto las otorgadas como las denegadas y propuestas al proceso de planificación) en función de la probabilidad de éxito y ponderadas con el peso de las intenciones de los promotores en cada comunidad autónoma.

En el caso de la Comunidad de Madrid, se tiene que el potencial de recurso es muy bajo, lo que, unido a las restricciones medioambientales y zonas de exclusión, hace que la potencial instalación de parques eólicos sea difícil. Según el estudio de REE, si a ello se le añade la disponibilidad de nudos de red, sólo existe cierto potencial factible en zonas del sudeste de la Comunidad de Madrid. Por ello, según el escenario de estudio de REE, la potencia eólica con probabilidad de éxito ambiental y económico en la Comunidad de Madrid en el horizonte del 2026 es 0 MW. Esto se ha asumido en la presente Estrategia como escenario objetivo para dicha tecnología.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Eólica (ktep)	0	0	0

*Tabla 61. Generación de energía eléctrica mediante eólica – escenario objetivo 2030 (ktep).
(Fuente: Elaboración propia).*

Proyección de la SOLAR FOTOVOLTAICA

En lo que respecta a la tecnología **solar fotovoltaica**, se establece un objetivo a partir del número de peticiones de proyectos de instalación de plantas fotovoltaicas en la región y de acuerdo con las limitaciones técnicas y ambientales, puestas de manifiesto en el mapa de capacidad de acogida de que dispone la Comunidad de Madrid (. Así, dado el gran potencial solar de la región y las futuras inversiones en la Red de Transporte establecidas por el “Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026”⁹² se ha determinado que el escenario objetivo alcance una **potencia instalada de solar fotovoltaica de 5.000 MW en 2030** y una **generación eléctrica asociada de 252 ktep en 2030**.

Generación eléctrica – Escenario Objetivo 2030	2019	2027	2030
Solar fotovoltaica (MW)	66,5	1.000	5.000
Solar fotovoltaica (ktep)	8,4	126	630

Tabla 62. Potencia instalada (MW) y generación eléctrica (ktep) de solar fotovoltaica – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).

⁹² Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 https://www6.serviciosmin.gob.es/Aplicaciones/Planificacion/PLAN_DESARROLLO_RdT_H2026_COMPLETO.pdf



8.3. Generación de energía térmica

En el presente apartado se detallan los análisis llevados a cabo para configurar los valores esperados de generación térmica para cada tipo de tecnología en la Comunidad de Madrid desde el presente y hasta 2030. Dicho enfoque de análisis se habrá de interpretar como de tipo *bottom-up* y vendrá determinado por el compromiso establecido entre las tendencias observadas, la relación de las tecnologías con drivers socioeconómicos, restricciones ambientales y/o técnicas, así como ambiciones de despliegue y apoyo por parte de la Comunidad de Madrid.

Proyección de la COGENERACIÓN

En el caso de la tecnología de **cogeneración**, al igual que se ha presentado en el análisis eléctrico, y dada su componente dual, se asume el mismo comportamiento desde el lado térmico, por lo que, de acuerdo con un enfoque tendencial, la cogeneración para usos térmicos alcanzaría los 73 ktep en 2030 desde los 87 ktep en 2019. Así, el escenario objetivo, basado en las implicaciones del PNIEC, considera medidas de mejora de la eficiencia en estas plantas, que pese a no aumentar la potencia instalada permite rendir más, obteniéndose 80 ktep en 2030.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Cogeneración (térmica) (ktep)	87	83	80

*Tabla 63. Generación de energía térmica mediante cogeneración – escenario objetivo 2030 (ktep).
(Fuente: Elaboración propia)*

Proyección de la SOLAR TÉRMICA (baja temperatura)

Por otro lado, la tecnología **solar térmica de baja temperatura**, utilizada para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS), ha experimentado un gran crecimiento en la última década. Especialmente motivado por las exigencias del anterior Código Técnico de la Edificación (CTE) en materia de instalación de renovables en edificios nuevos o grandes rehabilitaciones. No obstante, la mejora tecnológica de las instalaciones solares fotovoltaicas es presumible que contribuyan a disminuir las perspectivas de expansión de los paneles solares térmicos, especialmente por la mayor competitividad en costes de la tecnología fotovoltaica y por la exclusión de ambas opciones en cuanto al uso de cubiertas y tejados. El fuerte apoyo institucional al autoconsumo, unido a la expansión masiva de fotovoltaica, y el abaratamiento de paneles fotovoltaicos favorecen a esta tecnología en detrimento de la solar térmica para ACS. Por ello, es de esperar una inversión en las tendencias, donde los paneles solares térmicos ralenticen su aparición y quizá ocupen nichos tales como los centros deportivos, hospitales, o algunas industrias, donde se requiera ACS y haya disponibilidad de espacio.

Por lo anterior, el escenario tendencial de la solar térmica muestra un crecimiento de 22 ktep (2019) hasta 34 ktep en 2030, mientras que el escenario objetivo plantea un



crecimiento menor, derivado de lo anteriormente comentado. Sirva en este caso de referente el hecho de que el PNIEC apenas menciona la instalación de paneles solares térmicos entre sus objetivos.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Solar térmica (ktep)	22	25	28

*Tabla 64. Generación de energía térmica mediante solar térmica – escenario objetivo 2030 (ktep).
(Fuente: Elaboración propia)*

Proyección de la BIOMASA

La energía térmica procedente de **biomasa** tiene un fuerte papel en la Comunidad de Madrid dentro del consumo total de biomasa, suponiendo en torno al 80% del peso total, donde el 20% restante corresponde a los usos eléctricos. Así, la proyección de generación térmica con biomasa presenta el mismo comportamiento que la biomasa eléctrica, pasando de 83 ktep en 2019 a 88 ktep en 2030. En cuanto a la proyección del escenario objetivo se ha utilizado de referencia la proyección del PNIEC en este sentido:

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Biomasa (térmica) (ktep)	83	100	142

*Tabla 65. Generación de energía térmica mediante biomasa – escenario objetivo 2030 (ktep).
(Fuente: Elaboración propia).*

Como se observa, el crecimiento de la generación térmica con biomasa en la región es muy significativo y habrá de implicar un esfuerzo en cuanto al despliegue de medidas tales como la correspondiente al aprovechamiento de la biomasa regional.

Proyección de la GEOTERMIA

Por último, la **geotermia de baja temperatura** es una tecnología que presenta un crecimiento muy alto en la Comunidad de Madrid según arrojan las estadísticas de Fenercom. En términos de potencia instalada, la proyección del Escenario Objetivo asume un crecimiento promedio interanual de un 23% obtenido como la media de los crecimientos de 2011 a 2019 (los valores interanuales históricos de instalación de potencia geotérmica oscilan entre el 35% de 2010 a 2011 y el 11% de 2013 a 2014). De ello se tiene que **la potencia geotérmica instalada pasaría de 33 MW (2019) a 323 MW en 2030**, mientras que **la generación pasaría de 10 ktep (2019) a 93 ktep (2030)**.

Generación térmica – Escenario Objetivo 2030	2019	2025	2030
Geotermia – potencia instalada (MW)	33,1	114,6	322,7
Geotermia – generación térmica (ktep)	10	33	93

Tabla 66. Potencia (térmica) instalada (MW) y generación (ktep) – geotermia – escenario objetivo 2030. (Fuente: Elaboración propia).

Dicho crecimiento en la instalación de tecnología geotérmica hasta 2030 habrá de entenderse principalmente ligado al desarrollo de los nuevos planes urbanísticos de la



Comunidad de Madrid: Valdecarros (Madrid), Madrid Nuevo Norte (Madrid), Los Berrocales (Madrid), Los Ahijones (Madrid), Los Cerros (Madrid), El Cañaveral (Madrid), Valgrande (Alcobendas), Arpo (Pozuelo de Alarcón), Cerro del Baile (San Sebastián de los Reyes), Retamar de la Huerta (Alcorcón), entre otros, los cuales totalizan más de 150.000 viviendas. Además, la naturaleza renovable de la tecnología geotérmica, las exigencias del CTE sobre las nuevas soluciones constructivas, y la competitividad económica de dicha tecnología (no sólo en nueva edificación), harán de palanca tractora para alcanzar los objetivos propuestos. Asimismo, proyectos como los incluidos en Madrid Subterra, de aprovechamiento de calor en instalaciones como las de Metro de Madrid, habrán de contribuir significativamente a la implantación de la tecnología geotérmica en el sistema energético madrileño, no sólo en el ámbito residencial sino en edificios e instalaciones de diversa índole⁹³.

Para más información: <https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/urbanismo>

⁹³ <https://www.madridsubterra.es/>

