Noviembre 2022

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

La **Fundación Renovables** agradece la colaboración del Patronato y de los amigos y amigas de la Fundación.

Equipo que ha desarrollado este documento: Raquel Paule, Maribel Núñez, Ismael Morales, Juan Fernando Martín, Javier Pamos, María Manzano y Alexandra Llave.

Supervisión: Patronato de la Fundación Renovables:

Presidente: Fernando Ferrando Vitales.

Vicepresidentes: Llanos Mora López, Juan Castro-Gil Amigo y Mariano Sidrach de Cardona Ortín.

Patronos: Domingo Jiménez Beltrán, Sergio de Otto Soler, Luis Crespo Rodríguez, Sara Pizzinato, Assumpta Farran Poca, José Luis García Ortega, Daniel Pérez Rodríguez, Javier García Breva y Marta Victoria Pérez.

Esta publicación está bajo licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA).
Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte de este siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.

Fundación Renovables
(Declarada de utilidad pública)
Santa Engracia 108, 5º Int. Izda.
28003 Madrid
www.fundacionrenovables.org

Índice

Antecedentes 14

Entorno político del sector de la energía 18

Marco europeo 19

Pacto de las Alcaldías para el Clima y la Energía 19

Paquete de Energía Limpia 19

Pacto Verde Europeo 23

Reglamento de la taxonomía 25

Marco nacional 25

Marco Estratégico de Energía y Clima 25

Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050 (ELP) 27

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) 27

Hojas de Ruta y Estrategias nacionales 28

Marco autonómico 30

Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 30

Declaración institucional de emergencia climática en la Comunitat Valenciana 30

Decreto Ley 14/2020 31

Ley de Cambio Climático y Transición Ecológica de la Comunitat Valenciana 31

Planes de la Comunidad Valenciana 32

Resumen de objetivos 33

Evolución y situación actual de los precios de la energía y otras variables macroeconómicas relacionadas 36

Clima de la Comunidad Valenciana 43

Diagnóstico energético de la Comunidad Valenciana 46

Evolución y situación actual de la energía primaria y final 46

Energía primaria 46

Energía final 50
Evolución del consumo energético por provincias 54
Evolución y situación actual de los sectores de actividad y su consumo de energía 58
Agricultura 59
Industria 61
Transporte 64
Sector servicios 66
Residencial 68
Comparación de consumo final por sectores y provincias 71
Análisis de la evolución de la eficiencia de energía 73
Eficiencia en la conversión de la energía 76
Análisis de la evolución de capacidad de generación de energía eléctrica con fuentes renovables 80
Evolución de la potencia instalada en la Comunidad Valenciana 83
Autoconsumo 88
Generación eléctrica en la Comunidad Valenciana 91
Análisis de la evolución de las emisiones de GEI 92
Estrategia Valenciana contra el Cambio Climático (2008-2012) 96
Estrategia Valenciana contra el Cambio Climático (2013-2020) 98
Emisiones por sectores 99
Intensidad de emisiones 101

Escenarios de descarbonización a 2050 108
Modelo y metodología 108
Escenario I: Business as Usual (BAU) 109
Escenario II: Descarbonización con y sin compensación 113
A. Descarbonización sin compensaciones 117
B. Descarbonización con compensaciones 118
Escenario III: Descarbonización con tecnologías actuales evolucionadas y tecnologías emergentes 120

Prospectiva de descarbonización a 2050 128
Prospectiva sectorial 128
Agricultura 133
Industria 137
Transporte 143
Residencial 147
Servicios 152
Prospectiva tecnológica 155
Petróleo 158
Gas natural 158
Nuclear 159
Hidrógeno verde 159
Evolución de la potencia renovable disponible 163
Territorio y recursos renovables 176

Conclusiones 185
Antecedentes 185
Diagnóstico 185
Escenarios 187
Prospectiva 188

Índice de tablas

Tabla 1. Principales objetivos para el sector energético de acuerdo al marco normativo europeo, español y regional. 34
Tabla 2. Datos mensuales de horas de sol y radiación de la Comunidad Valenciana. ... 44
Tabla 3. Evolución de la demanda de energía primaria en la Comunidad Valenciana en GWh. 47
Tabla 4. Evolución de la demanda de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh. 51
Tabla 5. Grado de electrificación y porcentaje de combustibles fósiles en la Comunidad Valenciana. 52

Tabla 6. Distribución de renovables no eléctricas en energía final en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea. 53
Tabla 7. Población, PIB y consumo final por provincias de la Comunidad Valenciana en 2019. 55
Tabla 8. Consumo energético de Alicante en GWh. 56
Tabla 9. Consumo energético de Castellón en GWh. 57
Tabla 10. Consumo energético de Valencia en GWh. 57
Tabla 11. Evolución histórica del consumo por sectores en la Comunidad Valenciana (TWh). 59
Tabla 12. Evolución del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana. 60
Tabla 13. Comparación del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 61
Tabla 14. Evolución del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana. 62
Tabla 15. Comparación del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 64
Tabla 16. Evolución del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana. 65
Tabla 17. Comparación del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 66
Tabla 18. Evolución del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana. 68
Tabla 19. Comparación del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 68
Tabla 20. Evolución del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana. 70
Tabla 21. Comparación del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 71
Tabla 22. Consumo final por provincias y sectores en la Comunidad Valenciana en 2019 (GWh). 72
Tabla 23. Evolución histórica del consumo final por sectores en Castellón (GWh). 73
Tabla 24. Evolución del consumo de energía primaria (incluyendo la necesaria para generar el saldo eléctrico) en la Comunidad Valenciana desde 2007. 74
Tabla 25. Comparación de la evolución en eficiencia global de conversión (energía final entre primaria). 76
Tabla 26. Intensidades energéticas per cápita (MWh/cap/año). 78
Tabla 27. Intensidades energéticas por PIB (kWh/€). 78
Tabla 28. Generación eléctrica por tecnologías en la Comunidad Valenciana en GWh. 81
Tabla 29. Generación de electricidad por fuentes en la Comunidad Valenciana, España y Europa en 2019. 83

Tabla 30. Potencia instalada por tecnología en la Comunidad Valenciana (MW). 84
Tabla 31. Potencia instalada en España (MW). 86
Tabla 32. Potencia instalada en la Unión Europea (GW). 87
Tabla 33. Número de instalaciones nuevas de autoconsumo de cada trimestre en la Comunidad Valenciana. 89
Tabla 34. Mix energético de autoconsumo (MW). 90
Tabla 35. Generación energética por tecnologías en GWh en la Comunidad Valenciana. 92
Tabla 36. Emisiones totales en ktCO_2eq de la Comunidad Valenciana, España y la UE en el periodo entre 1990 y 2019. 93
Tabla 37. Emisiones per cápita (tCO_2eq/1000 hab.) en la Comunidad Valenciana, España y la UE entre los años 2010 y 2019. 95
Tabla 38. Emisiones totales de la Comunidad Valenciana, España y la UE en función del PIB (tCO_2eq/miles €). 96
Tabla 39. Emisiones por cápita teniendo en cuenta le generación de electricidad y las importaciones. 97
Tabla 40. Emisiones totales EU ETS y difusas de la Comunidad Valenciana en tCO2eq entre los años 2005 y 2019. 99
Tabla 41. Contribución de los distintos sectores a la generación de emisiones en la Comunidad Valenciana y España a en los años 1990, 2010 y 2019. 100
Tabla 42. Intensidad de emisiones en la Comunidad Valenciana, España y la UE en tCO_2eq/GWh 102
Tabla 43. Consumo de energía final por fuentes en GWh en el periodo 2011-2019... 103
Tabla 44. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario BAU. 110
Tabla 45. Pronóstico de emisiones GEI de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en ktCO_2eq en el escenario BAU. 112
Tabla 46. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario BAU. 113
Tabla 47. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario II. 116
Tabla 48. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario II. 116
Tabla 49. Pronóstico de emisiones GEI totales y de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en ktCO_2eq en el escenario II sin tener en cuenta sumideros. 118
Tabla 50. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana ktCO_2eq teniendo en cuenta sumideros. 119
Tabla 51. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario III. 122
Tabla 52. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana en ktCO_2eq teniendo en cuenta sumideros. 124

Tabla 53. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario III. 125
Tabla 54. Tabla comparativa con los principales resultados de los tres escenarios. ... 126
Tabla 55. Prospectiva energética por sector y fuente energética en la Comunidad Valenciana por décadas. 132
Tabla 56. Prospectiva energética de la agricultura a 2050. 134
Tabla 57. Prospectiva de la intensidad energética para la agricultura. 134
Tabla 58. Prospectiva de las emisiones del sector agricultura. 135
Tabla 59. Prospectiva energética de la industria a 2050. 138
Tabla 60. Prospectiva de la intensidad energética para la industria. 139
Tabla 61. Prospectiva de las emisiones para la industria. 140
Tabla 62. Distribución energética por tipos de industrias en la Comunidad Valenciana. 141
Tabla 63. Prospectiva energética del transporte a 2050. 144
Tabla 64. Prospectiva de la intensidad energética para el transporte. 145
Tabla 65. Prospectiva de las emisiones en el sector transporte. 146
Tabla 66. Prospectiva energética del residencial a 2050. 148
Tabla 67. Prospectiva de la intensidad energética para el sector residencial. 149
Tabla 68. Prospectiva de las emisiones para el sector residencial. 150
Tabla 69. Prospectiva energética del sector servicios a 2050. 153
Tabla 70. Prospectiva de la intensidad energética para el sector servicios. 153
Tabla 71. Prospectiva de la demanda final por tipo de energía en TWh. 156
Tabla 72. Prospectiva del porcentaje renovable 2010-2050. 157
Tabla 73. Prospectiva de la demanda de electricidad en GWh para 2019-2050. 160
Tabla 74. Prospectiva de producción de electricidad por tecnologías. 164
Tabla 75. Potencia por tecnologías renovables. 165
Tabla 77. Producción de energía solar FV. 166
Tabla 77. Producción de energía eólica. 169
Tabla 78. Necesidades de almacenamiento de energía por tecnologías. 176
Tabla 79. Áreas con potencial eólico en la Comunidad Valenciana. 179
Tabla 80. Intensidad de uso de tierra de biocombustibles. 183

Índice de figuras

Figura 1. Impacto potencial del cambio climático en Europa. 15
Figura 2. Zonas inundables en la Comunidad Valenciana en 2050 como consecuencia del Cambio climático. 15
Figura 3. Precios medios (€/MWh) de los mercados mayoristas de la electricidad de España, Francia e Italia. 37
Figura 4. Precio del gas (USD/MWh) en los principales hubs internacionales. 38

Figura 5. Precio medio (€) de la factura mensual de un consumidor doméstico sujeto a PVPC. ... 39
Figura 6. Precio de Venta al Público (PVP) medio acumulado de los diferentes hidrocarburos en España (€). ... 40
Figura 7. Porcentaje de variación de la tasa de inflación anual en la última década en el mundo, la UE y España. ... 40
Figura 8. Saldo neto de la balanza comercial de importaciones y exportaciones de productos energéticos en M€, en la última década. ... 41
Figura 9. Evolución del LCOE de la energía eólica terrestre y solar fotovoltaica, sin subsidios, en la última década. ... 42
Figura 10. Variación de los diferentes flujos de inversión en renovables y en combustibles fósiles a escala mundial y europea desde 2015. ... 43
Figura 11. Climograma de la Comunidad Valenciana. (Precipitación en barras y temperatura media, máxima y mínima, en líneas. ... 43
Figura 12. Atlas de la radiación solar media de la Península Ibérica en KWh/(m^2*día). 44
Figura 13. Evolución de la demanda de energía primaria en la Comunidad Valenciana en TWh. ... 47
Figura 14. Demanda de energía primaria por fuentes en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea en 2019. ... 49
Figura 15. Evolución de la demanda de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh. ... 51
Figura 16. Grado de electrificación y porcentaje de combustibles fósiles en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea. Eje izquierdo: grado de electrificación. Eje derecho: % de combustibles fósiles. ... 52
Figura 17. Diagrama de Sankey de fuentes primarias en la Comunidad Valenciana en 2019. ... 54
Figura 18. Fracciones de consumo de energía final, PIB y población por provincias. ... 55
Figura 19. Distribución de energía final por fuentes y provincias en TWh (2019). ... 56
Figura 20. Evolución histórica del consumo final por sectores en la Comunidad Valenciana (TWh). ... 58
Figura 21. Evolución del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana. ... 60
Figura 22. Comparación del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. ... 61
Figura 23. Evolución del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana. ... 62
Figura 24. Comparación del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. ... 63
Figura 25. Evolución del consumo por fuentes en transporte en la Comunidad Valenciana. ... 65

Figura 26. Comparación del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 66
Figura 27. Evolución del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana. 67
Figura 28. Comparación del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 68
Figura 29. Evolución del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana. 69
Figura 30. Comparación del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. 71
Figura 31. Evolución histórica del consumo final por sectores en Castellón. 72
Figura 32. % de variación entre consumo de energía primaria real y energía primaria proyectada (2007). 74
Figura 33. Comparación de la evolución en eficiencia global de conversión (energía final entre primaria). 76
Figura 34. Intensidades energéticas (MWh) per cápita. 77
Figura 35. Intensidades energéticas (kWh) por unidad monetaria (€). 78
Figura 36. Comparación de intensidades energéticas en los sectores agricultura, industria y servicios en 2019. 79
Figura 37. Mix de generación eléctrica en la Comunidad Valenciana. 80
Figura 38. Evolución del porcentaje renovable en la generación de energía. 82
Figura 39. Comparación del mix eléctrico en la Comunidad Valenciana, España y Europa en 2019. 83
Figura 40. Evolución del porcentaje de potencia instalada por tecnología en la Comunidad Valenciana de 2015 a 2020. 84
Figura 41. Evolución del porcentaje de cada tecnología en la potencia instalada en España. 85
Figura 42. Evolución del porcentaje de cada tecnología en la potencia instalada en la Unión Europea. 86
Figura 43. Evolución del % de fuentes fósiles en la potencia de generación eléctrica. . 87
Figura 44. Porcentaje de la potencia instalada solar fotovoltaica en cada zona. 88
Figura 45. Número acumulado de instalaciones de autoconsumo en la Comunidad Valenciana. 89
Figura 46. En barras, el crecimiento de potencia de autoconsumo solar respecto a 2019 y en líneas el número acumulado de instalaciones fotovoltaicas de La Comunidad Valenciana, Cataluña y España. Barras – eje izquierdo. Líneas – eje derecho. 90
Figura 47. Evolución de la energía generada en GWh según la tecnología en la Comunidad Valenciana. 91
Figura 48. Evolución de las emisiones de GEI con respecto a 1990 en % en la Comunidad Valenciana, España y la UE. 93

Figura 49. Porcentaje de contribución de las emisiones de la Comunidad Valenciana respecto al resto de España. 94
Figura 50. Emisiones per cápita (t CO_2eq/ hab.) en España y en la Comunidad Valenciana entre los años 2010 y 2019. 95
Figura 51. Emisiones totales de la Comunidad Valenciana, de España y de la UE en función del PIB (tCO_2eq/miles €). 96
Figura 52. Emisiones EU ETS y difusas de la Comunidad Valenciana en tCO_2eq y porcentaje entre los años 2005 y 2019. 98
Figura 53. Contribución de los distintos sectores a la generación de emisiones en la Comunidad Valenciana y en España, en 1990, en 2010 y en 2019. 100
Figura 54. Intensidad de emisiones en tCO_2eq/GWh de la Comunidad Valenciana, España y la UE entre 2010 y 2019. 102
Figura 55. Energía primaria en TWh (eje izquierdo) e intensidad de emisiones en tCO_2eq/GWh representada con un gráfico de líneas en el eje de la derecha en el periodo 2011-2019. 103
Figura 56. Consumo de energía final en TWh en el eje izquierdo, representado con áreas agregadas, y emisiones de procesado de la energía en ktCO2eq, representadas en líneas, en el eje de la derecha en el periodo 2011-2019. 104
Figura 57. Diagrama de Sankey de emisiones en la Comunidad Valenciana en 2019. 105
Figura 58. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario BAU. 110
Figura 59. Mix eléctrico en el 2050 en escenario BAU. Fuente: elaboración propia. .. 111
Figura 60. Pronóstico de emisiones GEI de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en ktCO_2eq en el escenario BAU. 112
Figura 61. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario II. 116
Figura 62. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana ktCO_2eq sin tener en cuenta sumideros. 117
Figura 63. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana ktCO_2eq teniendo en cuenta sumideros. 118
Figura 64. Superficie forestal necesaria respecto al total de la Comunidad Valenciana para conseguir llegar a los objetivos del Fit for 55 en 2030 y de neutralidad (net-zero) en 2040 y 2050. 119
Figura 65. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario III. 122
Figura 66. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana en ktCO_2eq teniendo en cuenta sumideros. 123
Figura 67. Superficie forestal necesaria respecto al total de la Comunidad Valenciana para conseguir llegar a los objetivos del Fit for 55 en 2030. 124

Figura 68. Resumen de emisiones del procesado de la energía en los tres escenarios, en el periodo 2020 a 2050. 126
Figura 69. Demanda energética por sector y fuentes en la Comunidad Valenciana entre 2010 y 2050. 131
Figura 70. Prospectiva energética de la agricultura a 2050. 133
Figura 71. Prospectiva de la intensidad energética para la agricultura. 134
Figura 72. Prospectiva de las emisiones del sector agricultura. 135
Figura 73. Prospectiva energética de la industria a 2050. 138
Figura 74. Prospectiva de la intensidad energética para la industria. 139
Figura 75. Prospectiva de las emisiones para la industria. 140
Figura 76. Distribución energética de industrias en la Comunidad Valenciana. 141
Figura 77. Prospectiva energética del transporte a 2050. 144
Figura 78. Prospectiva de la intensidad energética para el transporte. 145
Figura 79. Prospectiva de las emisiones para el transporte. 146
Figura 80. Prospectiva energética residencial a 2050. 148
Figura 81. Prospectiva de la intensidad energética para el sector residencial. 149
Figura 82. Prospectiva de emisiones para el sector residencial. 150
Figura 83. Prospectiva energética del sector servicios a 2050. 152
Figura 84. Prospectiva de la intensidad energética para el sector servicios. 153
Figura 85. Prospectiva de las emisiones para el sector servicios. 154
Figura 86. Prospectiva de las emisiones para el sector servicios. 154
Figura 87. Prospectiva de la demanda final por tipo de energía en TWh. 156
Figura 88. Prospectiva del porcentaje renovable 2010-2050. 157
Figura 89. Porcentaje de demanda final, detallado por tecnologías de generación eléctrica. 158
Figura 90. Prospectiva de la demanda de electricidad por uso directo, saldo y generación de hidrógeno. 160
Figura 91. Fuentes, transformaciones y usos de la electricidad en la prospectiva del año 2030. Fuente: Modelo Fundación Renovables. Elaboración propia. 161
Figura 92. Fuentes, transformaciones y usos de la electricidad en la prospectiva del año 2050. 162
Figura 93. Prospectiva de producción de electricidad por tecnologías. 164
Figura 94. Potencia por tecnologías renovables. 165
Figura 95. Representación gráfica horaria de las curvas de demanda y producción por tecnologías en un día medio para el año 2040. 175
Figura 96. Representación gráfica horaria de las curvas de demanda y producción por tecnologías en un día medio, 2050. 176
Figura 97. Distribución de tierra por usos en la Comunidad Valenciana. 177

Figura 98. Áreas con potencial eólico en la Comunidad Valenciana: no aptas (rojo), condicionadas (azul) y aptas (verde). Fuente: Plan Eólico de la Comunidad Valenciana. 180
Figura 99. Mapa de zonas aptas, condicionadas y no aptas para la instalación de campos fotovoltaicos en la Comunidad Valenciana..... 182

Antecedentes

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Antecedentes

Nos encontramos ante una emergencia climática. Así lo han afirmado diferentes organismos y asociaciones alrededor del mundo, entidades tan relevantes como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), han recalcado en numerosas ocasiones que **nos encontramos en una década crítica, y que no podemos retrasar más la acción**. El último informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha sido claro: una acción de mitigación muy ambiciosa e inmediata es esencial para limitar el calentamiento global a 1,5°C a largo plazo. Este límite es fundamental para mantener los riesgos climáticos en niveles manejables y evitar pérdidas y daños acelerados, así como límites estrictos. En la misma línea, el último reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) avisa de que podríamos alcanzar ese límite en las próximas 2 décadas, y que **sólo con un corte drástico en las emisiones de gases de efecto invernadero conseguiríamos parar el desastre medio ambiental.**

En esta última década se han registrado los niveles de Gases de Efecto Invernadero (GEI) más altos de la historia de la humanidad, lo que está trayendo consigo un aumento progresivo de la temperatura media global, cambios en el clima, y un aumento de los eventos catastróficos, como los mega incendios que este verano han asolado España, las inundaciones que ocurrieron en noviembre de 2022 en la Comunidad Valenciana, o las recientes sequías en Andalucía, que han provocado restricciones en el consumo de agua en octubre. Este octubre, sin ir más lejos, ha sido el mes más anormalmente cálido en España desde que se tienen registros, y con la mayor temperatura media de la serie histórica según la AEMET.

La Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) elaboró un mapa con más de 40 indicadores para determinar la vulnerabilidad que tiene cada territorio ante el cambio climático. Como se puede ver en la Figura 1, el resultado para España es muy negativo, siendo incluso peor para las zonas costeras, de manera que las tres provincias que forman la Comunidad Valenciana tienen el nivel de impacto más alto del baremo. El propio Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) elaboró un visor que muestra las consecuencias del aumento del nivel del mar provocado por el cambio climático, con una parte de las tierras valencianas siendo inundadas por el mar en los peores escenarios (Figura 2). Ante esta situación es imperativo trabajar tanto la adaptación como la mitigación pues ambas son respuestas complementarias frente al cambio climático, aunque no podemos olvidar que **sin una adecuada acción en materia de mitigación las capacidades adaptativas se verán irremediablemente desbordadas.**

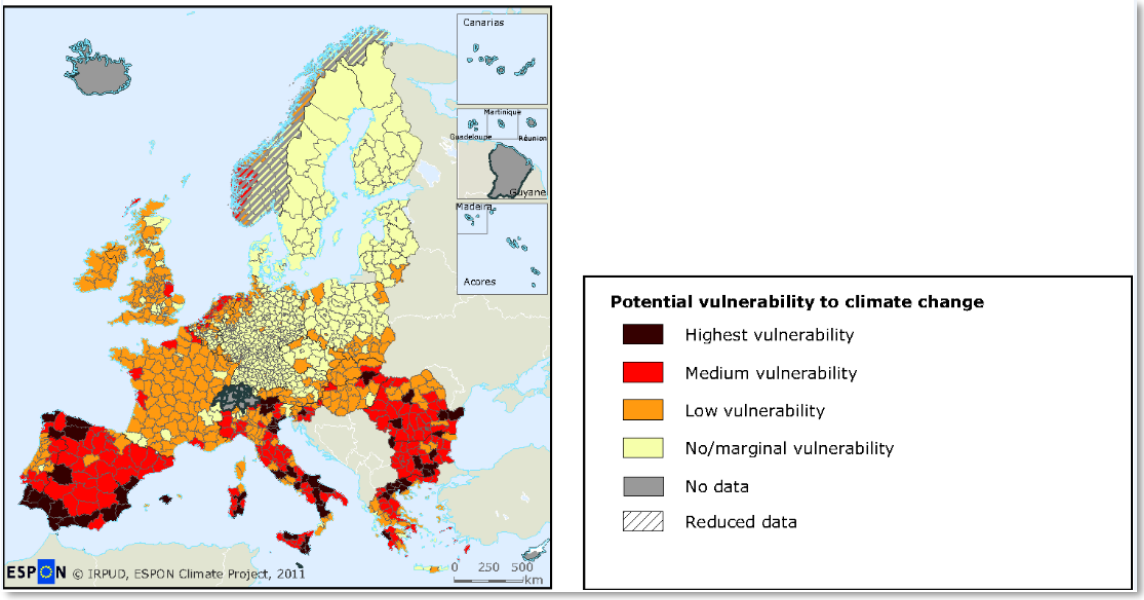

Figura 1. Impacto potencial del cambio climático en Europa.
Fuente: [Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA).]

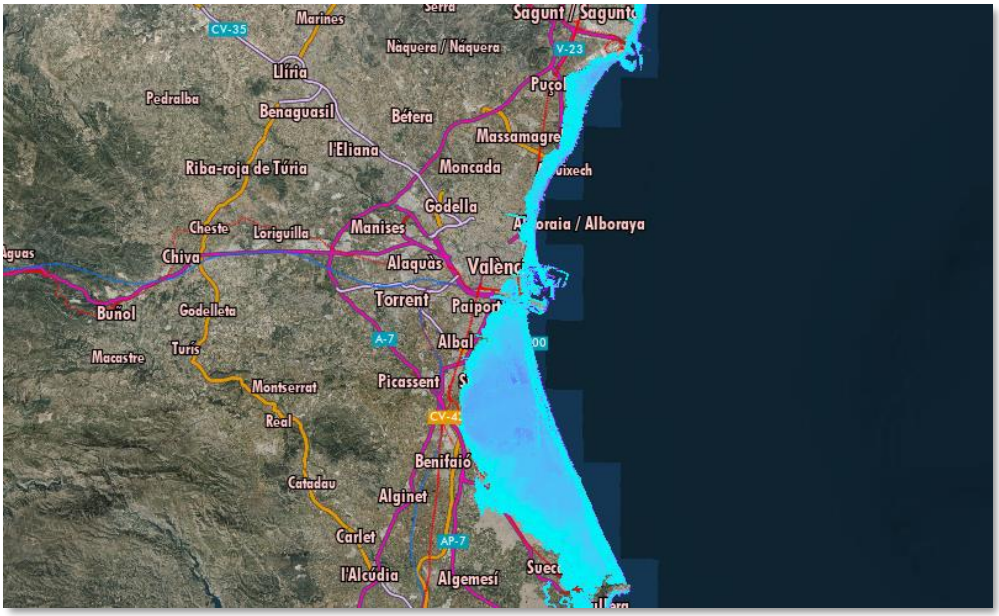

Figura 2. Zonas inundables en la Comunidad Valenciana en 2050 como consecuencia del Cambio climático.
Fuente: [ICV.]

En este contexto de crisis climática, nos encontramos también con la crisis energética y geopolítica surgida a raíz de la manipulación de los mercados, sobre todo el del gas, por parte de Rusia incluso antes de que invadiera a Ucrania. Las consecuencias han puesto de manifiesto la fragilidad del sistema energético europeo, y que sin duda van a marcar la política energética de la UE y seguirán estando muy presentes en todo 2023.

El aumento de los precios de la energía ha sido la consecuencia más inmediata que hemos sufrido, en especial para las familias más vulnerables, pero también ha provocado un avance sin precedentes en la transición energética, con inversiones históricas en energías renovables y aumento en la ambición de objetivos de eficiencia, integración de esas renovables en el sistema y descarbonización de la economía.

A pesar de que en la década desde 2010 a 2019 casi no haya habido avances en la transición energética en la Comunidad Valenciana, en los últimos años ha empezado a perfilarse como una de las comunidades autónomas españolas que más está apostando por un cambio en el modelo energético.

La presente hoja de ruta se ha realizado a partir de los últimos datos disponibles y que datan de 2019. Tiene un carácter teórico siendo necesario realizar planes específicos por áreas que incluyan objetivos vinculantes, tanto globales como específicos, con el fin de conseguir un modelo energético neutral y sostenible.

La meta no es otra que conseguir, en 2050, un sistema sostenible, eficiente, limpio y autosuficiente, es decir un sistema descarbonizado. Es por ello por lo que es primordial **líderes valientes que lleven a cabo una acción ambiciosa y acelerada de mitigación, junto con fuertes esfuerzos en adaptación**. Y para lograrlo tenemos que diseñar el modelo energético idóneo en base a los objetivos establecidos y las diferentes tecnologías actuales y previsibles, transformando nuestra economía en una innovadora, competitiva, eficiente con los recursos que tenemos y resiliente al clima.

Nos encontramos en la década de la acción,
luchar contra el cambio climático es una obligación.
En esta década crítica para la conservación,
seguir retrasando medidas ya no es una opción.

Entorno político del sector de la energía

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Entorno político del sector de la energía

Tras el segundo informe del IPCC en el que se concluía que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) conllevaban un cambio en el clima, la comunidad internacional respondió, en 1997, con el primer acuerdo mundial en materia de cambio climático, el **Protocolo de Kioto.** Su propósito era reducir las emisiones de los gases causantes del efecto invernadero y como consecuencia del calentamiento global. El objetivo era lograr que en el período 2008-2012 los países desarrollados disminuyeran sus emisiones un 5% respecto al nivel de 1990. La Unión Europea (UE) fue más allá y se comprometió a reducirlas en un 8%, otorgando a cada Estado miembro un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales. Podemos decir que el Protocolo de Kioto fue un éxito y un fracaso a la vez, porque solo lo firmaron 36 países y porque de los firmantes 9 lo incumplieron, siendo España uno de ellos. El problema fue que países con grandes emisiones como EEUU o Canadá no estaban adheridos, aumentando sus emisiones de forma notable. De hecho, su adhesión habría supuesto el incumplimiento del Protocolo en términos globales. El Protocolo de Kioto se hizo en un momento adecuado porque era entonces cuando se podía haber revertido la situación con menos esfuerzo del que tenemos que hacer ahora, pero su ambición y sus objetivos fueron claramente insuficientes.

Con esta situación llegamos al segundo gran pacto internacional, firmado en la COP 21 de 2015 y denominado **Acuerdo de París.** La ambición fue mucho mayor, pues se pactó, por 195 países, limitar el aumento de la temperatura del planeta al final de este siglo entre los 1,5ºC y los 2ºC respecto a los niveles preindustriales. A pesar de que su objetivo es ambicioso, también es un poco difuso al limitarse a confiar en que los países hagan sus propios planes de reducción de emisiones de GEI, fijando cada uno su propia meta.

La UE siempre ha sido y es el elemento tractor de ambos pactos internacionales y durante las últimas décadas ha ido transformando gradualmente el núcleo de su política energética con una serie de hojas de ruta, directivas, planes y herramientas técnico-financieras destinadas a conseguir un sistema energético sostenible, descarbonizado y que permita alcanzar la neutralidad climática a la par que la conservación del medio ambiente. Así, con el objetivo de paliar los efectos de la crisis sanitaria, geopolítica, energética y climática a las que nos enfrentamos, las medidas adoptadas por la UE se implementan a través de planes nacionales mediante la transposición al ordenamiento jurídico de cada país.

A continuación, se destaca la normativa más relevante para esta Hoja de Ruta de consecución de un modelo energético sostenible a 2050:

Marco europeo

Pacto de las Alcaldías para el Clima y la Energía

En 2015, la Comisión Europea (CE) lanzó el ''Pacto de los Alcaldes y Alcaldesas para el Clima y la Energía'' como resultado de combinar dos iniciativas anteriores, el "Pacto de las Alcaldías" y "*Mayors Adapt*", ambas encaminadas a dar apoyo a los municipios para que asuman compromisos políticos y comiencen a tomar medidas para anticiparse y adaptarse a los inevitables efectos del cambio climático que ya se están produciendo. Los tres pilares en los que se basa son la atenuación, la adaptación y la energía segura, sostenible y asequible, una iniciativa a la que se han adherido más de 6.000 ciudades de toda Europa. De los 542 municipios que integran la Comunidad Valenciana, 419 alcaldías están adheridas al Pacto (un 77%). Con este Pacto las ciudades firmantes se comprometen a:

- Reducir las emisiones de CO_2 un 40% para 2030.
- Aumentar la eficiencia energética un 27%.
- Aumentar el uso de energía procedente de fuentes renovables un 27%.
- Elaborar un Inventario de Emisiones de Referencia.
- Realizar una evaluación de riesgos y vulnerabilidades derivadas del cambio climático.
- Presentar el Plan de Acción para la Energía Sostenible y el Clima (PACES) en el plazo de dos años, a partir de la firma oficial del Pacto.
- Presentar un informe de seguimiento, al menos, cada dos años.

Paquete de Energía Limpia

Como consecuencia del Acuerdo de París, a finales de 2016, la CE presentó un paquete de herramientas y nuevas propuestas legislativas. En 2019 terminaron los 8 actos legislativos con los que contaba el paquete, remarcando los siguientes objetivos en materia de energía y cambio climático:

- 40% de reducción de emisiones de GEI, respecto a 1990, tanto a nivel nacional como del conjunto de la UE. *Objetivo vinculante a escala UE.*
- 32% de renovables sobre el consumo final bruto de energía de la UE en 2030. *Objetivo vinculante a escala UE.*
- 26% de reducción del consumo de energía primaria de la UE con respecto a 2005. *Objetivo no vinculante.*

- 20% de reducción del consumo de energía final de la UE con respecto a 2005. *Objetivo no vinculante.*
- Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética con respecto a 2005 a escala de la UE, expresada en consumo de energía primaria o de energía final. *Objetivo no vinculante.*
- 15% de interconexión eléctrica de los Estados miembros. *Objetivo no vinculante.*

Las principales novedades de las directivas contenidas dentro del paquete se pueden resumir en:

Directiva de eficiencia energética en edificios (Directiva 2018/844)[1]

Publicada en junio de 2018, la Directiva 2018/844 modifica las Directivas 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios y la 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética. Sus aspectos fundamentales son la dotación de ayudas para la rehabilitación de edificios, el certificado de eficiencia energética, la instalación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos en edificios y la lucha contra la expansión de la pobreza energética.

Entre otras medidas, **establece que cada Estado miembro deberá implantar una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de todo su parque de edificios, con el fin de conseguir una alta eficiencia energética y su descarbonización antes de 2050,** los denominados edificios de consumo energético casi nulo. Además, **otorga un papel clave al autoconsumo,** obligando a reformar los códigos técnicos de construcción que no tenían en cuenta la generación de energía renovable distribuida en el punto de consumo.

Directiva de eficiencia energética (Directiva 2018/2002)[2]

Publicada el 11 de diciembre de 2018, la Directiva 2018/2002 modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. Esta directiva define la eficiencia energética como un "elemento fundamental para superar los retos energéticos y medioambientales a los que se enfrenta la UE como son la dependencia energética, la escasez de recursos energéticos y el cambio climático".

[1] En España ha sido parcialmente traspuesta al ordenamiento jurídico español por el RD 178/2021, Ley 7/2021, RD 390/2021 y RD 450/2022.
[2] En España ha sido parcialmente traspuesta al ordenamiento jurídico español por el RDL 23/2020, RD 736/2020 y RD 178/2021.

Establece una mejora de la eficiencia energética hasta alcanzar, al menos, el 32,5% a nivel UE para el año 2030, marcando el camino para aumentarlo en los años posteriores. También **obliga a los Estados miembros a fijar un objetivo individual para 2030, así como a una mejora de la eficiencia mínima anual de un 0,8% sobre el consumo de energía final.** Con ello se pretende dar una mayor estabilidad y continuidad, fomentando y asegurando las inversiones necesarias en medidas de eficiencia energética. Señala la necesidad de proporcionar ayudas que permitan la rehabilitación de edificios, la mejora en la eficiencia de los aparatos y realizar actuaciones para reducir consumos en el transporte. Como todas las directivas incluidas en el ''Paquete de Invierno", busca dar protagonismo y protección a los consumidores ya que deberán tener contadores que les proporcionen información en tiempo real de los consumos con un fácil acceso y de manera gratuita. Se añade también la necesidad de prestar especial atención al uso de los recursos naturales, así como a la gestión del agua de cara a una mejora y mantenimiento de los sistemas hídricos.

Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (Directiva 2018/2001)

La Directiva 2018/2001, que deroga la Directiva 2009/28, fija un objetivo vinculante del 32% de la cuota de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo final de energía de la UE para 2030 y establece normas sobre las ayudas financieras a la electricidad procedente de fuentes renovables, el autoconsumo y el uso de energías renovables en los sectores de calefacción y refrigeración y de transporte. Así mismo, define criterios de sostenibilidad y de reducción de emisiones de GEI. Todos los Estados miembros deberán velar conjuntamente por el cumplimiento del objetivo y fijar sus contribuciones en los **Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC)**, como se fijó posteriormente en las obligaciones contraídas de acuerdo con el **Reglamento de Gobernanza de la UE.**

Una novedad importante es el reconocimiento de los autoconsumidores de energías renovables, tanto individuales como colectivos, adquiriendo el derecho de poder generar, consumir, almacenar, gestionar y vender su propia electricidad. Además, garantiza el derecho de los consumidores finales a participar en comunidades de energía, algo que les permite generar energía procedente de fuentes renovables u otros servicios energéticos como los de eficiencia energética, de gestión, con la agregación y almacenamiento de energía, potencialmente, de distribución, o la recarga de vehículos eléctricos.

Presta especial atención sobre los sectores del transporte y la calefacción y refrigeración, que deberán aumentar la cuota de energías renovables. En el caso de la calefacción y refrigeración los Estados miembros deberán aumentarla en 1,3 puntos de media anual, expresada en términos de la cuota nacional de consumo final de energía. En el caso del transporte, cada Estado miembro impondrá una obligación a los proveedores de combustible para garantizar que la cuota de energías renovables en el consumo final de energía sea, como mínimo, de un 14% en 2030, tal y como recoge el artículo 25, apartado 1, de la Directiva (UE) 2018/2001.

Reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (Reglamento 2018/1999)

En consonancia con avanzar en la consecución del Acuerdo de París, el Reglamento (UE) 2018/1999, aprobado en diciembre de 2018, pretende sentar las bases legislativas necesarias para una gobernanza fiable, inclusiva, integrada, eficiente en costes, transparente y predecible, asegurando la consecución de los objetivos planteados para 2030 y a largo plazo, mediante esfuerzos complementarios, coherentes y ambiciosos, limitando, al mismo tiempo, la complejidad administrativa.

En este Reglamento se crean dos nuevas figuras fundamentales para determinar el marco de actuación en materia de acción contra el cambio climático: los PNIEC y la Estrategia de Descarbonización a 2050. Los PNIEC de los Estados miembros están dirigidos a asegurar el logro del avance colectivo en los objetivos generales y específicos para 2030 y, a largo plazo, en consonancia con la consecución de los objetivos del Acuerdo de París de 2015. Por otro lado, la Estrategia de Descarbonización a 2050 debe proyectar una senda coherente con los objetivos de descarbonización de la economía para el año 2050 y con las actuaciones previstas a 2030.

Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (Directiva 944/2019)[3] y Reglamento sobre el mercado interior de la electricidad (Reglamento 943/2019)

Enfocados en establecer normas relativas al mercado interior de la electricidad que garanticen su funcionamiento, la Directiva 944/2019, que deroga la Directiva 2005/89 y el Reglamento 934/2019, que deroga el Reglamento 714/2009, incluyen los requisitos relacionados con la implantación de energías renovables y desarrollan normas específicas en materia de balance, despacho, redespacho de energía y establecimiento de un límite para las emisiones de las nuevas capacidades de

[3] En España ha sido parcialmente traspuesta al ordenamiento jurídico español por RDL 23/2020.

generación cuando estén sujetas a medidas que garanticen el nivel adecuado de cobertura, es decir, mecanismos de capacidad. Estos serán temporales, limitados a situaciones en las que existan problemas reales de cobertura, incluyendo su eliminación progresiva, previa aprobación por la CE. Los pagos solo remunerarán la disponibilidad, a través del procedimiento competitivo abierto, con la participación no solo de ofertas de generación, sino también de almacenamiento y gestión de la demanda.

Con esta nueva normativa **se permitirá y fomentará la gestión de la demanda mediante la agregación de los mercados de electricidad** facilitando así que la ciudadanía activa, a través de su consumo, su capacidad de almacenamiento o su electricidad autogenerada, pueda participar en los mercados de electricidad junto a los grandes productores. Estos servicios de flexibilidad además facilitarán la penetración de la generación renovable distribuida y una gestión más optimizada de las redes de distribución, dando cabida a la digitalización y adecuación de las redes más que a la construcción de nuevas infraestructuras.

Pacto Verde Europeo

El Pacto Verde Europeo, o "*European Green Deal*", es un plan a largo plazo creado en diciembre de 2019 para **convertir a Europa en el primer continente en alcanzar la neutralidad climática para 2050.** Este acuerdo busca transformar nuestra economía hacia un escenario sin emisiones netas de GEI, con una economía desligada del uso de recursos naturales, transformando los retos en materia de clima y medio ambiente en oportunidades y haciendo una transición justa e integradora para todos.

Dentro del marco del Pacto Verde Europeo, han surgido distintas actuaciones, entre las que se destacan:

Fondos Next Generation EU

A raíz de la crisis sin precedentes que se vivía en Europa, provocada por el COVID-19, en mayo de 2020 la CE propuso el instrumento temporal de recuperación Next Generation EU, aprobado posteriormente y que cuenta con más de 800.000 M€, con los que se busca paliar los efectos causados por la pandemia y conseguir una Europa más ecológica, digital, resiliente y mejor adaptada tanto a los retos actuales como a los futuros. Estos fondos están siendo canalizados en España a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

Programa "Fit for 55"

Para darle un nuevo impulso a la sostenibilidad tras la pandemia del COVID 19, se aprobó un nuevo y ambicioso paquete legislativo, el "*Fit for 55*"(FF55). En él se encuentran nuevas herramientas regulatorias y jurídicas que destacan por su relevancia, repercusión e innovación para acelerar la acción climática europea:

- Se eleva el objetivo de reducción de emisiones de GEI en un 55% para 2030.
- Se rebajará el límite global de emisión en el **Sistema de Comercio de los Derechos de Emisión** (ETS, por sus siglas en inglés) y se aumentará el ritmo de reducción anual.
- Un aumento en la cuantía financiera de los **Fondos de Innovación y Modernización**.
- La Directiva de energías renovables **eleva el objetivo de producir el 40% de nuestra energía a partir de fuentes renovables para 2030**.
- La **Directiva de eficiencia energética** será revisada aumentando el objetivo actual del 32,5% al 36% para el consumo de energía primaria y del 39% para energía final desde 2005 (o un 9% desde 2020).
- Nuevas exigencias de que las emisiones medias de los coches nuevos se reduzcan un 55% a partir de 2030 y un 100% a partir de 2035 en comparación con los niveles de 2021. Como resultado, **todos los coches nuevos matriculados a partir de 2035 serán de emisiones cero.**
- **Una revisión de la Directiva sobre fiscalidad de la energía que propone alinear la fiscalidad de los productos energéticos** con las políticas energéticas y climáticas de la UE, fomentando las tecnologías limpias y eliminando exenciones obsoletas y tipos reducidos que actualmente fomentan el uso de combustibles fósiles.

Ley Europea del Clima

El Reglamento 2021/1119, más conocido como "Ley Europea del Clima", establece un marco para **convertir en una obligación vinculante para los socios de la UE el compromiso alcanzado en el "Acuerdo de París",** consistente en alcanzar la neutralidad climática en la Unión para 2050, comprometiéndose a mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2ºC, con relación a los niveles preindustriales, y a trabajar para llegar a los 1,5ºC. También se hace vinculante el objetivo de alcanzar una reducción interna neta de GEI del 55% con respecto a los niveles de 1990 para 2030.

Plan REPowerEU

Ante el contexto de la crisis energética acrecentada por la invasión de Ucrania, y bajo la amenaza del cese de exportaciones, la UE se ha visto obligada a poner fin a la dependencia de los combustibles fósiles rusos y a avanzar con rapidez en la transición ecológica. Para ello la CE presentó en mayo de 2022 el Plan REPowerEU. En él, se propone aumentar aún más los objetivos de eficiencia energética marcados en el FF55, que proponía una mejora del 9%, desde la proyección realizada en 2020, a un 13% para 2030, además de un avance en la generación de renovables en el sistema eléctrico del 40% al 45%.

Este plan sirve de marco para otras iniciativas, entre las que destacan:

- La Estrategia de energía solar de la UE, que persigue instalar más de 320 GW de energía solar fotovoltaica y 600 GW para 2030.
- Una **iniciativa de energía solar en los tejados** con la obligación legal de instalar paneles solares en nuevos edificios públicos, comerciales y edificios residenciales nuevos.
- Un Plan de acción sobre el metano para aumentar la producción a 35 millones de metros cúbicos de aquí a 2030.

Reglamento de la taxonomía

Con el objetivo de canalizar los flujos de capital hacia actividades ambientalmente sostenibles, la Comisión define una serie de medidas en el plan de acción "Finanzas sostenibles". En el Reglamento de la Taxonomía (RD 2020/852) se incluye un sistema para clasificar las actividades económicas como ambientalmente sostenibles. Este RD convierte los objetivos medioambientales de la UE en un marco claro con fines de inversión.

En julio de 2022 se aprobó el Reglamento Delegado 2022/2014, por el que se incluyen ciertas actividades relacionadas con el gas fósil y la energía nuclear dentro del listado de actividades económicas ambientalmente sostenibles. Algunas de estas actividades son la generación de electricidad con gas, o la inversión en I+D, desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías nucleares.

Marco nacional

Marco Estratégico de Energía y Clima

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

Aprobada su versión final el 16 de marzo de 2021, el PNIEC identifica los retos y las oportunidades a lo largo de cinco niveles energéticos: la descarbonización del sistema económico, la eficiencia energética, la seguridad del suministro, el mercado interior de la energía y una mejora en la innovación y la investigación. Está pendiente su revisión al alza en 2023 para alinearlo con los recientes objetivos establecidos por la UE. Entre sus aspectos más destacados se incluyen:

- **La reducción del 23% de las emisiones de GEI para 2030 respecto a los niveles de 1990.**
- Alcanzar una **mejora de la eficiencia energética del 39,5%.**
- Las **renovables alcanzarán en 2030 el 42%** del uso final de la energía.
- Alcanzar un **74% de generación eléctrica renovable** en 2030. Establece una potencia instalada de 50.333 MW de eólica, 39.181 MW de solar fotovoltaica, 14.609 MW de hidráulica y 7.303 MW de solar termoeléctrica.
- El peso de la **electricidad en la cobertura de la demanda final de energía resultante de la aplicación del PNIEC será del 27% para 2030**, desde la base actual del 25,3%.
- Instalar por el lado de la oferta **6 GW de almacenamiento** en 2030.

Estrategia de Transición Justa

La Estrategia de Transición Justa pretende acompañar a la transición ecológica para maximizar las ganancias sociales y mitigar los impactos negativos, consiguiendo así mejorar los resultados en generación de empleo y cohesión social y territorial de nuestro entorno. Entre sus objetivos destacamos:

- **Convertir la transición ecológica en un vector para frenar la despoblación.**
- **Identificar,** mediante la realización de planes sectoriales en los principales sectores económicos, **los retos, oportunidades, amenazas y medidas necesarias para llevar a cabo su transformación.**
- **Minimizar los impactos negativos** en zonas vulnerables a través de Convenios de Transición Justa.
- Impulsar la elaboración de Convenios de Transición Justa para **sectores estratégicos y colectivos afectados.**

Ley Cambio Climático y Transición Energética

La vigente Ley de Cambio Climático y Transición Energética (LCCyTE), aprobada en mayo de 2021, **tiene como objetivo facilitar y dotar de las herramientas jurídicas**

necesarias para la descarbonización de la economía, su transición a un modelo circular para racionalizar el consumo de recursos naturales y preservar la conservación del medio ambiente.

Los objetivos a 2030 ligados a la energía son similares a los del PNIEC, por lo que destacamos otros como:

- **Antes de 2050** y en todo caso, en el más corto plazo posible, alcanzar la neutralidad climática para dar cumplimiento a los compromisos internacionalmente adquiridos.
- **Revisión al alza en 2023** de los objetivos de reducción de emisiones de GEI y de penetración de energía renovable en el consumo de energía final para 2030.
- Los municipios de más de 50.000 habitantes y los territorios insulares adoptarán antes de 2023 **planes de movilidad urbana sostenible y establecerán zonas de bajas emisiones.**

Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050 (ELP)

La Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050 marca una hoja de ruta para reducir las emisiones de GEI en un 90% a 2050 respecto a 1990, con una profunda transformación de todos los sectores de la economía. El escenario planteado de neutralidad climática presenta los siguientes objetivos:

- **El consumo de energía primaria se reducirá en torno a un 50% desde el año 2020 hasta el año 2050.**
- **Un sistema eléctrico 100% renovable,** además de un sector energético nacional prácticamente 100% renovable en el uso final de la energía.
- **Reducción de la dependencia energética hasta un 13% en 2050.**
- En el sector de la movilidad se alcanzará **un 79% en el uso final de la energía en 2050.**
- En los sectores de frío y calor es estima **un porcentaje de penetración de energías renovables del 97%.**

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)

Para poder acelerar la transición climática y la recuperación económica tras la crisis sanitaria provocada por la pandemia del COVID-19, desde el Gobierno de España se redacta el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), destinado aponer en marcha un plan de reformas e inversiones en los que poder utilizar los

instrumentos comunitarios de financiación *Next Generation EU*. Este plan se encuentra estructurado en distintos Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE). En el momento de elaboración del presente informe se encuentran aprobados once PERTES, de los que destacamos:

- PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado, con el objetivo de fomentar el desarrollo y la fabricación de vehículos eléctricos, crear la infraestructura de conexión necesaria y convertir a España en el líder europeo en electromovilidad. Se prevé una inversión total de más de 24.000 M€.
- PERTE de energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento, con el que se quiere reforzar la transición energética en áreas como las energías renovables, la electrónica de potencia, el almacenamiento o el hidrógeno renovable, y reforzar aquellas con menor presencia. Con una inversión de 16.300 M€, prevé la creación de más de 280.000 puestos de trabajo.

Hojas de Ruta y Estrategias nacionales

Hoja de Ruta del Autoconsumo

La Hoja de Ruta del Autoconsumo **pretende impulsar el desarrollo de todas las modalidades de autoconsumo de aquí a 2030, identificando y eliminando las barreras, promoviendo la formación y sensibilización de la sociedad y permitiendo que el autoconsumo sea una actividad normalizada en el sistema eléctrico distribuido al que nos encaminamos.** Para ello, establece 37 medidas a poner en marcha y dos escenarios: uno con un objetivo de 9 GW de potencia instalada y otro, de alta penetración, de 14 GW a 2030, ambos no vinculantes. Objetivos poco ambiciosos pues con los datos de potencia anual instalada actualmente se prevé alcanzar los 9 GW en 2025 y en 2030 superar holgadamente los 14 GW sin haber derribado todas las barreras necesarias para conseguir una alta penetración del autoconsumo en todas sus modalidades.

Hoja de Ruta del Biogás

En la Hoja de Ruta del Biogás se establece un objetivo de producción de biogás para 2030 mínimo de 10,41 TWh anuales, lo que supone multiplicar por 3,8 veces la producción del año 2020. **En el sector del transporte el biogás y el biometano contribuirán a que España alcance los objetivos marcados en el PNIEC de un 28% de energías renovables.** Se echa de menos que no se haya incluido el control en la generación de residuos y la creación de un sistema de Garantías de Origen que permita a los consumidores y empresas comprender la diferencia entre los gases de origen fósil y los renovables, entre otras cosas.

Hoja de Ruta del Hidrógeno

En la Hoja de Ruta del Hidrógeno se marca como objetivo 4 GW de capacidad instalada de electrolizadores para 2030, con un hito intermedio en 2024 de 300 a 600 MW. Deja claro que **el hidrógeno verde, procedente de fuentes renovables, puede resultar un gran aliado como vector energético para usos finales en aquellas áreas en las que la electrificación no sea la solución más eficiente, como el transporte aéreo de pasajeros o mercancías.**

Otros objetivos son que el 25% del consumo de hidrógeno en la industria sea renovable y que en el sector transporte exista una flota de 150-200 autobuses de pila de combustible de hidrógeno renovable y entre 5.000 y 7.000 vehículos de pila de combustible para el transporte de mercancías. También prevé diferentes proyectos comerciales que permitan el aprovechamiento de la electricidad y/o aprovechamiento de la energía renovable excedentaria, permitiendo la generación de hidrógeno verde.

No hay que olvidar que debemos limitarnos solamente al hidrógeno producido por fuentes renovables y que este solo se debería suplir las necesidades energéticas que no puede la electricidad, por sostenibilidad y eficiencia.

Hoja de Ruta de la Eólica marina y Energías del mar en España

La “energía azul”, que es como se denomina a la energía de origen marino, tiene un potencial energético, industrial y tecnológico. Según las previsiones de IRENA, la potencia instalada de eólica marina y energías del mar llegará a los 228 GW y a 10 GW, respectivamente, en 2030, siendo necesarios 1.000 GW de eólica marina para 2050 si queremos alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.

Los objetivos que plantea la Hoja de Ruta de la Eólica marina y Energías del mar en España son la creación de 1 a 3 GW de energía eólica marina y unos 40-60 MW de energías del mar para 2030.

Estrategia de Almacenamiento Energético

Para alcanzar la neutralidad climática en 2050, necesitamos una transformación del sistema energético en el que los recursos renovables sean la fuente fundamental. Para poder dar flexibilidad a un sistema basado en este tipo de energías, con carácter variable, es necesario contar con un sistema robusto de almacenamiento.

La Estrategia de Almacenamiento Energético plantea que las necesidades mínimas de almacenamiento para España, teniendo en cuenta los objetivos del PNIEC y de la ELP,

debemos aumentarla de los 8,3 GW hasta los 20 GW, para 2030, y los 30 GW para 2050 utilizando tanto almacenamiento a gran escala diario-semanal y estacional como baterías detrás del contador.

Marco autonómico

Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030

La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 sigue la estela iniciada con la Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020, buscando promover la acción coordinada en la lucha contra el cambio climático. Incorpora, por primera vez, la gestión energética como herramienta estratégica hacia una economía competitiva y sostenible. Fue aprobada a principios de 2019 y sus objetivos básicos son:

- Reducción de las emisiones de GEI en un 40% con respecto a 1990.
- Disminución de un 43% de ETS y un 30% de emisiones difusas con respecto a 2005.
- Aumento de la eficiencia energética de, al menos, el 32,5 % para 2030.
- Cuota de energía procedente de fuentes renovables de, al menos, el 32% del consumo final bruto de energía de la Comunidad Valenciana en 2030.
- Aumento de la potencia instalada en energía renovable, pasando a disponer de 10,8 GW en 2030, repartidos entre las siguientes tecnologías:
    - 4,5 GW de eólica.
    - 2,5 GW de fotovoltaica.
    - 2,1 GW de hidráulica.
    - 1,5 GW de bombeo.

Declaración institucional de emergencia climática en la Comunitat Valenciana

Con el objetivo de dar un mayor impulso a la lucha contra el cambio climático y avanzar hacia un territorio más sostenible, el Consell de la Generalitat Valenciana realizó en junio de 2019 una declaración institucional de emergencia climática en la Comunitat Valenciana. En esta declaración, **la Generalitat marca el objetivo de reducir un 40% las emisiones contaminantes de 2030[4] y que el 100% de la energía provenga de fuentes limpias en 2050.**

[4] La Declaración no especifica un año base.

Con esta declaración, la Comunidad Valenciana asume como propia la responsabilidad de abordar la crisis ecológica y demuestra liderazgo al tomar decisiones para conseguir realizar el enorme cambio necesario que supone la transición climática.

Decreto Ley 14/2020

Para acelerar la transición energética y combatir la emergencia climática, se publica en agosto de 2020 el Decreto Ley 14/2020, que tiene la finalidad de **crear un marco normativo y facilitar la instalación de potencia en centrales eléctricas fotovoltaicas y eólicas hasta el año 2030.**

Este decreto proporciona un respaldo a los objetivos propuestos en los diferentes instrumentos estratégicos y de planificación energética y de cambio climático, con el fin de revertir la situación de "emergencia climática", y proporciona un horizonte posible en 2030 con objetivos de potencia renovable instalada de hasta 6 GW en centrales fotovoltaicas y 4 GW en eólicas.

Ley de Cambio Climático y Transición Ecológica de la Comunitat Valenciana

A finales de 2022 se aprobó la Ley de Cambio Climático y Transición Ecológica de la Comunitat Valenciana que **pretende trazar una hoja de ruta y crear el marco legal que le permita reducir las emisiones de GEI, avanzar en el despliegue de las renovables y fijar los instrumentos necesarios para asegurar una transición justa.** Su finalidad es revertir el impacto de los efectos de la emergencia climática, a través de diversos ejes de acción, para reducir la vulnerabilidad del territorio y de la población, garantizando una transición energética ordenada de la economía actual hacia una descarbonizada, competitiva, innovadora y eficiente.

Entre los objetivos que se encuentran incluidos en el proyecto encontramos:

- Una reducción de, al menos, un 40% de emisiones de GEI para 2030 respecto a las de 1990 y la neutralidad para 2050.
- Una reducción del 35,4% en materia de consumo energético primario para 2030 con base en el registrado en 2007.
- Generar, al menos, un 70% de la energía eléctrica producida en el territorio con fuentes renovables en 2030.

El proyecto tiene prevista la **creación de un fondo para la Transición Ecológica** con el objetivo de convertirse en un instrumento necesario para la ejecución de políticas y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Para nutrir ese fondo, se plantea revisar la fiscalidad para que las administraciones públicas de la Comunidad Valenciana puedan gravar actuaciones que produzcan efectos nocivos o incrementen los GEI e incentivar otras que favorezcan la adaptación al cambio climático o la reducción de GEI. En este sentido, se crearán impuestos sobre las emisiones de dióxido de carbono de los vehículos de tracción mecánica, sobre la emisión de GEI de las actividades o un impuesto ambiental para grandes establecimientos comerciales.

Planes de la Comunidad Valenciana

Plan eólico de la Comunidad Valenciana

Desarrollado en 2001, el Plan eólico de la Comunidad Valenciana es **una herramienta de ordenación territorial que tiene como objetivo regular la instalación de parques eólicos para minimizar el impacto que puedan tener estas instalaciones en la región.** El objetivo energético de este plan era alcanzar para 2010 una cuota del 12% energías renovables de la demanda total de energía.

El plan clasifica todo el territorio en zonas aptas, aptas con restricciones y no aptas, de acuerdo con criterios climáticos, edáficos, geológicos, de biodiversidad, de paisaje y socioculturales. El plan determina que un 28,3% de la superficie de la Comunidad es potencialmente aprovechable (6.574 km^2).

Plan de impulso a 2030 del vehículo eléctrico y despliegue de la infraestructura de recarga en la Comunidad Valenciana

Con el objetivo de avanzar hacia un modelo de movilidad más sostenible y menos dependiente de los combustibles fósiles se crea, en 2017, el Plan de impulso a 2030 del vehículo eléctrico y despliegue de la infraestructura de recarga en la Comunidad Valenciana que establece:

- El 2,2% de penetración del vehículo eléctrico para 2025 (78.100 unidades).
- El 7% de penetración del vehículo eléctrico para 2030 (260.000 unidades), un valor inferior al que marca el PNIEC.

Plan de Fomento de las Comunidades Energéticas Locales en la Comunitat Valenciana

El objetivo del Plan de Fomento de las Comunidades Energéticas Locales en la Comunitat Valenciana, de marzo de 2020, es que para 2030 el 100% de los municipios hayan implantado una Comunidad Energética Local (CEL) para desarrollar los servicios de autoconsumo compartido, redes de calor, movilidad eléctrica compartida o

iniciativas de generación de energía renovable y de eficiencia energética. Entre las medidas que propone, destacamos:

- Fomentar el interés de la sociedad en general y su implicación en la transición energética y en particular en las CEL.
- Capacitar a los diferentes agentes y facilitar el desarrollo técnico-administrativo de las CEL.
- Fomentar la cooperación.

Estrategia del Hidrógeno Renovable de la Comunitat Valenciana 2030

Con la Estrategia del Hidrógeno Renovable de la Comunitat Valenciana 2030, presentada en enero de 2022, la Generalitat proporciona **un marco para el despliegue de la economía del hidrógeno verde y renovable.** Los objetivos más destacados que plantea son producir 75.000 t/año de hidrógeno a partir de fuentes renovables y tener en funcionamiento instalaciones de electrolisis con potencia total de, al menos, 900 MW para finales de esta década.

Ruta Valenciana del Biogás

La Ruta Valenciana del Biogás, publicada en septiembre de 2022, presenta un objetivo a 2030 de 2,34 TWh de producción anual de biogás, algo que multiplica por 9 el consumo actual (0,26 TWh) y supone una sustitución del 6,5% del consumo de gas natural. También incluye otro objetivo potencial teniendo en cuenta mejoras técnicas, de 5,6 TWh, como horizonte para las próximas décadas.

Define medidas y objetivos sobre la evolución de los sectores de los que se obtiene biogás:

- Aguas residuales: 233 GWh/año (x1,6 respecto actual)
- Biorresiduos: 18 GWh/año (x14 respecto actual)
- Ganadería y restos herbáceos: 1.284 GWh/año (x24 respecto actual)
- Industria agroalimentaria: 564 GWh/año (x16 respecto actual)

Resumen de objetivos

En la Tabla 1 se encuentran resumidos los principales objetivos del sector energético, de acuerdo al marco normativo descrito en este apartado.

Aspecto	Objetivo	Europa			España			Comunidad Valenciana
		2020 - 2030			2020 -2030		2020 -2050	2020 - 2030
		Paquete de energía limpia	Fit for 55[5]	REPowerEU[5]	PNIEC	Propuesta FR	ELP2050	EVCCE30
Descarbonización	Emisiones de GEI (respecto a 1990)	40%	55%		23%	58%	90%	40%
	Emisiones de GEI sectores ETS (respecto a 2005)				39%			
	Emisiones de GEI sectores difusos (respecto a 2005)				61%			
	Presencia de las energías renovables sobre el consumo final de energía	32%	40%	45%	42%	55%	97%	32%
	Energías renovables en la generación eléctrica				74%	90%	100%	59,2%
	Electricidad en el mix energético				27%	50%	50%	
	Incremento de potencia renovable				59 GW		250 GW	10,8 GW
Eficiencia energética	Mejora en la eficiencia energética respecto a proyección de 2007	32,5%	9% (respecto a proyección de 2020)	13% (respecto a proyección de 2020)	39,5%		50 % (respecto a proyección de 2020)	32,5%
	Reducción de la intensidad energética primaria				3,5% anual			29,1%
	Reducción del consumo de energía primaria respecto a proyección de 2007	26%			1,9% anual			35,4%
	Reducción del consumo de energía final respecto a proyección de 2007	20%						
Seguridad energética	Mejora de la dependencia energética respecto a las importaciones				61%	45%	13%	
	Incremento de almacenamiento con presencia equilibrada de las tecnologías renovables				20 GW		30 GW	

Tabla 1. Principales objetivos para el sector energético de acuerdo al marco normativo europeo, español y regional.
Fuente: elaboración propia.

[5] Propuesta de la Comisión Europea, aún en trámite.

Evolución y situación actual de los precios de la energía y otras variables macroeconómicas relacionadas

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Evolución y situación actual de los precios de la energía y otras variables macroeconómicas relacionadas

No podemos dejar que la urgencia de la coyuntura actual nos aleje de la siempre infravalorada e ignorada emergencia climática. Cada año podemos ver nuevas y desastrosas consecuencias que trae el calentamiento global, tanto para el ser humano como para la economía. **Es indudable que para paliar lo peor de la emergencia climática debemos seguir instalando y desarrollando renovables, ahorrando y electrificando la demanda de energía y fomentando la rehabilitación y eficiencia energética.** Entre los principales retos a los que se enfrenta la UE dentro del ámbito energético destaca su dependencia energética de los combustibles fósiles, un riesgo acentuado por depender de naciones geopolíticamente complicadas, con la inseguridad que afecta a estos países y a las rutas de transporte de esta energía. Hemos comprobado que los recientes conflictos geopolíticos han incrementado la volatilidad y los precios de la energía, ya elevados por la creciente demanda energética mundial debido al fin de las restricciones por la pandemia iniciada en 2020. Todo ello hace que la energía, un bien básico, sea cada vez más escasa.

La importancia de la energía para la economía repercute directamente en el tejido social y productivo. Afecta a familias, autónomos, empresas, industria, transporte y a todo el conjunto de sectores, siendo un riesgo para los más vulnerables porque no pueden soportar sus incrementos. Desde febrero de 2021, la cotización del gas natural, que afecta directamente al precio de la electricidad en el mercado mayorista, se ha incrementado un 250%, tal y como se puede ver en la Figura 4, generando durante el año pasado una alarma social sin precedentes, situación que ha continuado incrementándose hasta la fecha.

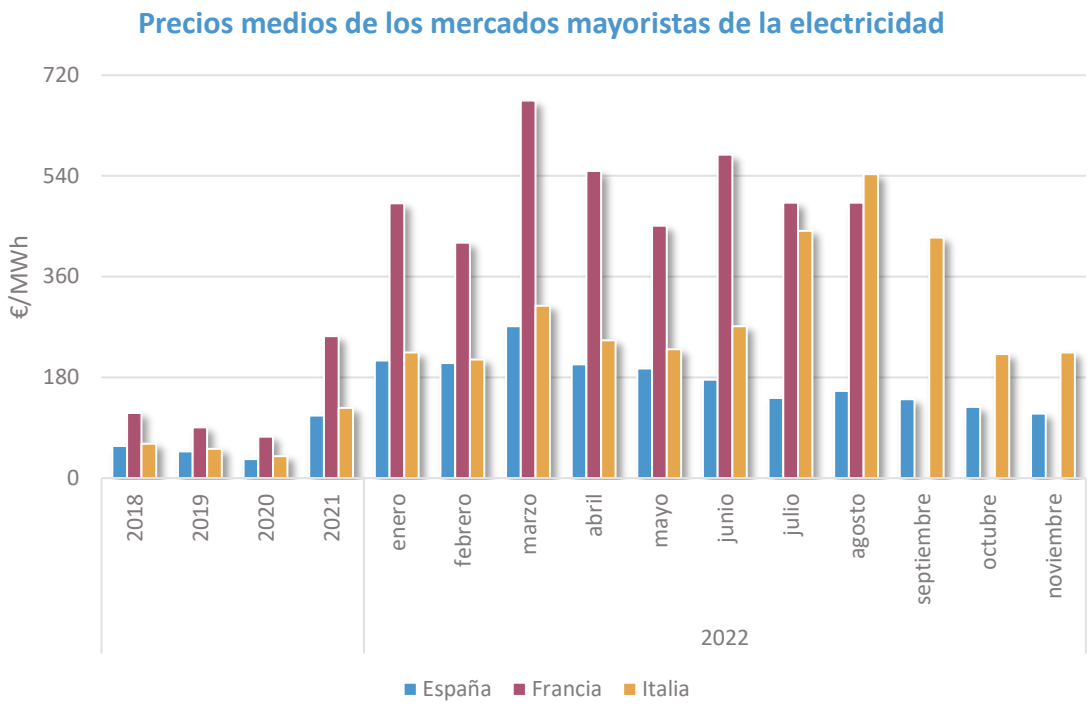

Figura 3. Precios medios (€/MWh) de los mercados mayoristas de la electricidad de España, Francia e Italia. Fuente: elaboración propia con datos de OMIE, RTE y GME.

La situación se agravó con la invasión de Ucrania por parte de Rusia el pasado 24 de febrero, consolidando el impulso al alza y de forma brusca, de la cotización del gas natural en los principales mercados europeos altamente dependientes, como el caso de Alemania, por el gas de origen ruso, elevando el precio de la electricidad en los mercados mayoristas hasta niveles históricos. Por ejemplo, el 8 de marzo de 2022, el precio medio de la electricidad del mercado diario en España ascendió a 545 €/MWh, alcanzando ese mismo día su valor horario máximo de 700 €/MWh en el pico de consumo de la noche (20:00h), cuando el precio medio de la electricidad desde 1998 se sitúa en torno a los 45 €/MWh, es decir, se ha incrementado más de doce veces. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 3, en junio de 2022, a causa de la aprobación del tope del gas en España y Portugal, se produjo una reducción (176 €/MWh) respecto al primer semestre, una cifra media mensual que dista de los 578 €/MWh del mercado mayorista de Francia y los 271 €/MWh de Italia. Desde entonces, **el precio de la electricidad se ha reducido** en parte **debido al enfriamiento de los mercados de gas y el reajuste del suministro** después del shock inicial tras la invasión de Ucrania. En noviembre de 2022, el precio medio del mercado mayorista de la electricidad en España bajo hasta 115 €/MWh y en Italia hasta 224 €/MWh.

Estas subidas ligadas al vigente modelo marginalista instaurado en toda la UE, que rige la fijación de precios del mercado mayorista de la electricidad han trasladado al usuario final los altos precios del gas natural a todo el mix energético. Esto ha provocado como segunda derivada la existencia de sobre retribuciones a todas las centrales que no utilizaban combustibles fósiles como energía primaria, situación que los diferentes países han tenido que acotar con normativas ad-hoc. De hecho, el 7 de marzo de 2022 se registró en el mercado ibérico de gas (MIBGAS) el récord al cierre del producto con entrega el día siguiente (D+1), con 214 €/MWh, de nuevo diez veces superior a la medida del gas natural desde la entrada en funcionamiento del MIBGAS (Figura 4). Esta tendencia alcista se ha replicado en los principales mercados internacionales gasistas, como se observa en la Figura 4, ante la reducción de oferta del gas procedente de Rusia.

Precios de gas en los principales hubs

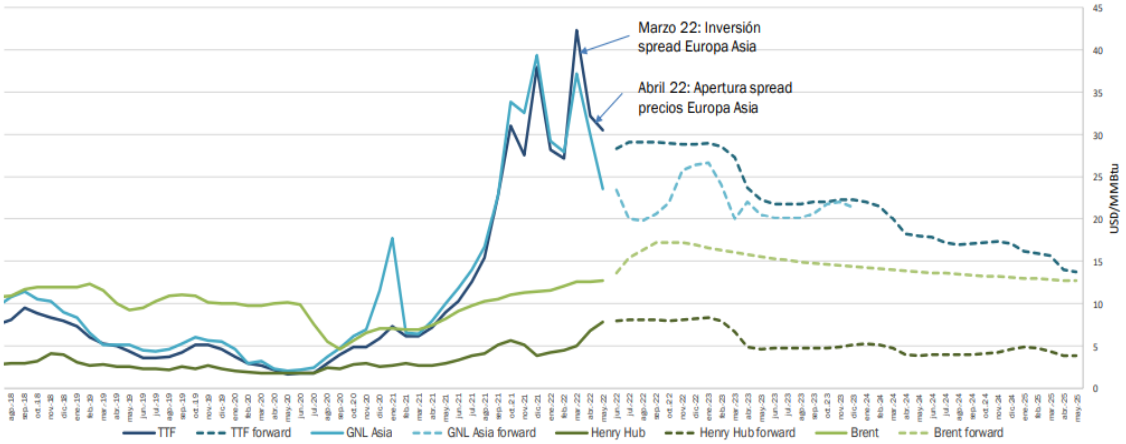

Figura 4. Precio del gas (USD/MWh) en los principales hubs internacionales.
Fuente: MIBGAS.

En medio de la reconversión de un modelo fósil a uno renovable y eléctrico, **el precio de la electricidad, bajo la influencia del gas, ha venido lastrando la competitividad de las empresas y poniendo en riesgo su participación en mercados internacionales.** Además, los consumidores domésticos han sufrido una mayor pérdida de ahorros, embalsados tras la pandemia, por el pago de sus facturas. El ejemplo más visible, más allá de las tarifas de electricidad de las comercializadoras, ha sido la evolución de la tarifa del mercado regulado (PVPC, Figura 5) que tiene el precio de la energía indexado en el mercado mayorista. Si analizamos que la media para el PVPC en todo el 2017 fue de 65,6 €/mes y lo comparamos con marzo de 2022, observamos que el incremento ha sido de un 217%, alcanzando los 143 €. Actualmente nos mantenemos en el rango de los 73 € mensuales por el enfriamiento de los mercados gasísticos que se ha comentado anteriormente.

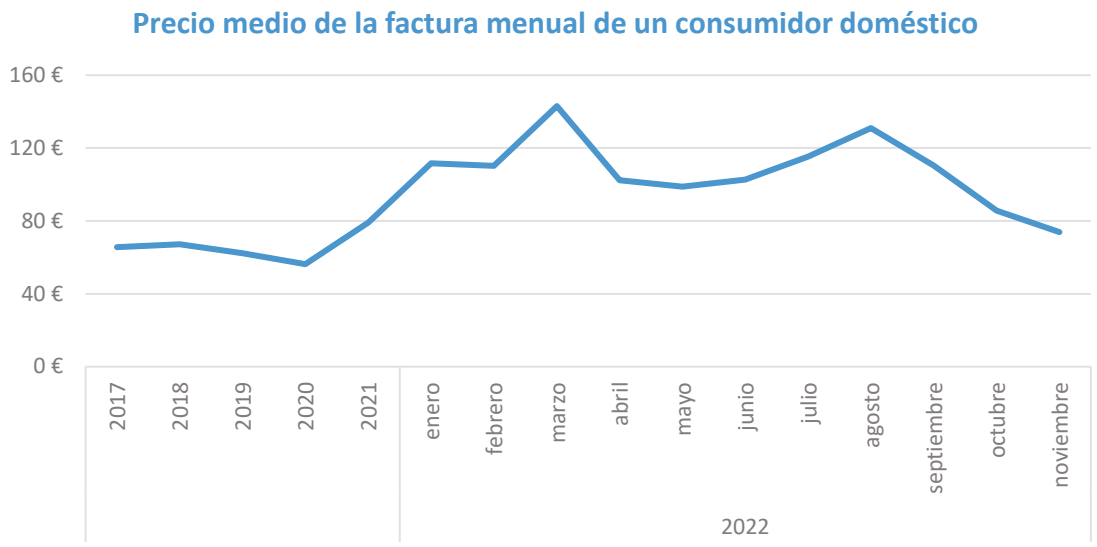

Figura 5. Precio medio (€) de la factura mensual de un consumidor doméstico sujeto a PVPC. Fuente: elaboración propia con datos de OCU.

Los derivados de hidrocarburos también se han visto afectados por las tensiones de los mercados energéticos internacionales y la pérdida de oferta de productos petrolíferos a causa de las restricciones y la escasez provocada por Rusia. Los derivados de hidrocarburos casi han doblado su precio durante el último año, subiendo un 20% su PVP (precio de venta al público) desde finales de febrero de 2022 (Figura 6). Desde 2017 hasta la actualidad, el aumento ha sido del 65%. Como se puede observar, todos los derivados de hidrocarburos están por encima de 1,80 €/l, con picos intermensuales superiores a los 2 €/l a causa de la falta de bombeo y de adaptación de la oferta a la demanda.

Se ha producido así un aumento generalizado de costes de las materias primas y los bienes intermedios, añadido al que ya se venía produciendo como consecuencia de los cuellos de botella en las cadenas de producción debidos a las fricciones generadas por la rápida recuperación económica tras la pandemia.

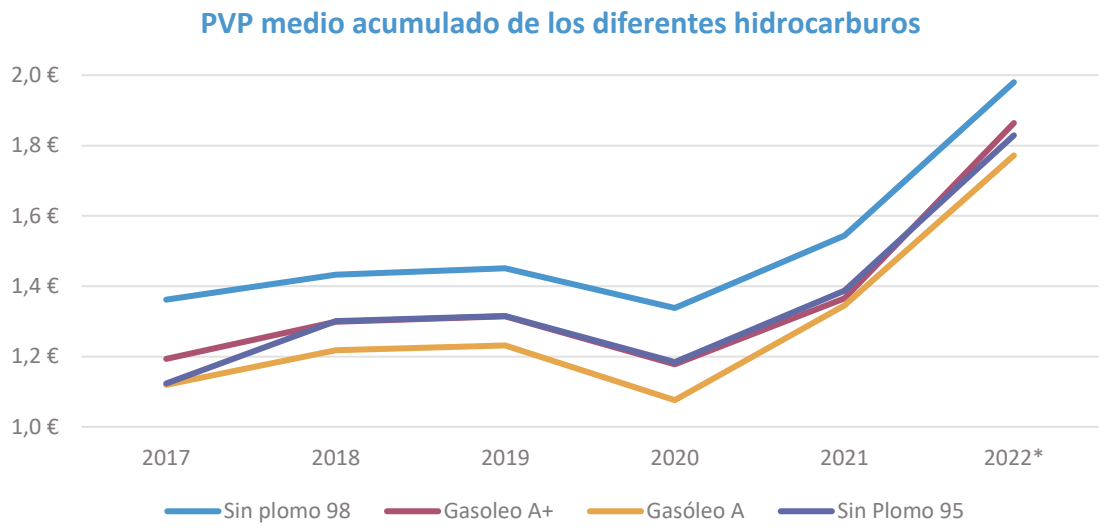

Figura 6. Precio de Venta al Público (PVP) medio acumulado de los diferentes hidrocarburos en España (€). Fuente: elaboración propia con datos del MITECO.

España está entre los Estados miembros de la UE menos expuestos a los efectos directos de la manipulación de precios de los combustibles fósiles por parte de Rusia. La diversificación de las fuentes de aprovisionamiento de gas es muy alta y la relación comercial, de inversión y financiera con Rusia y Ucrania es modesta. Sin embargo, los efectos económicos indirectos son considerables, sobre todo a través del aumento del precio del gas y del petróleo, pero también por el encarecimiento o la escasez de otras materias primas agrícolas y minerales. Las consecuencias económicas de esta evolución son un aumento de la tasa de inflación y una ralentización del ritmo de crecimiento económico, con las graves consecuencias sociales que implica.

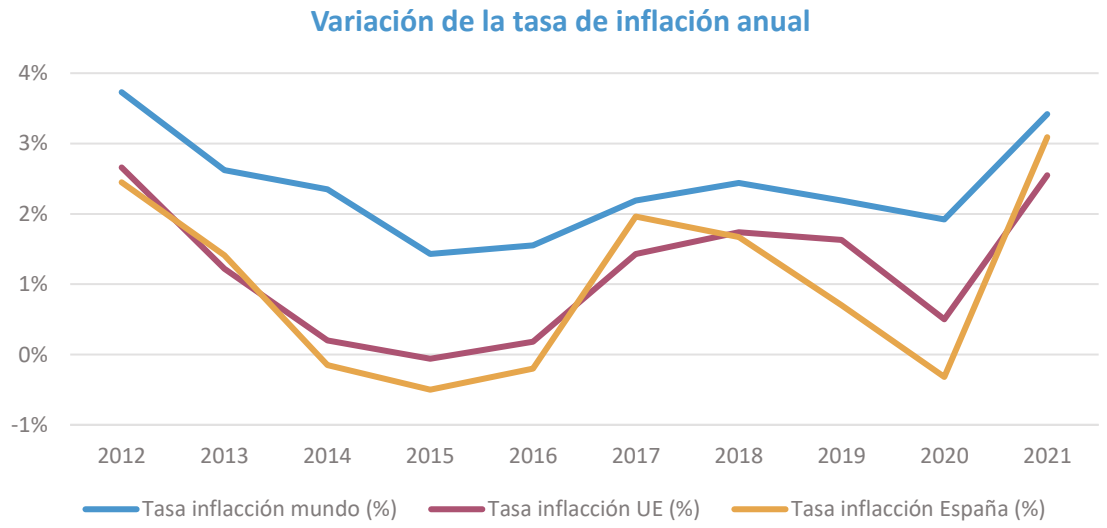

Figura 7. Porcentaje de variación de la tasa de inflación anual en la última década en el mundo, la UE y España. Fuente: elaboración propia con datos del INE.

A causa de la coyuntura actual, la inflación está disparada (Figura 7) y se situó en agosto en el 10,5%, una cifra histórica no vista en 37 años. Aunque el IPC bajó dos décimas en julio, dando un cierto respiro, lo cierto es que no hay tregua en los precios de los diferentes productos básicos. El año 2022 ha cerrado con una inflación del 5,7%, una inflación subyacente que excluye los productos más volátiles como los precios de la energía y de los alimentos no elaborados, del 7%, su mayor nivel desde enero de 1993, y con un alza del precio de los alimentos del 15,7%. Según el INE, la escalada del IPC interanual se debe a la subida de los precios de los alimentos y bebidas no alcohólicas y de la electricidad y al comportamiento del vestido y calzado, cuyos precios bajan menos que el año pasado.

Así mismo, **la elevada dependencia energética de España de las importaciones de combustibles fósiles de otros países no solo rige la política exterior, sino que tiene repercusiones económicas,** como se observa en la Figura 8. El déficit comercial se duplica en 2021, hasta los 26.177 M€, lastrado por la energía. El informe sobre comercio exterior al cierre de 2021 refleja que el déficit energético alcanzó los 25.326 M€, frente a los 14.528 M€ del año anterior, lo que supuso el 96,7% del déficit total, mientras que el no energético se situó en 852 M€.

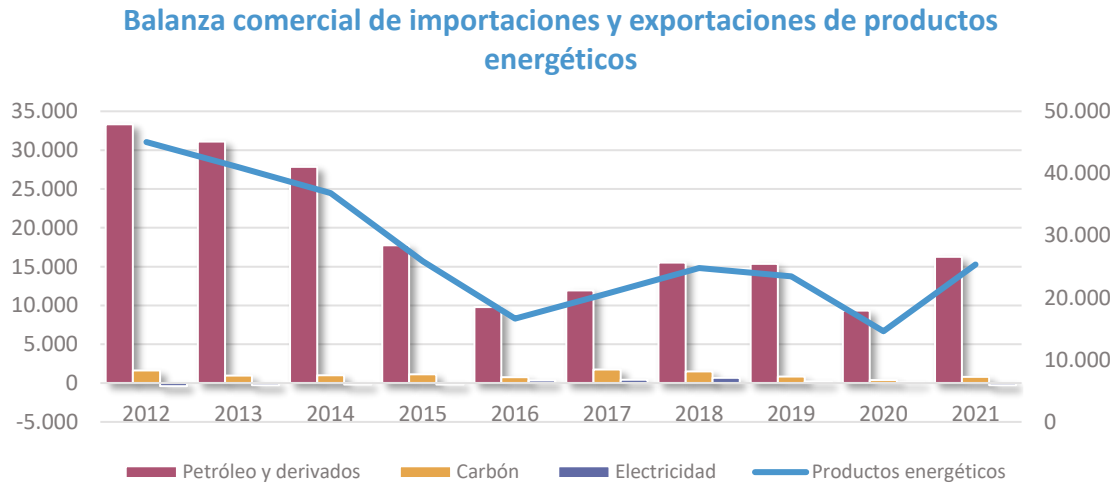

Figura 8. Saldo neto de la balanza comercial de importaciones y exportaciones de productos energéticos en M€, en la última década.
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

A pesar de la coyuntura actual, **el coste de generación de electricidad con fuentes renovables se ha mantenido estable y sin que se haya visto alterado por la crisis energética**, salvo por el incremento de la inversión en nueva potencia por la subida de las materias primas y el coste del dinero, **consolidando como una realidad no discutible que son las fuentes energéticas más baratas desde la revolución industrial**

(Figura 9). Aunque el LCOE (*Levelized Cost of Energy,* en inglés) de la energía solar fotovoltaica y de la energía eólica terrestre han disminuido en los últimos años, el ritmo de disminución de la energía solar sigue siendo mayor que el de la energía eólica terrestre. Es decir, las disminuciones anuales observadas en cinco años del LCOE medio de la energía solar (8-9%) son mayores en comparación con el 4% de la eólica terrestre. En 2021 se situaron como las tecnologías de generación más baratas a escala global, ya que, dependiendo de la Comunidad, la fotovoltaica oscila entre los 30-41 $/MWh y la eólica terrestre entre los 26-50 $/MWh.

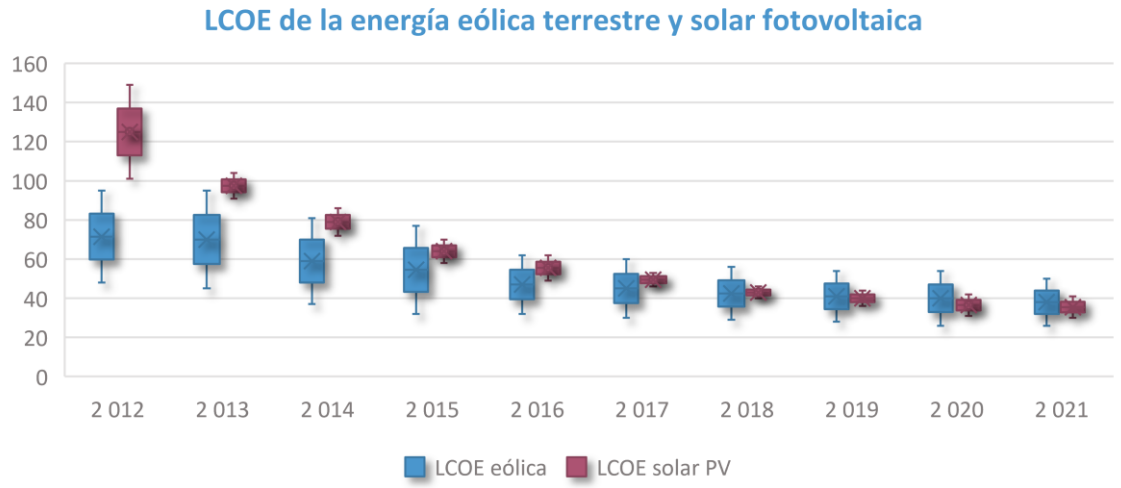

Figura 9. Evolución del LCOE de la energía eólica terrestre y solar fotovoltaica, sin subsidios, en la última década. Fuente: Lazard (Levelized cost of energy v 15.0).

Estos costes tan bajos y su estabilidad están provocando un cambio de tendencia en los flujos de inversiones internacionales y europeas desde los combustibles fósiles a las renovables, si bien es cierto que el ritmo no es el adecuado. La inversión en energías limpias creció solo un 2% anual en los cinco años posteriores a la firma del Acuerdo de París en 2015 (Figura 10).

Fue en 2020, al inicio de esta década clave y decisiva, cuando el ritmo de crecimiento se aceleró significativamente hasta el 12%. El gasto se ha visto respaldado por el apoyo fiscal de los gobiernos y ayudado por el aumento de la financiación sostenible, especialmente en las economías avanzadas. Las energías renovables, las redes y el almacenamiento representan ahora más del 80% de la inversión total en el sector eléctrico. El gasto en energía solar fotovoltaica, baterías y vehículos eléctricos está creciendo a un ritmo consistente con el objetivo de alcanzar las emisiones netas globales para 2050. Sin embargo, la rigidez de las cadenas de suministro también desempeña un papel importante en el aumento de la inversión.

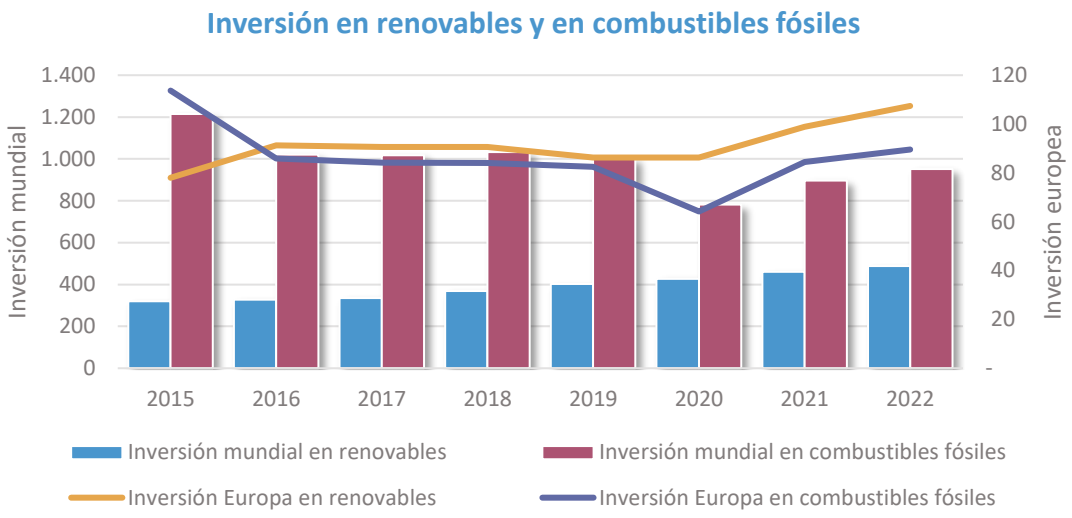

Figura 10. Variación de los diferentes flujos de inversión en renovables y en combustibles fósiles a escala mundial y europea desde 2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia Internacional de la Energía, "World Energy Investments 2022".

Además, no debemos olvidar las amenazas crecientes derivadas de la crisis climática y el desafío que supone el aumento de la cuota de energías renovables, al encontrarnos con lobbies y países interesados en mantener la hegemonía de las energías fósiles.

Clima de la Comunidad Valenciana

Puesto que la generación renovable depende directamente de las condiciones atmosféricas de la ubicación de estudio, es necesario un análisis de las condiciones climáticas de la Comunidad Valenciana. Para ello se toman valores medios de los últimos 30 años con los que elaborar un climograma con las temperaturas máximas, medias y mínimas y las precipitaciones típicas de cada mes (Figura 11).

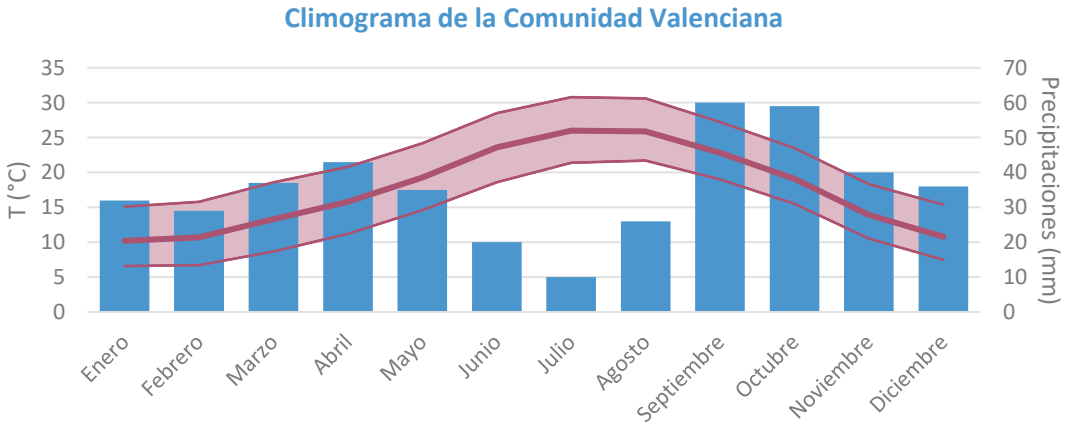

Figura 11. Climograma de la Comunidad Valenciana. (Precipitación en barras y temperatura media, máxima y mínima, en líneas.
Fuente: elaboración propia con datos de la Generalitat Valenciana.

La humedad oscila entre el 60% y el 70%, siendo los meses otoñales los más lluviosos, pues la zona del levante ibérico sufre cada año las consecuencias de la DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos). Estas lluvias no impiden que la Comunidad Valenciana cuente con un clima muy favorable para la instalación de energía solar, como muestran las características de la radiación solar y la variación de horas de sol en la Comunidad.

Horas de sol y radiación de la Comunidad Valenciana												
	Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
Horas de sol diarias	7,6	8,1	9,2	10,2	11,6	12,4	11,8	10,3	9	8,1	7,7	7,2
Radiación solar (kWh/m²)	2,5	3,5	4,7	6	7,4	7,8	7,9	6,5	5,4	3,6	2,6	2,2

Tabla 2. Datos mensuales de horas de sol y radiación de la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos de la Generalitat Valenciana y AEMET.

Para comparar la zona con el resto de España, se muestra un atlas nacional de la radiación media recibida en cada punto de la península (Figura 12). De esta manera, comprobamos que el sur de la Comunidad tiene las mejores características, pues la radiación aumenta conforme disminuye la latitud, dejando a Alicante como la provincia con el mejor recurso solar.

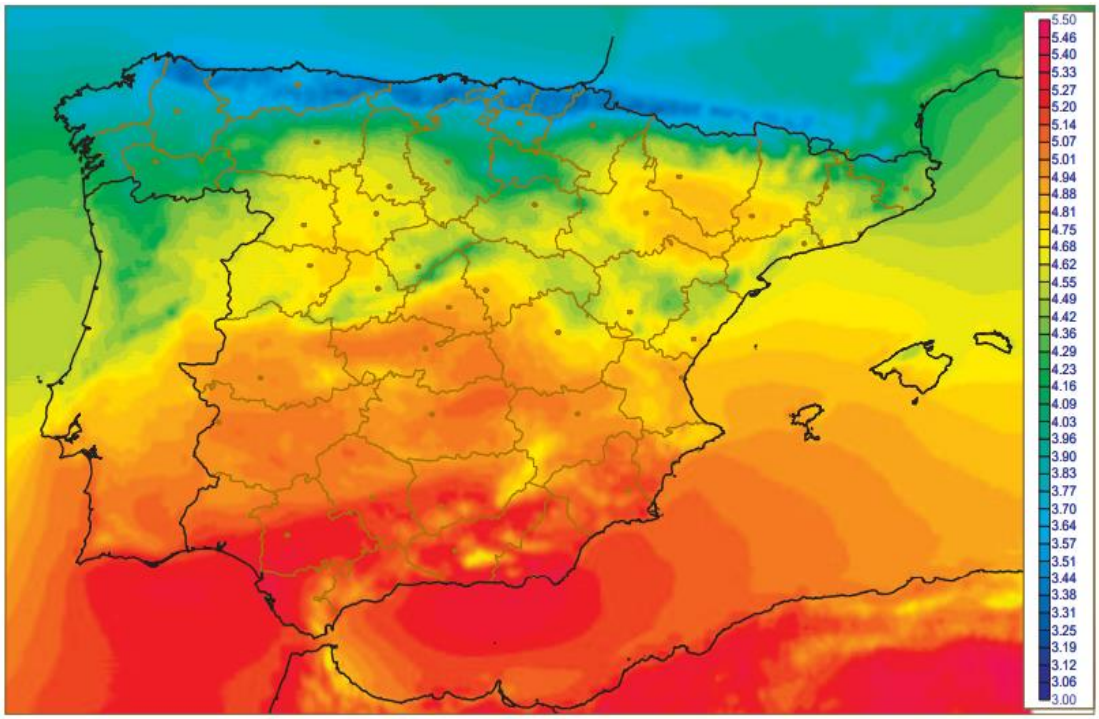

*Figura 12. Atlas de la radiación solar media de la Península Ibérica en KWh/(m²*día).*
Fuente: AEMET.

Diagnóstico energético de la Comunidad Valenciana

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Diagnóstico energético de la Comunidad Valenciana

Para establecer la Hoja de Ruta del futuro sistema energético de la Comunidad Valenciana es necesario conocer el contexto energético histórico y actual. Por ello, realizamos un análisis exhaustivo de su estado actual y cómo ha sido su evolución a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente amplio, que permita extraer conclusiones, reconocer los puntos de mejora, los avances realizados y las tendencias energéticas con el fin de crear los escenarios posteriormente.

Evolución y situación actual de la energía primaria y final

En este apartado se analizará el consumo y la evolución de energía primaria y final en la Comunidad Valenciana de los últimos 30 años. Se ha cogido 2019 como año de referencia debido a que es el último año con todos los datos consolidados en el momento de realizar esta hoja de ruta. Además, debido a la pandemia por el COVID-19, el año 2020 es poco representativo. Las diferencias estadísticas en este estudio son de 0,01%.

Energía primaria

La evolución del **consumo de energía primaria de la Comunidad Valenciana se diferencia claramente en tres periodos**: crecimiento agudo hasta el año 2010, caída debida a la crisis económica en el inicio de la década de 2010 y periodo de recuperación hasta la actualidad, evolución que se observa también en la demanda de energía final, consumos por fuentes y otros indicadores.

Como se observa en la Figura 13, el **consumo de energía primaria ha aumentado un 72% desde 1990**, de 75 TWh hasta 129 TWh en 2019, cubriendo la creciente nueva demanda de energía primaria durante unos años de crecimiento poblacional que han supuesto un millón de personas más en el territorio (un incremento del 25%). El máximo se alcanzó en 2010 con casi 134 TWh, seguido de una disminución hasta llegar a un valle de 117 TWh en 2013, en el peor momento de la crisis económica.

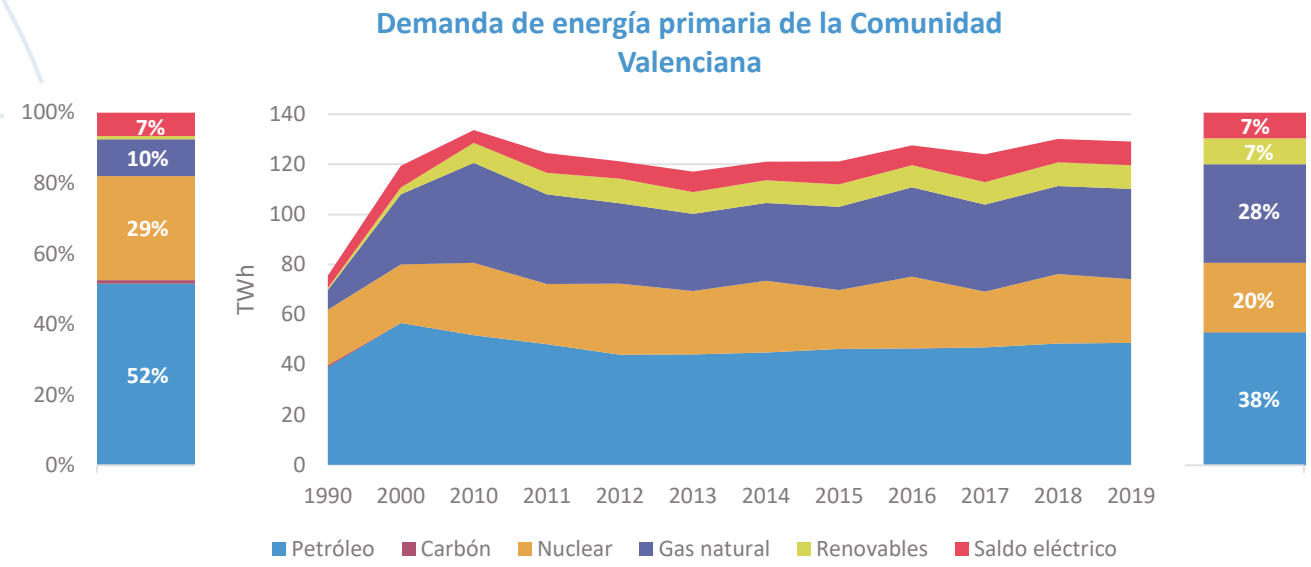

Figura 13. Evolución de la demanda de energía primaria en la Comunidad Valenciana en TWh. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Energía primaria en la Comunidad Valenciana en GWh							
Año	**Petróleo**	**Carbón**	**Nuclear**	**Gas natural**	**Renovables**	**Saldo eléctrico**	**Total**
1990	38.914	791	22.237	7.874	733	4.989	**75.537**
2000	56.638	9	23.388	27.935	2.710	8.664	**119.345**
2010	51.754	9	28.947	39.903	8.060	5.024	**133.696**
2011	48.206	9	23.946	35.879	8.548	7.967	**124.555**
2012	43.903	9	28.424	32.157	9.734	7.025	**121.252**
2013	44.136	9	25.237	30.820	8.757	8.083	**117.042**
2014	44.845	9	28.703	31.006	9.141	7.373	**121.078**
2015	46.299	9	23.458	33.227	8.967	9.246	**121.206**
2016	46.439	9	28.656	35.716	8.816	8.001	**127.637**
2017	46.904	9	22.260	34.704	8.967	11.165	**124.008**
2018	48.392	9	27.749	35.134	9.502	9.409	**130.196**
2019	48.672	9	25.435	36.076	9.502	9.409	**129.102**

Tabla 3. Evolución de la demanda de energía primaria en la Comunidad Valenciana en GWh. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

El **petróleo ha sido y es la fuente energética con mayor demanda**, su consumo se ha visto incrementado en casi 10 TWh en estas tres últimas décadas, pero a la vez su peso dentro del mix ha bajado 14 puntos porcentuales, pasando de un 52% a un 38%, debido al incremento de la demanda global y sobre todo de otras fuentes como el gas natural. La segunda fuente más utilizada ha sido otro combustible fósil, el gas natural, cuadriplicando su consumo, pasando de apenas 8 TWh en 1990 a 36 TWh, algo que le

ha llevado a experimentar un incremento de 18 puntos en la distribución energética, pasando de suponer un 10% en 1990 a un 28% en 2019. El carbón, que ya era de por sí bastante residual en 1990, experimentó pronto una bajada drástica, pero mantiene un consumo mínimo constante hasta la actualidad, mientras que el aporte de la nuclear no ha variado en gran medida, al igual que el saldo eléctrico que se ha mantenido. Si nos fijamos en las renovables, se puede apreciar que en 1990 su oferta era la más baja de todas no llegando a 1 TWh. Su mayor crecimiento se produjo durante las dos primeras décadas (1990-2010) en las que aumentó hasta los 8 TWh, momento en el que se produjo un estancamiento que dura hasta la actualidad, pues diez años después apenas cuenta con 1,5 TWh más, representando solamente el 7% del total de las fuentes energéticas.

Si nos centramos **en los últimos diez años, la demanda de energía primaria se ha mantenido entre los 120-130 TWh anuales.** La distribución de fuentes de energía primaria también ha permanecido prácticamente inalterada. Esta invariación del mix energético es parcialmente comprensible ya que, a pesar de tener directivas y pactos a nivel internacional, hasta los últimos años de la década de 2010, no se comenzaron a concretar estrategias a nivel nacional y autonómica, pues la crisis económica fue la principal preocupación política durante gran parte de la década en la que apenas se hablaba de transición energética y, mucho menos, de emergencia climática.

Analizando el último año del que disponemos de datos consolidados, 2019 (Figura 14), la Comunidad Valenciana consumió cerca de **129 TWh en energía primaria, siendo aproximadamente el 84% de origen fósil y nuclear y solo el 7% renovable**, quedando otro 7% de saldo eléctrico. Del 7% de renovables, aproximadamente la mitad corresponde a biomasa y biogás y la otra mitad a eólica (2%), tecnologías solares (0,5% incluyendo térmica y fotovoltaica) e hidráulica (0,3% incluyendo bombeo), porcentajes que contrastan con las cifras nacional y europea respecto al porcentaje de renovables en energía primaria, con el 15% y el 17%, respectivamente.

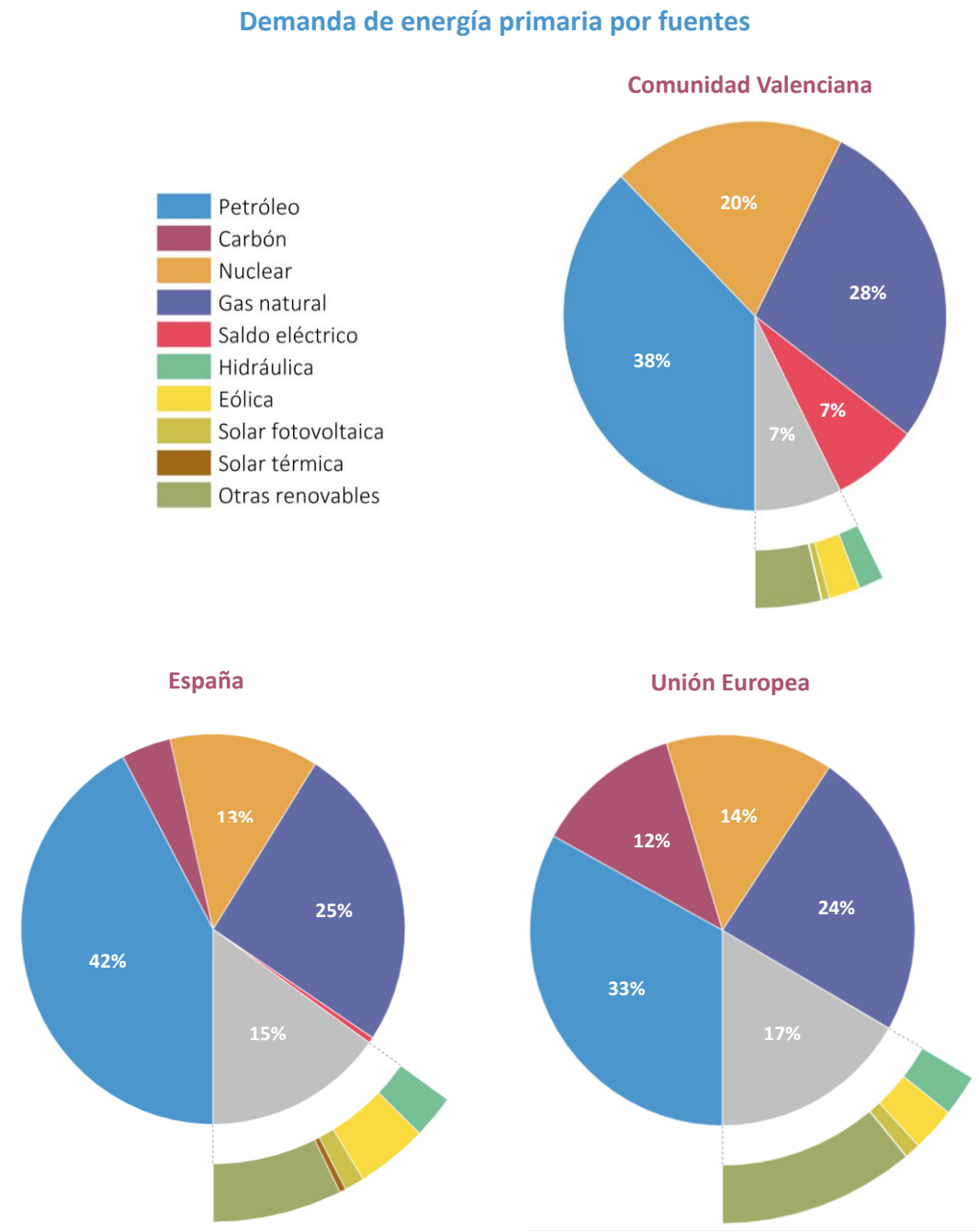

Figura 14. Demanda de energía primaria por fuentes en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Energía final

La evolución del consumo de energía final es similar al de la energía primaria, aumentando un 75% en 2019 respecto a 1990. Podemos ver el mismo crecimiento agudo hasta el año 2010, para pasar a una disminución, aunque un poco más leve, en los años de la crisis coincidiendo, como era de esperar, el año en el que encontramos el consumo valle, 2013. A partir de entonces se aprecia un suave aumento del consumo hasta la actualidad, siendo el crecimiento medio de un 1,83% anual en el periodo 2014-2019. En 2019 se registró el consumo máximo, superando levemente los 98 TWh.

En el período 1990-2010, con el gran crecimiento de la demanda experimentado, el petróleo y el gas natural fueron dos de los tipos de energía con mayor auge, con algo más de 12 TWh cada uno (Figura 15). Mención especial merece la electricidad que vio superados los 13 TWh de forma holgada. En 1990 el consumo de renovables no eléctricas era nulo, creciendo los primeros 20 años de forma muy ligera, pues en 2010 no se llegaron a alcanzar los 5 TWh. En 2010, ya en plena crisis, el consumo de petróleo disminuyó y desde entonces ha tenido un crecimiento discreto pero mantenido del 1,1% anual lo que provoca durante esta década un incremento de la fracción de combustibles fósiles en el consumo final. El gas natural creció en un promedio anual del 2% durante la década de 2010, remarcando el año 2016 como el de mayor crecimiento (8%). Las renovables no eléctricas crecieron un 1% anual entre 2010 y 2019, a pesar de que entre 2011 y 2014 decrecieron un 13%. Asimismo, la electricidad decreció hasta el 2014 y recuperó sus niveles previos a la crisis, por lo que el crecimiento en esta década fue prácticamente nulo.

En resumen, el uso de petróleo en el consumo final representaba en 1990 el 64%, el gas natural el 14% y la electricidad el 21%, sin representación de las renovables no eléctricas. En 2019, el petróleo representa el 45%, el gas natural el 24%, la electricidad el 25% y algo más del 5% las renovables no eléctricas. En la distribución energética de estos 30 años solamente ha disminuido el consumo de petróleo en 18 puntos porcentuales, en detrimento del gas natural con una subida de 11 puntos, la electricidad 5 puntos más y las renovables no eléctricas se han desarrollado en los últimos 30 años hasta alcanzar 24,5 TWh.

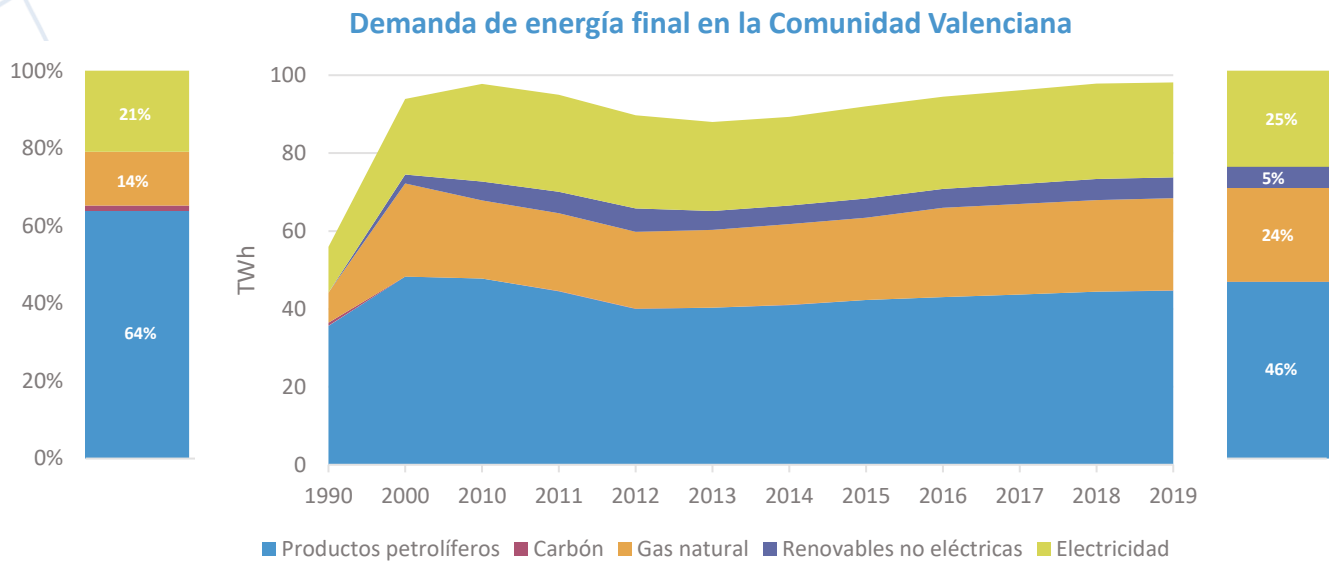

Figura 15. Evolución de la demanda de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Energía final en la Comunidad Valenciana en GWh						
Año	**Productos petrolíferos**	**Carbón**	**Gas natural**	**Renovables no eléctricas**	**Electricidad**	**TOTAL**
1990	35.681	768	7.735	-	11.700	**55.882**
2000	48.311	7	23.899	2.268	19.421	**93.908**
2010	47.823	7	20.016	4.829	25.156	**97.818**
2011	44.555	7	20.026	5.472	24.935	**94.994**
2012	40.030	7	19.792	5.986	23.911	**89.739**
2013	40.310	7	19.925	4.874	22.888	**88.003**
2014	41.019	7	20.744	4.798	22.806	**89.362**
2015	42.298	7	21.140	4.939	23.656	**92.040**
2016	43.031	7	22.886	4.899	23.667	**94.490**
2017	47.706	7	23.250	5.107	24.061	**96.130**
2018	44.427	7	23.551	5.400	24.492	**97.888**
2019	44.717	7	23.715	5.338	24.342	**98.120**

Tabla 4. Evolución de la demanda de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

La **electrificación de la demanda** es un parámetro que, aunque no se suele incluir en muchos planes o estudios, es vital para llegar a un sistema 100% renovable, pues la única forma de conseguirlo es electrificando toda la demanda que sea factible, por eficiencia, emisiones y penetración de las renovables con mayor recurso y potencial. Si analizamos el grado de la **electrificación de la demanda de energía final** de los últimos 20 años, observamos que la Comunidad Valenciana siempre ha estado en torno al

25%, en línea con el resto de España y de la UE, siendo solo entre un 2% y un 3% mayor.

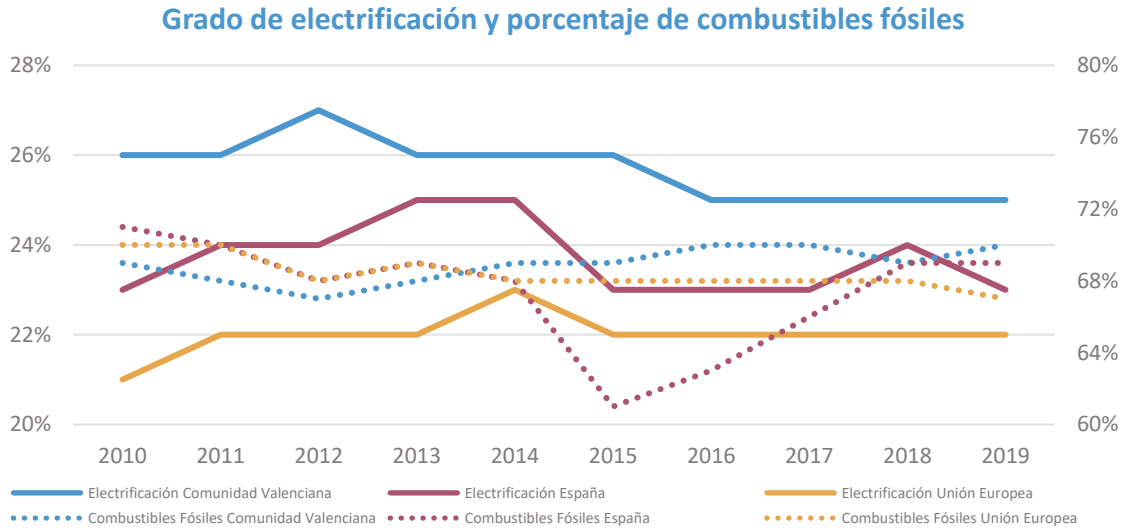

Figura 16. Grado de electrificación y porcentaje de combustibles fósiles en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea. Eje izquierdo: grado de electrificación. Eje derecho: % de combustibles fósiles. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Grado de electrificación y porcentaje de combustibles fósiles en la Comunidad Valenciana						
Año	Electrificación (%)			Combustibles fósiles (%)		
	Comunidad Valenciana	España	Unión Europea	Comunidad Valenciana	España	Unión Europea
2010	26%	23%	21%	69%	71%	70%
2011	26%	24%	22%	68%	70%	70%
2012	27%	24%	22%	67%	68%	68%
2013	26%	25%	22%	68%	69%	69%
2014	26%	25%	23%	69%	68%	68%
2015	26%	23%	22%	69%	61%	68%
2016	25%	23%	22%	70%	63%	68%
2017	25%	23%	22%	70%	66%	68%
2018	25%	24%	22%	69%	69%	68%
2019	25%	23%	22%	70%	69%	67%

Tabla 5. Grado de electrificación y porcentaje de combustibles fósiles en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, REE e IVACE.

En **2019 la demanda de electricidad fue de 24 TWh** (Tabla 3 y Tabla 4). Esta energía representa casi un 25% de la energía final a la que se destinan el 35% de las fuentes primarias (excluyendo la electricidad importada). Considerando la energía primaria

renovable, el 50% de estas se destinan a la producción de electricidad mientras que la otra mitad (principalmente biomasa y biogás) se destina a consumo final.

Resumiendo, el balance energético, la Comunidad Valenciana consumió en 2019 unos 98 TWh, un 76% de la energía primaria. Este consumo se distribuye, en su mayoría, en productos petrolíferos, destinados principalmente al sector transporte, que suponen el 45% del consumo final. Si añadimos el gas natural necesario para calefacción e industria (25%), el porcentaje de productos fósiles aumenta al 70% de la energía final. La electricidad representa otro 25% por sus 24 TWh. Su generación se nutre principalmente de energía nuclear (43%), seguida de gas natural (25%), como se aprecia en la Figura 37, que se mostrará más adelante. Además, la Comunidad Valenciana importa electricidad, entre un 6% y un 9% de su energía primaria (ver Tabla 3), lo que se traduce en unas importaciones eléctricas de entre 7 y 11 TWh. En 2019, las importaciones eléctricas fueron de 9,4 TWh[6], el 50% de su consumo final de electricidad. El consumo de energía final de renovables, mayormente biomasa y biocombustibles, se ha mantenido constante, por debajo del 8%, cuando la UE lo ha aumentado hasta el 11% (ver Tabla 6).

Renovables no eléctricas en energía final en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea												
	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Comunidad Valenciana	0%	2%	5%	6%	7%	6%	5%	5%	5%	5%	6%	5%
España	7%	4%	6%	7%	7%	6%	7%	6%	6%	7%	8%	8%
Unión Europea	4%	5%	8%	8%	9%	9%	9%	10%	9%	10%	10%	11%

Tabla 6. Distribución de renovables no eléctricas en energía final en la Comunidad Valenciana, España y la Unión Europea.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE y Eurostat.

A continuación, se muestra el diagrama de Sankey de la Comunidad Valenciana para el año 2019. Representa todos los flujos energéticos desde las fuentes primarias (izquierda) en los procesos de conversión para energía final y posteriormente su distribución en sectores. Estos recursos se procesan en energías finales para consumo (electricidad, gasolinas, diéseles, pellets…), que están representadas en la barra central. Posteriormente, las energías finales se reparten entre los distintos sectores de la economía, cuya distribución energética está en la parte derecha del gráfico. Las

[6] Cifra que desciende a 5,6 TWh si se compara el consumo final de electricidad (fuente IVACE) con la generación eléctrica en la Comunidad (fuente Red Eléctrica de España).

líneas representan la cantidad de energía destinada entre una etapa y la siguiente y las barras la cantidad de energía consumida.

Diagrama de Sankey de fuentes primarias en la Comunidad Valenciana

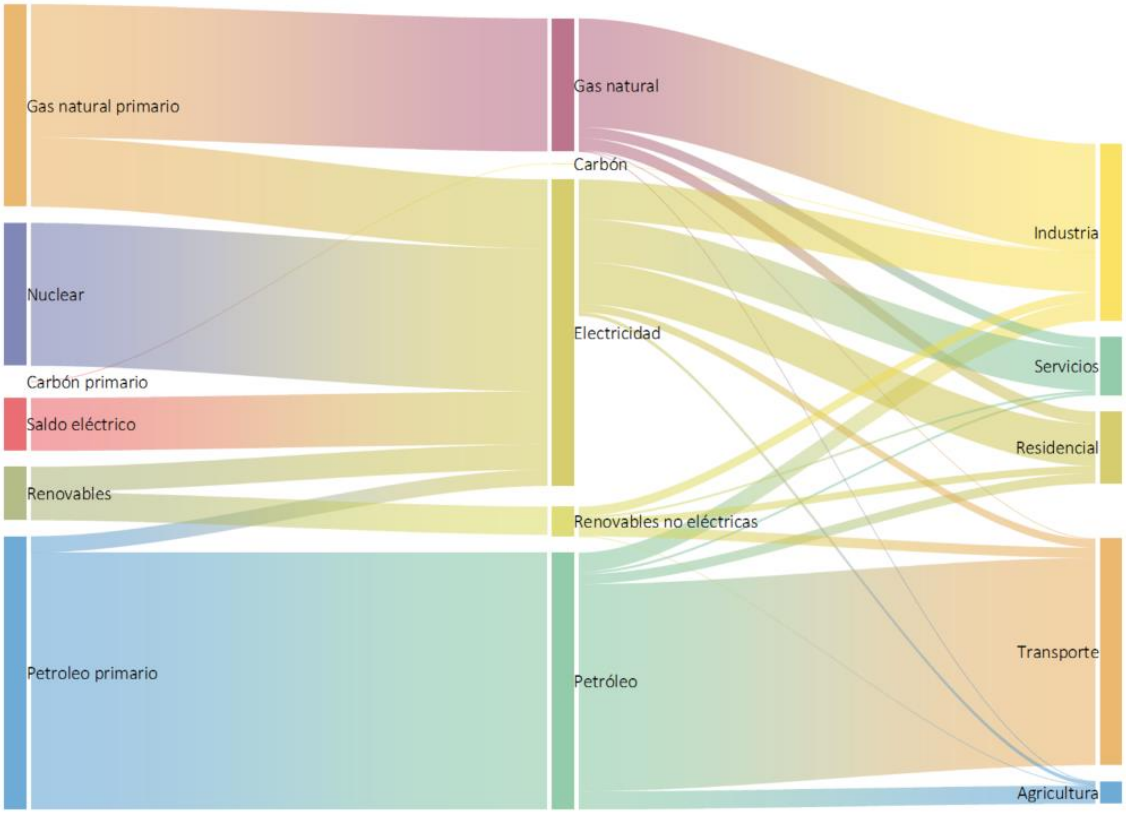

Figura 17. Diagrama de Sankey de fuentes primarias en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

En el diagrama se aprecia que los productos petrolíferos se consumen sobre todo en forma de petróleo (gasolinas, queroseno, diésel) en el sector transporte, que la electricidad está generada en una gran proporción por nuclear, gas natural e importaciones y que un porcentaje mínimo se usa en transportes, lo que indica una baja tasa de electrificación en este sector.

Evolución del consumo energético por provincias

De los 98 TWh que consume la Comunidad Valenciana como energía final, **la provincia de Valencia consume un 45% (44 TWh). Alicante y Castellón le siguen con 28 TWh (29%) y 26 TWh (27%), respectivamente.**

Si comparamos el consumo de energía con la población de cada provincia y su PIB vemos que **Castellón** consume el 27% de los recursos energéticos, con un 12% del total

de la población de la comunidad y un 14% de contribución (Tabla 7), lo que indica que es la provincia con la intensidad energética más alta.

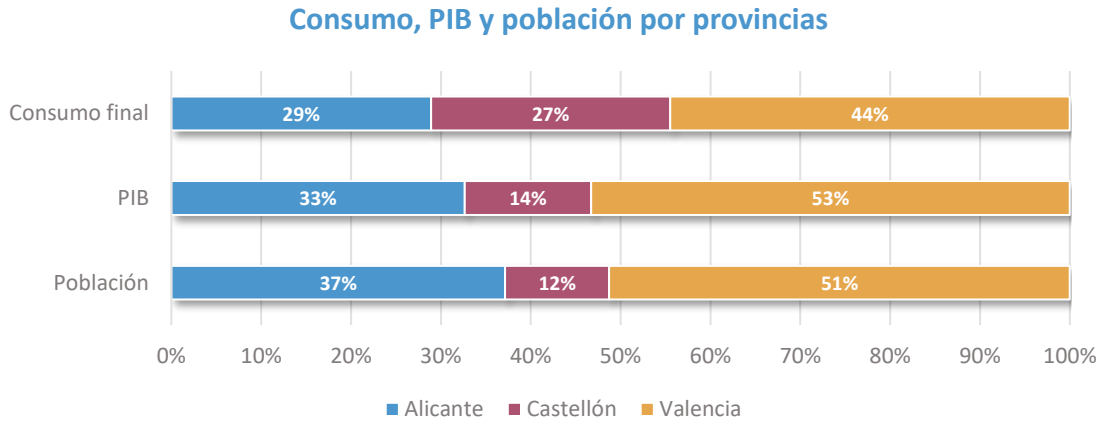

Figura 18. Fracciones de consumo de energía final, PIB y población por provincias.
Fuente: elaboración propia con datos del INE.

Población y PIB por provincias de la Comunidad Valenciana						
Provincia	**Consumo final**		**PIB**		**Población**	
	GWh	**Porcentaje**	**Miles de €**	**Porcentaje**	**Hab.**	**Porcentaje**
Alicante	28.365	29%	37.688	33%	1.858.683	37%
Castellón	26.120	27%	16.220	14%	579.962	12%
Valencia	43.659	44%	61.499	53%	2.565.124	51%
Total	**98.144**	**100%**	**115.407**	**100%**	**5.003.769**	**100%**

Tabla 7. Población, PIB y consumo final por provincias de la Comunidad Valenciana en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos del INE.

Al igual que en el caso agregado de la Comunidad, la distribución de las fuentes energéticas en la última década se ha mantenido prácticamente igual en las tres provincias.

En las provincias de Alicante y Valencia, la distribución de consumo por fuentes energéticas es bastante similar. En ambas predomina el consumo de petróleo con más de la mitad del total. Le sigue la electricidad que, en Alicante tiene una penetración del 30% mientras que en Valencia el porcentaje baja ligeramente hasta el 26%. El gas natural contribuye con 6 TWh (14%) en Valencia y con 2 TWh (7%) en Alicante. El resto de consumo final está cubierto por los combustibles renovables (biomasa, biofueles) que representan un porcentaje mínimo, un 4% en el caso de Alicante y un 7% en el de Valencia.

Valencia es la única provincia que consume carbón, consumo que, como veremos más adelante, está ligado a su industria.

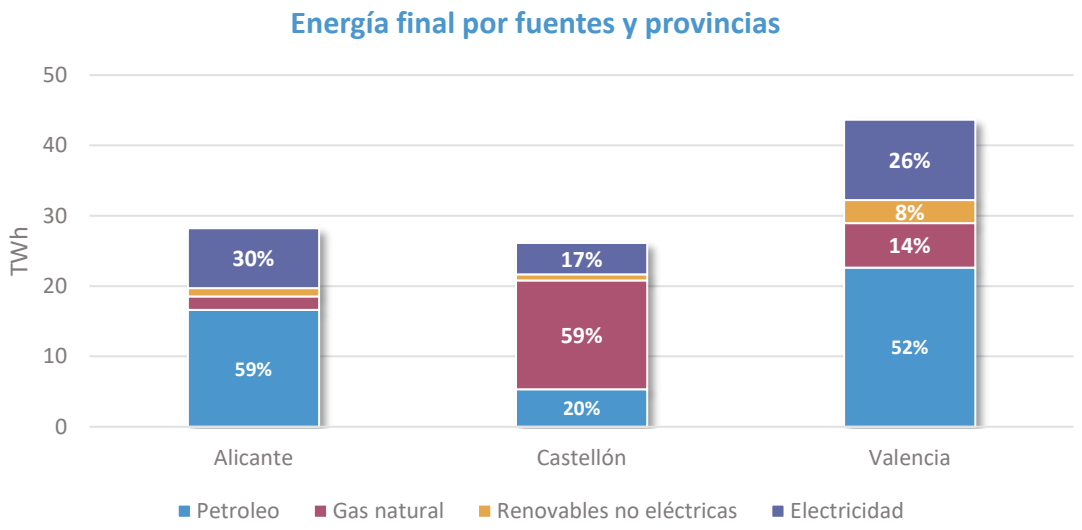

Figura 19. Distribución de energía final por fuentes y provincias en TWh (2019).
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo energético de Alicante									
Año	Petróleo		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2010	17.968	62%	1.628	6%	1.023	4%	8.513	29%	**29.133**
2011	16.701	59%	1.628	6%	1.244	4%	8.583	30%	**28.156**
2012	15.259	58%	1.489	6%	1.419	5%	8.234	31%	**26.400**
2013	15.107	59%	1.500	6%	1.047	4%	7.804	31%	**25.458**
2014	15.445	60%	1.512	6%	1.035	4%	7.885	30%	**25.877**
2015	15.852	60%	1.396	5%	1.128	4%	8.176	31%	**26.551**
2016	15.794	59%	1.593	6%	1.070	4%	8.246	31%	**26.702**
2017	16.212	59%	1.640	6%	1.128	4%	8.350	31%	**27.331**
2018	16.526	59%	1.779	6%	1.244	4%	8.490	30%	**28.040**
2019	16.724	59%	1.907	7%	1.198	4%	8.525	30%	**28.354**

Tabla 8. Consumo energético de Alicante en GWh.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo energético de Castellón									
Año	Petróleo		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2010	5.792	25%	12.677	54%	744	3%	4.408	19%	**23.621**
2011	5.292	23%	12.723	55%	768	3%	4.245	18%	**23.028**

Consumo energético de Castellón									
Año	Petróleo		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2012	4.617	20%	12.944	57%	849	4%	4.129	18%	**22.539**
2013	4.547	20%	13.188	58%	721	3%	4.105	18%	**22.561**
2014	4.768	20%	13.840	59%	721	3%	3.977	17%	**23.306**
2015	4.919	20%	14.328	59%	768	3%	4.094	17%	**24.109**
2016	5.059	20%	15.666	61%	779	3%	4.198	16%	**25.702**
2017	5.047	20%	15.480	60%	814	3%	4.350	17%	**25.691**
2018	5.327	20%	15.712	60%	861	3%	4.489	17%	**26.389**
2019	5.350	20%	15.480	59%	849	3%	4.454	17%	**26.133**

Tabla 9. Consumo energético de Castellón en GWh.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo energético de Valencia											
Año	Petróleo		Carbón		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2010	24.067	53%	7	0%	5.710	13%	3.059	7%	12.212	27%	**45.055**
2011	22.567	52%	7	0%	5.675	13%	3.454	8%	12.084	28%	**43.787**
2012	20.171	49%	7	0%	5.338	13%	3.722	9%	11.549	28%	**40.787**
2013	20.662	52%	7	0%	5.234	13%	3.105	8%	10.990	27%	**39.996**
2014	20.801	52%	7	0%	5.385	13%	2.977	7%	10.955	27%	**40.135**
2015	21.532	52%	7	0%	5.408	13%	3.047	7%	11.351	27%	**41.345**
2016	22.183	53%	7	0%	5.629	13%	3.059	7%	11.223	27%	**42.101**
2017	22.463	52%	7	0%	6.129	14%	3.175	7%	11.363	26%	**43.137**
2018	22.579	52%	7	0%	6.048	14%	3.291	8%	11.514	27%	**43.439**
2019	22.649	52%	7	0%	6.327	14%	3.280	8%	11.386	26%	**43.649**

Tabla 10. Consumo energético de Valencia en GWh.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Tal y como se puede observar en la Figura 19, la distribución energética de Castellón difiere significativamente de las otras dos provincias. Su principal fuente energética es el gas natural con 15 TWh, un 59%, seguido por el petróleo con 5 TWh y un 20% y la electricidad con 4 TWh y un 17%. **El consumo de combustibles fósiles en Castellón es el más alto de las tres provincias, pues suma un 80% frente al 66% de Alicante y Valencia.** La electricidad que en las otras provincias representaba alrededor de un tercio de la energía final, en este caso baja a un sexto. El consumo final de renovables, sobre todo biomasa y biogás, representa menos del 3%, por debajo de 1 TWh en términos absolutos.

Evolución y situación actual de los sectores de actividad y su consumo de energía

En 2019, el sector con mayor consumo de energía fue el de transporte con un 41% de total, seguido de la industria con un 31%. Casi 20 puntos por debajo le siguen los sectores, residencial (13%), servicios (11%) y agricultura (4%).

Si lo comparamos con la distribución en 1990 vemos que prácticamente no ha cambiado. Solo cabe resaltar el aumento del **sector servicios que es el que mayor crecimiento ha tenido en estos 30 años, con un 186% más de consumo energético. Pero, a pesar de esta subida, solo se incremente de un 7% a un 11% en peso final,** debido a que, como hemos visto anteriormente, la Comunidad ha experimentado un aumento del 75% en el consumo energético canalizado a través de todos los sectores. En este ranking de crecimiento sectorial le sigue el residencial (88%), la agricultura (76%) y el transporte (72%), quedando la industria en el último lugar con un 55% más, algo que le hace perder 4 puntos porcentuales en el peso sectorial total.

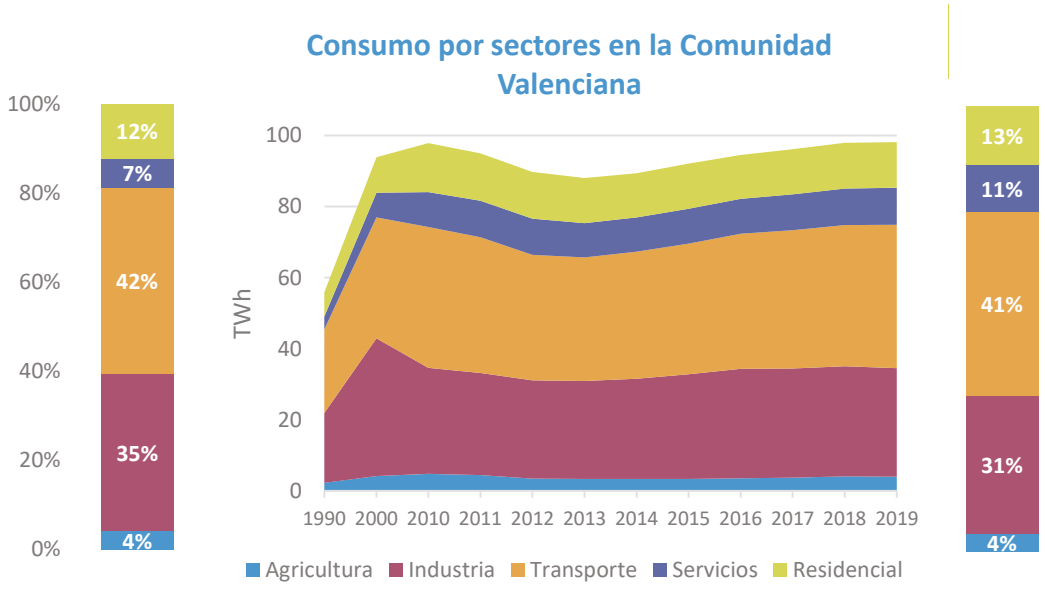

Figura 20. Evolución histórica del consumo final por sectores en la Comunidad Valenciana (TWh). Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo por sectores en la Comunidad Valenciana											
Año	Agricultura		Industria		Transporte		Servicios		Residencial		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
1990	2.256	4%	19.691	35%	23.481	42%	3.641	7%	6.815	12%	**55.884**
2000	4.129	4%	38.793	41%	34.006	36%	6.989	7%	9.990	11%	**93.907**
2010	4.783	5%	29.803	30%	39.635	41%	9.885	10%	13.712	14%	**97.818**

Consumo por sectores en la Comunidad Valenciana											
Año	Agricultura		Industria		Transporte		Servicios		Residencial		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2011	4.437	5%	28.733	30%	38.216	40%	10.211	11%	13.397	14%	**94.994**
2012	3.471	4%	27.639	31%	35.321	39%	10.166	11%	13.142	15%	**89.739**
2013	3.387	4%	27.547	31%	34.774	40%	9.618	11%	12.677	14%	**88.003**
2014	3.341	4%	28.256	32%	35.739	40%	9.641	11%	12.385	14%	**89.362**
2015	3.331	4%	29.453	32%	36.763	40%	9.805	11%	12.688	14%	**92.040**
2016	3.572	4%	30.768	33%	38.041	40%	9.828	10%	12.281	13%	**94.490**
2017	3.726	4%	30.674	32%	38.902	40%	10.094	11%	12.734	13%	**96.130**
2018	4.098	4%	31.012	32%	39.706	41%	10.245	10%	12.827	13%	**97.888**
2019	4.002	4%	30.513	31%	40.368	41%	10.397	11%	12.840	13%	**98.120**

Tabla 11. Evolución histórica del consumo por sectores en la Comunidad Valenciana (TWh).
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

A continuación, se describe **la evolución de cada sector en función de las distintas energías destinadas a consumo: combustibles fósiles, renovables no eléctricas y electricidad.**

Agricultura

El **sector agrícola es el que menos peso tiene en el consumo energético de la Comunidad,** representando un 4% del consumo con 4 TWh de los 98 TWh totales.

Este sector se nutre principalmente de productos petrolíferos, los cuales representan el 81% del consumo, porcentaje que baja al 72% en el caso del sector a nivel nacional y a un 56% con respecto al de la UE. A su vez, el 17% de la energía final que se demanda es de electricidad, porcentaje similar al nacional y europeo. Esta distribución no ha variado significativamente en los últimos 10 años (Figura 21). Los consumos de gas natural (1%), frente al 7% de la media nacional y el 13% de la UE, y las renovables no eléctricas o combustibles renovables (1%), más cercano a la media nacional (3%), pero aún lejos de la europea (11%), son residuales, lo que muestra que se pueden hacer más esfuerzos en consumo de renovables en el sector agrícola.

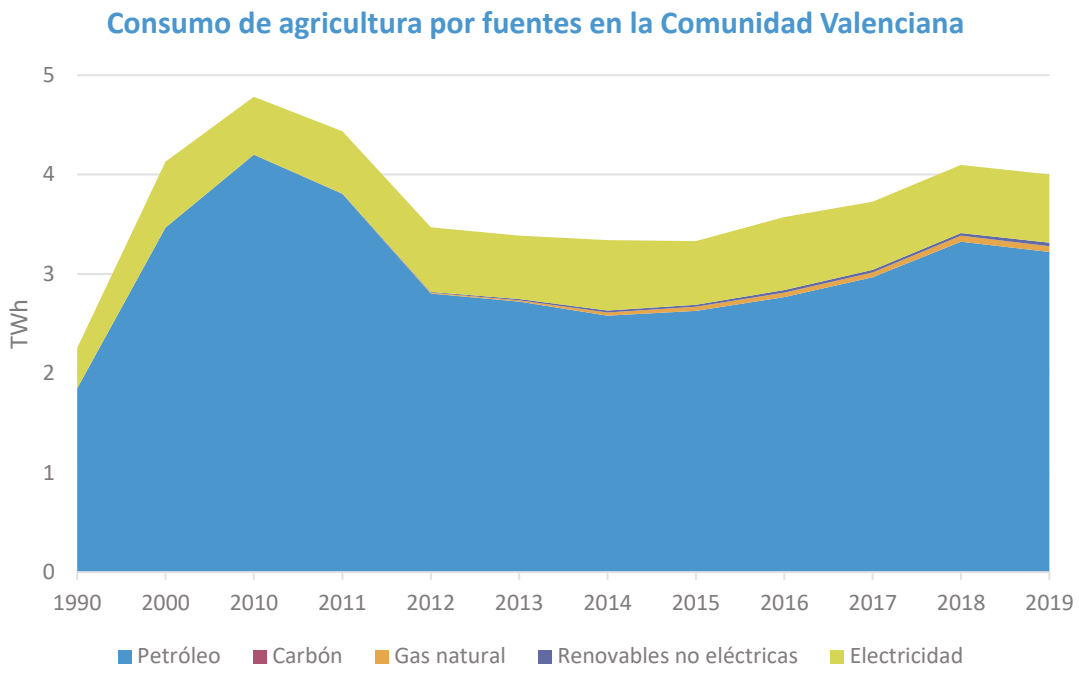

Figura 21. Evolución del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana									
Año	Petróleo		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
1990	1.849	82%	0	0%	0	0%	407	18%	**2.256**
2000	3.466	84%	0	0%	0	0%	663	16%	**4.129**
2010	4.198	88%	0	0%	3	0%	582	12%	**4.783**
2011	3.803	86%	0	0%	6	0%	628	14%	**4.437**
2012	2.803	81%	9	0%	8	0%	651	19%	**3.471**
2013	2.721	80%	14	0%	12	0%	640	19%	**3.387**
2014	2.582	77%	31	1%	19	1%	709	21%	**3.341**
2015	2.628	79%	43	1%	20	1%	640	19%	**3.331**
2016	2.768	77%	45	1%	26	1%	733	21%	**3.572**
2017	2.966	80%	48	1%	26	1%	686	18%	**3.726**
2018	3.326	81%	59	1%	27	1%	686	17%	**4.098**
2019	3.222	81%	59	1%	35	1%	686	17%	**4.002**

Tabla 12. Evolución del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

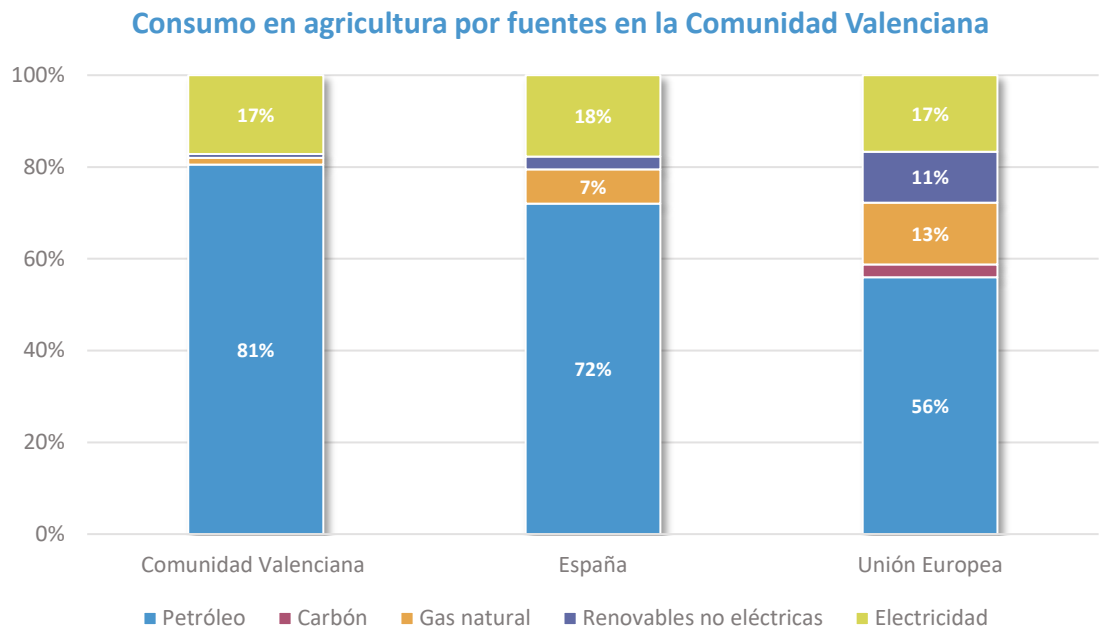

Figura 22. Comparación del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuentes	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Petróleo	3.222	81%	21.818	72%	179.224	56%
Carbón	0	0%	0	0%	9.032	3%
Gas natural	59	1%	2.257	7%	43.099	13%
Renovables no eléctricas	35	1%	831	3%	35.473	11%
Electricidad	686	17%	5.377	18%	53.402	17%
TOTAL	**4.002**		**30.283**		**320.230**	

Tabla 13. Comparación del consumo en agricultura por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuentes: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Industria

La industria es el segundo sector con más peso en la Comunidad (31%). Desde 1990 hasta el 2019 ha aumentado un 55% su demanda energética y, a diferencia de otros sectores, el año 2000 fue el de mayor demanda con casi 39 TWh, disminuyendo hasta el año 2013, momento en el que comenzó a ascender levemente hasta alcanzar los 30 TWh de 2019 (Figura 23).

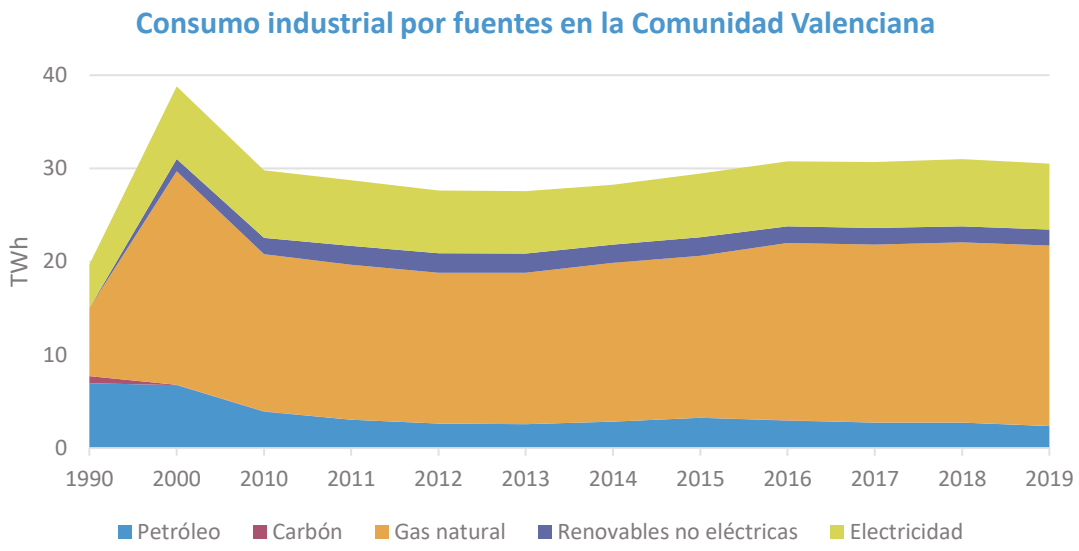

Figura 23. Evolución del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana											
Año	Petróleo		Carbón		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
1990	6.955	35%	768	4%	7.304	37%	0	0%	4.664	24%	**19.690**
2000	6.769	17%	7	0%	22.911	59%	1.326	3%	7.780	20%	**38.793**
2010	3.919	13%	7	0%	16.887	57%	1.733	6%	7.257	24%	**29.803**
2011	3.047	11%	7	0%	16.596	58%	2.035	7%	7.048	25%	**28.733**
2012	2.628	10%	7	0%	16.177	59%	2.105	8%	6.722	24%	**27.640**
2013	2.570	9%	7	0%	16.224	59%	2.082	8%	6.664	24%	**27.547**
2014	2.826	10%	7	0%	17.026	60%	1.977	7%	6.420	23%	**28.256**
2015	3.233	11%	7	0%	17.398	59%	1.965	7%	6.850	23%	**29.454**
2016	2.954	10%	7	0%	19.027	62%	1.814	6%	6.966	23%	**30.768**
2017	2.721	9%	7	0%	19.108	62%	1.779	6%	7.059	23%	**30.675**
2018	2.733	9%	7	0%	19.317	62%	1.733	6%	7.222	23%	**31.013**
2019	2.361	8%	7	0%	19.341	63%	1.721	6%	7.083	23%	**30.512**

Tabla 14. Evolución del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

La **industria valenciana se caracteriza por consumir sobre todo gas natural**, fuente que ha experimentado un aumento de 26 puntos porcentuales en las últimas tres décadas (desde el 37% en 1990 hasta el 63% en 2019). El petróleo disminuyó prácticamente igual (27 puntos porcentuales) en el mismo periodo, desde el 35% que suponía en 1990 hasta el apenas 8% en 2019. Si a esto le sumamos que el porcentaje

de electricidad no ha variado en estos 30 años (23%-24%), podemos afirmar que **el gas natural ha sustituido prácticamente al petróleo y al carbón**, que ha disminuido drásticamente, pero sin eliminarse del todo. De hecho, el sector industrial es el único que mantiene consumo de carbón. Por último, es importante señalar el incremento del uso de las renovables no eléctricas que han pasado de ser cero en 1990 a un 6% en 2019, aunque ese incremento se dio en la primera década y desde entonces se ha mantenido prácticamente constante incluso con ligeras disminuciones.

Mucha industria requiere de procesos térmicos con alta intensidad energética y aunque están emergiendo soluciones más sostenibles (por ejemplo, el hidrógeno verde), en algunos casos la necesidad de fueles de alta densidad energética provoca dificultades a la hora de implantar fuentes renovables y electrificar la demanda. Sin embargo, esto no es razón para que no se puedan hacer progresos en esta dirección, como comprobamos con el 35% de electrificación en la UE y el 30% de España. Las fuentes renovables como biofuelles o biogás también podría ofrecer una solución a estos problemas. De hecho, tanto en la UE como en España, las renovables suplen más del 10% de la energía consumida por el sector, un dato que contrasta con el 6% de la Comunidad Valenciana.

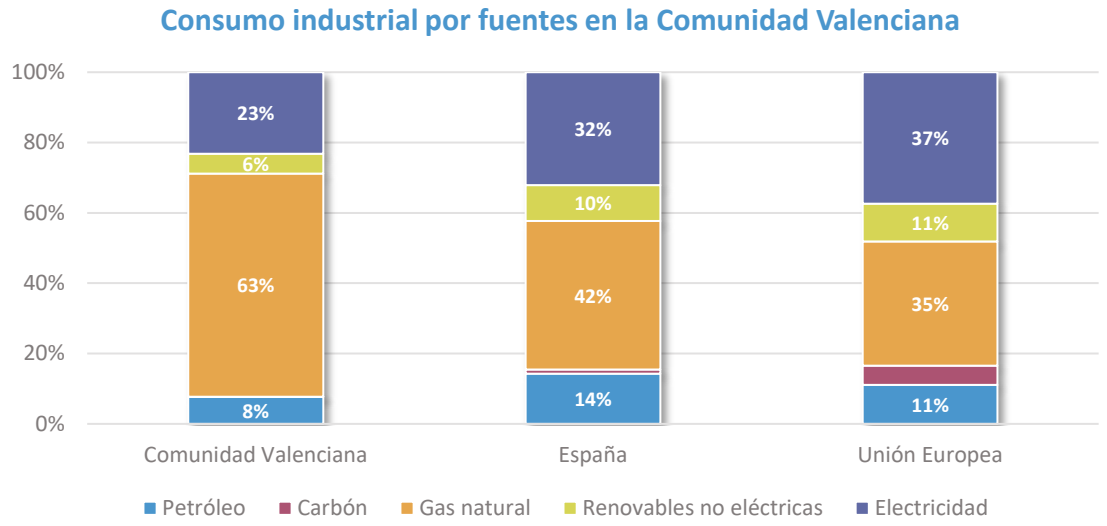

Figura 24. Comparación del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuentes	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Petróleo	2.361	8%	33.836	14%	277.554	11%

Consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuentes	Comunidad Valenciana		España		Unión Europea	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Carbón	7	0%	2.723	1%	135.446	5%
Gas natural	19.341	63%	100.027	42%	880.373	35%
Renovables no eléctricas	1.721	6%	24.245	10%	268.592	11%
Electricidad	7.083	23%	75.925	32%	933.081	37%
Total	30.513		236.756		2.495.046	

Tabla 15. Comparación del consumo industrial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Transporte

El sector transporte es el que mayor consumo energético tiene de toda la Comunidad con un 41% del total, porcentaje que prácticamente se ha mantenido constante en el tiempo pues en 1990 era de un 40%. En estos 30 años ha aumentado un 72% su demanda (desde los 23,5 TWh en 1990 hasta algo más de 40 TWh en 2019), cifra casi similar al global de la Comunidad. Su pico de consumo se alcanzó en 2019.

La demanda de este sector está dominada por el petróleo (91%), sobre todo en forma de gasolina, diésel y queroseno. En 1990 era de un 99% y en 30 años solo ha sufrido una bajada de 8 puntos debido a la tibia entrada de las renovables no eléctricas (5%) y de la electricidad (4%). Esta pequeña suplantación comenzó en la década de 2000 a 2010, pero se estancó rápidamente por la falta de políticas públicas y la maduración de las nuevas tecnologías.

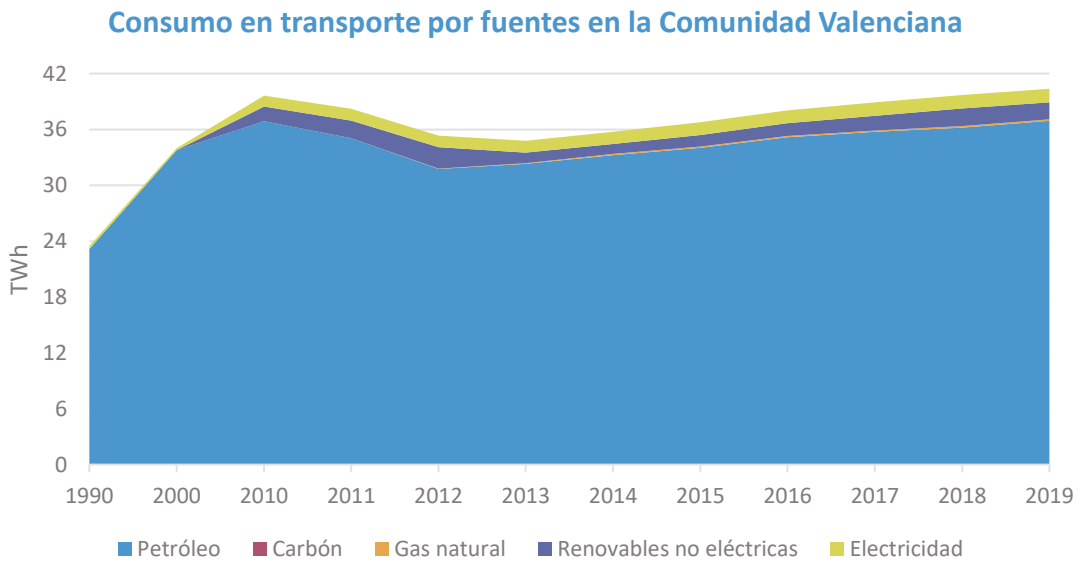

Figura 25. Evolución del consumo por fuentes en transporte en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana									
Año	**Petróleo**		**Gas natural**		**Renovables no eléctricas**		**Electricidad**		**TOTAL**
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**	
1990	23.144	99%	0	0%	0	0%	337	1%	**23.481**
2000	33.785	99%	0	0%	0	0%	221	1%	**34.006**
2010	36.867	93%	0	0%	1.605	4%	1.163	3%	**39.635**
2011	35.053	92%	0	0%	1.884	5%	1.279	3%	**38.216**
2012	31.762	90%	12	0%	2.314	7%	1.233	3%	**35.320**
2013	32.320	93%	70	0%	1.128	3%	1.256	4%	**34.774**
2014	33.227	93%	140	0%	1.058	3%	1.314	4%	**35.739**
2015	34.018	93%	140	0%	1.244	3%	1.361	4%	**36.762**
2016	35.157	92%	151	0%	1.349	4%	1.384	4%	**38.042**
2017	35.739	92%	151	0%	1.570	4%	1.442	4%	**38.902**
2018	36.193	91%	163	0%	1.896	5%	1.454	4%	**39.705**
2019	36.925	91%	163	0%	1.826	5%	1.454	4%	**40.368**

Tabla 16. Evolución del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Al comparar los datos vemos que la distribución de las fuentes energéticas de la Comunidad Valenciana es muy similar a la nacional y a la de la UE, predominando, en los tres casos, el consumo de petróleo con más de un 90%. Sin embargo, la electricidad, principal apuesta actual para gran parte del transporte, es igualmente baja en los tres casos.

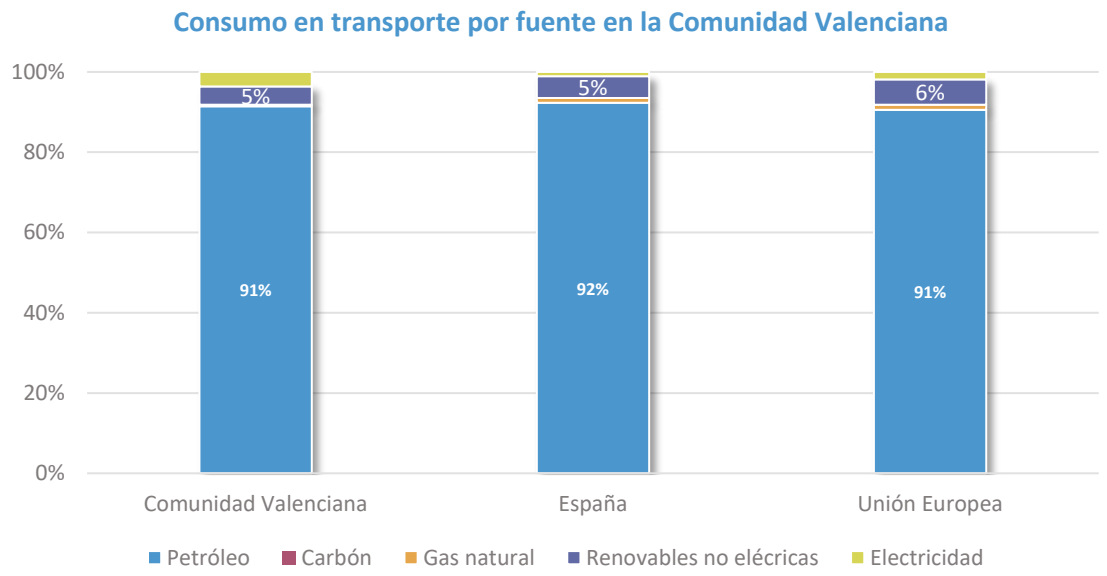

Figura 26. Comparación del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuentes	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Petróleo	36.925	91%	357.420	93%	3.075.235	91%
Carbón	0	0%	0	0%	7	0%
Gas natural	163	0%	2.897	1%	43.481	1%
Renovables no eléctricas	1.346	5%	18.968	5%	184.117	5%
Electricidad	1.826	3%	3.937	1%	58.390	2%
TOTAL	**40.368**		**383.222**		**3.361.230**	

Tabla 17. Comparación del consumo en transporte por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Sector servicios

El **sector servicios es el que más ha incrementado su consumo energético, un 186%**. De manera similar a lo ocurrido en otros sectores, se puede observar en la Figura 27 que el consumo aumentó desde 1990 hasta el año 2011, a partir del cual disminuyó levemente para luego volver a incrementarse alcanzando el máximo en 2019 con 10 GWh. Es con mucha diferencia el sector más electrificado, con un 73%, aunque cabe resaltar que esta cifra en vez de incrementarse ha disminuido levemente en los últimos 30 años. El mayor cambio se ha dado en la fracción de petróleo que del 22% ha descendido al 4%, pero su consumo ha sido suplantado por el gas natural que ha

aumentado del 3% al 19% en 2019. Los renovables combustibles pasaron del 0% al 4% en 2019.

Analizando particularmente la fracción de gas natural y renovables en la última década, salvo un gran crecimiento hasta el año 2010 del 223% y del 185% respectivamente, el resto de los años se han caracterizado por un crecimiento promediado del 8,8% anual del gas natural y del 5,5% de las renovables.

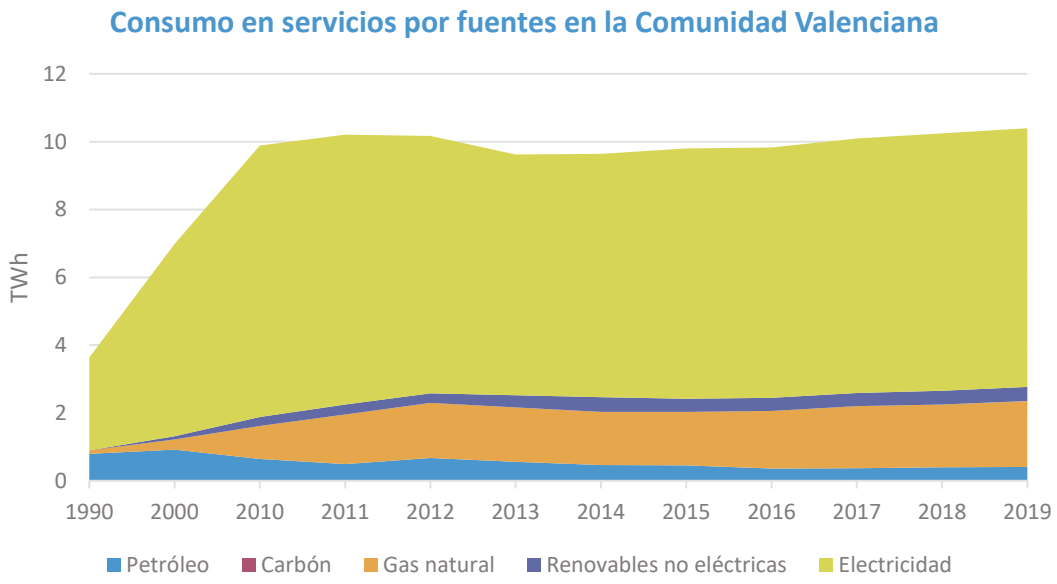

Figura 27. Evolución del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana									
Año	Petróleo		Gas natural		Renovables no eléctricas		Electricidad		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
1990	791	22%	105	3%	0	0%	2.745	75%	**3.640**
2000	919	13%	302	4%	93	1%	5.675	81%	**6.990**
2010	640	6%	977	10%	267	3%	8.001	81%	**9.886**
2011	488	5%	1.465	14%	291	3%	7.967	78%	**10.211**
2012	675	7%	1.617	16%	291	3%	7.583	75%	**10.165**
2013	558	6%	1.605	17%	361	4%	7.094	74%	**9.618**
2014	465	5%	1.570	16%	430	4%	7.176	74%	**9.641**
2015	454	5%	1.582	16%	384	4%	7.385	75%	**9.804**
2016	361	4%	1.698	17%	384	4%	7.385	75%	**9.827**
2017	372	4%	1.826	18%	395	4%	7.501	74%	**10.095**
2018	395	4%	1.849	18%	407	4%	7.594	74%	**10.246**

2019	407	4%	1.942	19%	419	4%	7.629	73%	**10.397**

Tabla 18. Evolución del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Como se ha indicado anteriormente, la tasa de electrificación de la Comunidad Valenciana es mucho mayor que la española (62%) y la europea (52%), (Figura 28). Esto provoca que los porcentajes de petróleo sean mayores en la escena nacional y comunitaria, triplicando y duplicando, respectivamente, la tasa valenciana.

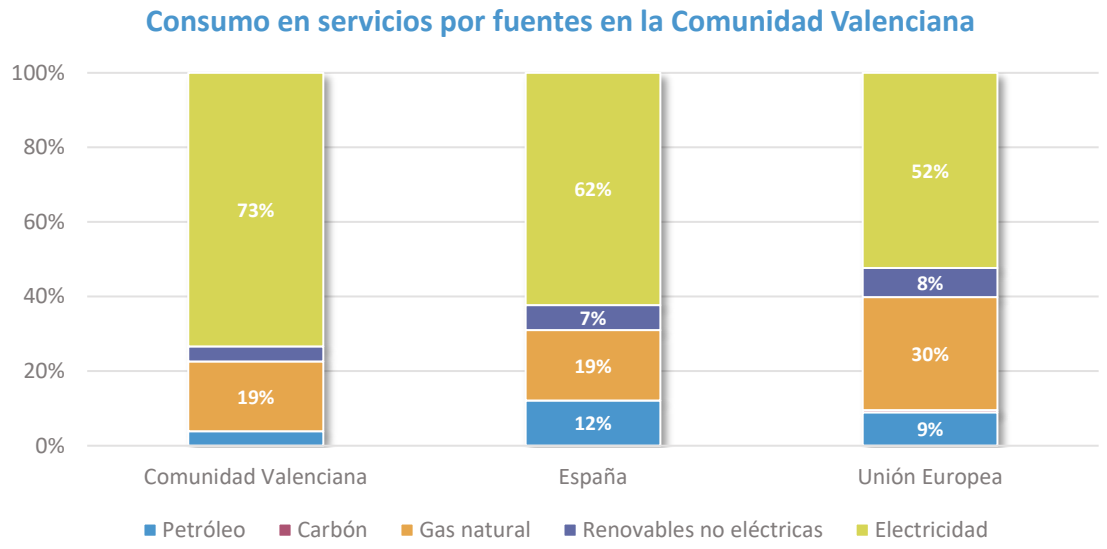

Figura 28. Comparación del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuente	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Petróleo	407	4%	14.523	12%	123.958	9%
Carbón	0	0%	0	0%	8.352	1%
Gas natural	1.942	19%	22.638	19%	420.505	30%
Renovables no eléctricas	419	4%	8.070	7%	108.227	8%
Electricidad	7.629	73%	74.626	62%	725.907	52%
TOTAL	**10.397**		**119.857**		**1.386.949**	

Tabla 19. Comparación del consumo en servicios por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Residencial

El sector residencial es el tercer consumidor de la Comunidad Valenciana con casi 13 TWh, que representan el 13% del consumo total. Después del sector servicios ha sido el que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos 30 años (Figura 29) con un 88% más de demanda energética (recordemos que en este tiempo la población de la Comunidad aumentó en casi un millón de personas). El año de mayor consumo fue 2010 con 13,7 TWh. Después de este año se ha reducido para oscilar en torno a los 12 TWh.

La electricidad es la energía más consumida en este sector, con más de la mitad del peso energético, aunque en los últimos 30 años solo ha aumentado 6 puntos porcentuales, lo que indica que no ha habido una apuesta por la electrificación total de un sector que es uno de los más sencillos de descarbonizar. El petróleo ha sido la única fuente energética que ha visto disminuir su demanda, pasando de los casi 3 TWh (43% del total) que había en 1990 a algo menos de 2 TWh (14%) en 2019. Su uso bajó, sobre todo, en la primera década del 2000 y desde entonces ha descendido muy levemente, incluso produciéndose algunos incrementos como en 2017 y 2019. **La eliminación del consumo de petróleo en un sector como el residencial debe ser una de las prioridades para lograr la neutralidad climática.**

La disminución de la demanda de petróleo se cubrió con el incremento del gas natural y de las renovables no eléctricas. El consumo de gas natural se multiplicó casi por 7, incrementándose desde 1990 hasta 2010 para luego estabilizarse, mientras que la introducción de renovables que comenzó en el 2000 se estancaba rápidamente en torno a los 1,3 TWh.

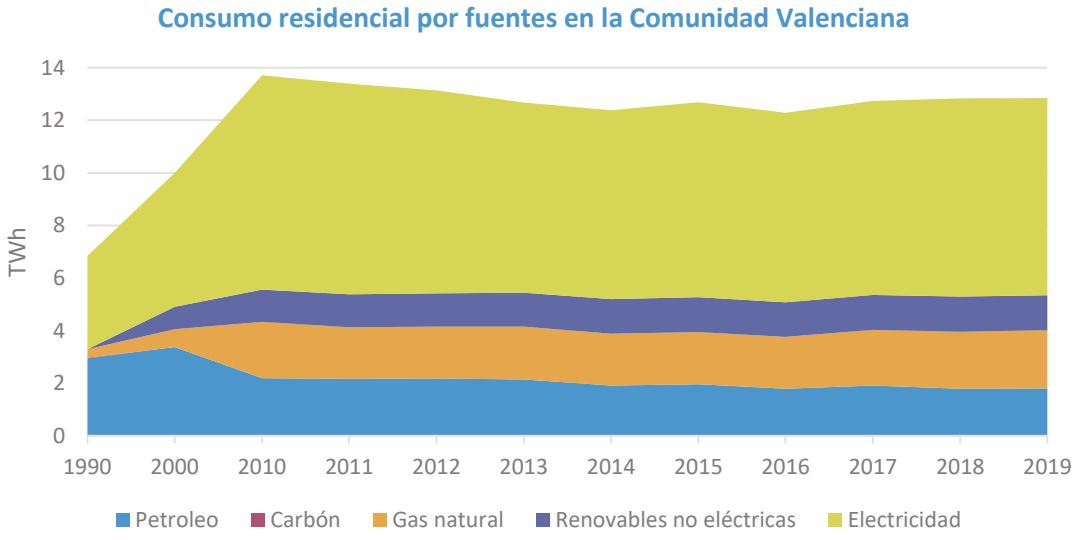

Figura 29. Evolución del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana									
Año	Petróleo		Gas natural		Electricidad		Renovables no eléctricas		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
1990	2.942	43%	326	5%	3.547	52%	0	0%	**6.815**
2000	3.373	34%	686	7%	5.082	51%	849	8%	**9.990**
2010	2.186	16%	2.152	16%	8.153	59%	1.221	9%	**13.712**
2011	2.163	16%	1.965	15%	8.013	60%	1.256	9%	**13.398**
2012	2.175	17%	1.977	15%	7.722	59%	1.268	10%	**13.142**
2013	2.140	17%	2.012	16%	7.234	57%	1.291	10%	**12.677**
2014	1.907	15%	1.977	16%	7.187	58%	1.314	11%	**12.386**
2015	1.965	15%	1.977	16%	7.420	58%	1.326	10%	**12.688**
2016	1.791	15%	1.965	16%	7.199	59%	1.326	11%	**12.281**
2017	1.907	15%	2.117	17%	7.373	58%	1.337	11%	**12.735**
2018	1.791	14%	2.163	17%	7.536	59%	1.337	10%	**12.828**
2019	1.803	14%	2.210	17%	7.490	58%	1.337	10%	**12.840**

Tabla 20. Evolución del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

El consumo de electricidad es notablemente más alto en la Comunidad Valenciana (58%) que en España (43%) y en la UE (27%) (Figura 30). Una de las causas para explicar esta variación es la diferencia climatológica ya que los hogares centroeuropeos, con temperaturas medias menores, se calientan con combustibles fósiles, principalmente gas natural, mientras que, en las regiones más cálidas como el Levante mediterráneo, o España en general, las necesidades de calefacción son menores y en cambio, necesitan refrigeración, que solo puede cubrirse con electricidad.

Sin embargo, cuando se trata de consumo renovable no eléctrico (biocombustibles, sobre todo), la tasa europea duplica a la valenciana, que fue del 10% en 2019.

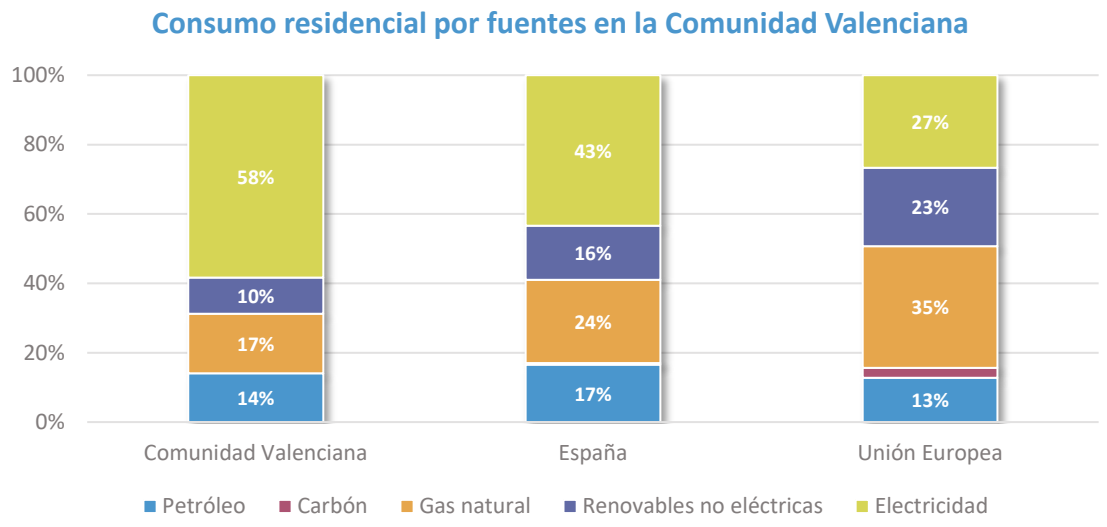

Figura 30. Comparación del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019						
Fuente	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Petróleo	1.803	14%	27.883	17%	336.849	13%
Carbón	0	0%	755	0%	76.459	3%
Gas natural	2.210	17%	40.206	24%	926.025	35%
Renovables no eléctricas	1.337	10%	26.202	16%	596.862	23%
Electricidad	7.490	58%	72.981	43%	705.662	27%
TOTAL	**12.840**		**168.027**		**2.641.857**	

Tabla 21. Comparación del consumo residencial por fuentes en la Comunidad Valenciana en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Comparación de consumo final por sectores y provincias

Si nos adentramos en el consumo final por sectores en las provincias de la Comunidad Valenciana, vemos que existe una distribución desigual entre Castellón y las otras dos provincias debido al gran peso del sector industrial. La industria castellonense requiere prácticamente el 70% del consumo de energía de la provincia que, junto al 20% de la movilidad, acaparan la mayor parte del consumo.

Consumo final por provincias y sectores en la Comunidad Valenciana en 2019								
Sectores	**Alicante**		**Castellón**		**Valencia**		**Total**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**

Agricultura	1.244	4%	605	2%	2.152	5%	4.001	4%
Industria	3.687	13%	17.724	68%	9.095	21%	30.505	31%
Movilidad	15.131	53%	4.978	19%	20.271	46%	40.379	41%
Servicios	3.617	13%	1.268	5%	5.524	13%	10.409	11%
Residencial	4.687	17%	1.547	6%	6.617	15%	12.851	13%
Total	**28.366**	**100%**	**26.121**	**100%**	**43.659**	**100%**	**98.146**	**100%**

Tabla 22. Consumo final por provincias y sectores en la Comunidad Valenciana en 2019 (GWh).
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Bastante distinta es la distribución energética por sectores en el caso de Alicante, donde el industrial supone un 13% mientras que transporte supera el 50% del consumo final. El tercio restante se reparte entre el sector residencial y servicios, teniendo el primero una ponderación ligeramente mayor, y agricultura, relegada a un porcentaje no superior al 5%.

Por último, en el consumo de energía final en la provincia de Valencia, el sector de la movilidad vuelve a ser el de mayor consumo, aunque con un menor peso que en Alicante, pues ronda el 46%, seguido por la industria con el 21%. El tercio restante se distribuye entre el sector residencial, levemente más intensivo que el sector servicios y la agricultura con un peso menor.

La distribución histórica sectorial de Alicante y Valencia no muestra ningún cambio significativo en los últimos años. Por eso nos centraremos en analizar el caso de Castellón.

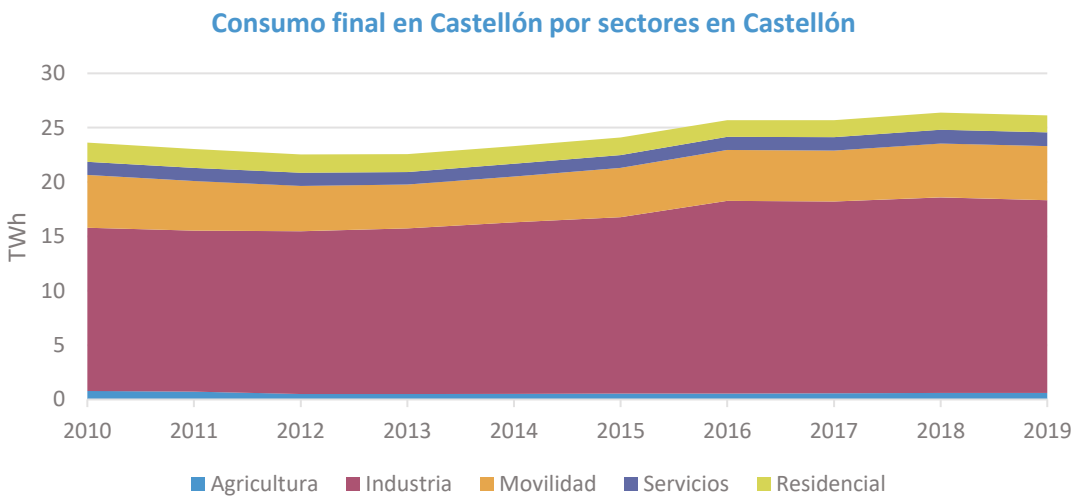

Figura 31. Evolución histórica del consumo final por sectores en Castellón.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo final por sectores en Castellón											
Año	Agricultura		Industria		Movilidad		Servicios		Residencial		TOTAL
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
2010	791	3%	14.991	63%	4.861	21%	1.233	5%	1.745	7%	**23.621**
2011	721	3%	14.817	64%	4.571	20%	1.198	5%	1.721	7%	**23.027**
2012	500	2%	14.979	66%	4.164	18%	1.210	5%	1.686	7%	**22.539**
2013	500	2%	15.224	67%	4.036	18%	1.175	5%	1.628	7%	**22.562**
2014	523	2%	15.770	68%	4.222	18%	1.175	5%	1.605	7%	**23.295**
2015	535	2%	16.247	67%	4.512	19%	1.198	5%	1.617	7%	**24.109**
2016	547	2%	17.736	69%	4.664	18%	1.210	5%	1.535	6%	**25.691**
2017	570	2%	17.654	69%	4.675	18%	1.233	5%	1.558	6%	**25.691**
2018	605	2%	17.980	68%	4.966	19%	1.268	5%	1.570	6%	**26.388**
2019	605	2%	17.724	68%	4.978	19%	1.268	5%	1.547	6%	**26.121**

Tabla 23. Evolución histórica del consumo final por sectores en Castellón (GWh).
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

El consumo energético en Castellón ha aumentado algo menos de un 11% en los últimos nueve años, mientras que su distribución sectorial ha permanecido prácticamente constante. Sí podemos señalar un crecimiento del sector industrial en Castellón de 5 puntos porcentuales, que ha pasado del 63% de la energía final en 2010 al 68% en 2019, distribuyendo la pérdida de representatividad uniformemente entre los otros sectores. En otras palabras, el aumento de consumo final entre 2010 y 2019 en Castellón se ha debido fundamentalmente al aumento de 3 TWh de consumo industrial en ese periodo.

Observando el consumo energético sectorial en Castellón (Tabla 23), se aprecia como, a partir de 2015, el sector industrial es el mayor impulsor del aumento, lo que representa la recuperación de este sector tras la crisis económica. En el 2013, el consumo energético de Castellón se hundió hasta los 25 TWh. Desde entonces, comenzó a crecer a un ritmo promedio y constante del 1,8% anual, hasta alcanzar los 28 TWh en 2019. Todas las energías crecieron de forma equitativa, manteniendo el mix de energías constante en este periodo. Igualmente, el reparto energético por sectores se mantuvo constante, creciendo todos con ratios similares desde 2014 y manteniendo la estructura previa a este año.

Análisis de la evolución de la eficiencia de energía

El Plan de Energía Sostenible de la Comunitat Valenciana 2020 (PESCV2020) estableció como objetivo reducir un 20% el consumo de energía primaria en el 2020 a partir de la

proyección del año base 2007, una proyección en la que no se establecen medidas de eficiencia y ahorro.

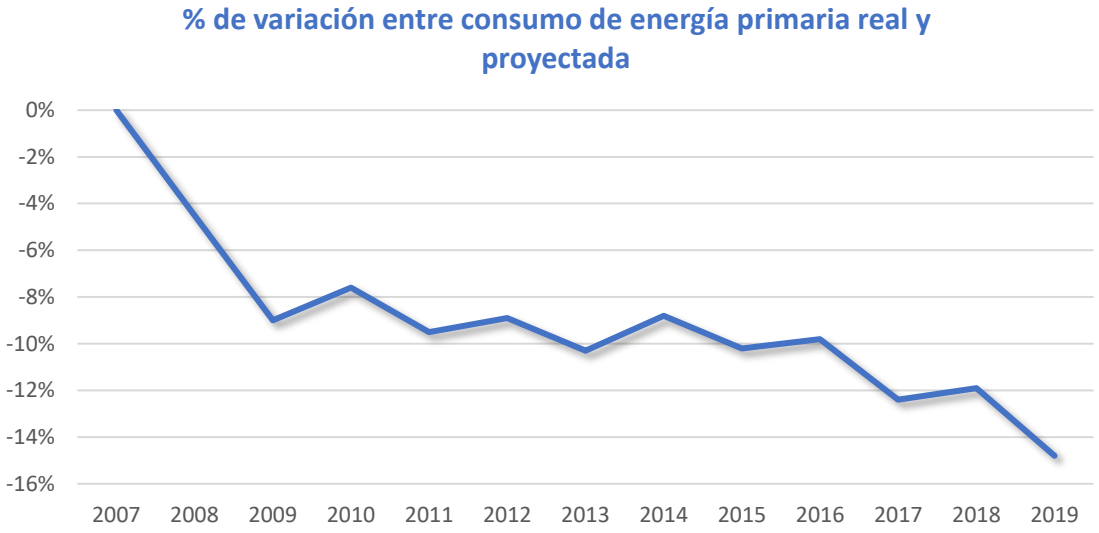

Figura 32. % de variación entre consumo de energía primaria real y energía primaria proyectada (2007). Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

Consumo de energía primaria en la Comunidad Valenciana en TWh													
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Energía primaria real	158,1	152,4	137,0	138,3	132,9	128,9	125,2	129,8	132,3	137,1	137,3	141,1	138,9
Energía primaria proyectada en 2007[7]	-	159,5	150,6	149,7	146,8	141,6	139,7	142,4	147,5	152,0	156,8	160,1	163,0
% de variación entre real y proyectada	-	-4,5%	-9,0%	-7,6%	-9,5%	-8,9%	-10,3%	-8,8%	-10,2%	-9,8%	-12,4%	-11,9%	-14,8%

Tabla 24. Evolución del consumo de energía primaria (incluyendo la necesaria para generar el saldo eléctrico) en la Comunidad Valenciana desde 2007. Fuente: elaboración propia con datos del IVACE.

La Directiva 2012/27/UE recoge las conclusiones del Consejo Europeo de 2007 que insistían en la necesidad de incrementar la eficiencia energética en la Unión para alcanzar en 2020 el objetivo de ahorrar un 20% en el consumo de energía en comparación con los valores previstos. En la Tabla 24 se pueden encontrar los datos de energía primaria real y la proyectada desde 2007 a 2019. En 2007 la Comunidad

[7] Según la Directiva 2012/27/UE.

Valenciana consumió casi 159 TWh de energía primaria, mientras que en 2019 este consumo disminuyó un 13%, hasta 139 TWh. Un análisis completo sobre la variación del consumo de energía primaria de la Comunidad se puede encontrar en el apartado de Energía primaria.

Si analizamos el consumo de energía proyectada en comparación a la energía primaria real consumida, vemos que **el consumo de energía real ha sido menor en todo el período que el consumo proyectado desde 2007,** con una variación de -4,5% en 2008 y -14,8% en 2019, por lo que podemos deducir que ha habido una mejora en la eficiencia durante el período. Pero, la mejora no ha sido progresiva: hay un aumento brusco al inicio del período (2008-2009) hasta situarse en -9%; desde 2010 hasta 2016 la diferencia entre consumo real y proyectado sigue aumentando, aunque a un ritmo mucho menor (-2,2% en 7 años), y desde 2017 hasta 2019 hay otro aumento con una variación de 5 puntos en 3 años. Teniendo en cuenta los objetivos marcados en el PESCV2020 y a falta de conocer el dato de consumo de energía primaria real de 2020, **el % de variación de 2019 de la Comunidad Valenciana fue del -14,8%, lejos del -20% propuesto**.

Eficiencia en la conversión de la energía

En términos de eficiencia clásica de energía, energía final respecto a la inicial, la Comunidad Valenciana mantiene una tendencia prácticamente plana, con una levísima tendencia a mejorar de dos puntos porcentuales en 10 años. Actualmente, se sitúa en el 76%. Comparada con las eficiencias de España y de la UE, la Comunidad puede presumir de tener la mayor de las eficiencias estando entre 8 y 10 puntos porcentuales por encima de la media europea y algo menos si la comparamos con la española.

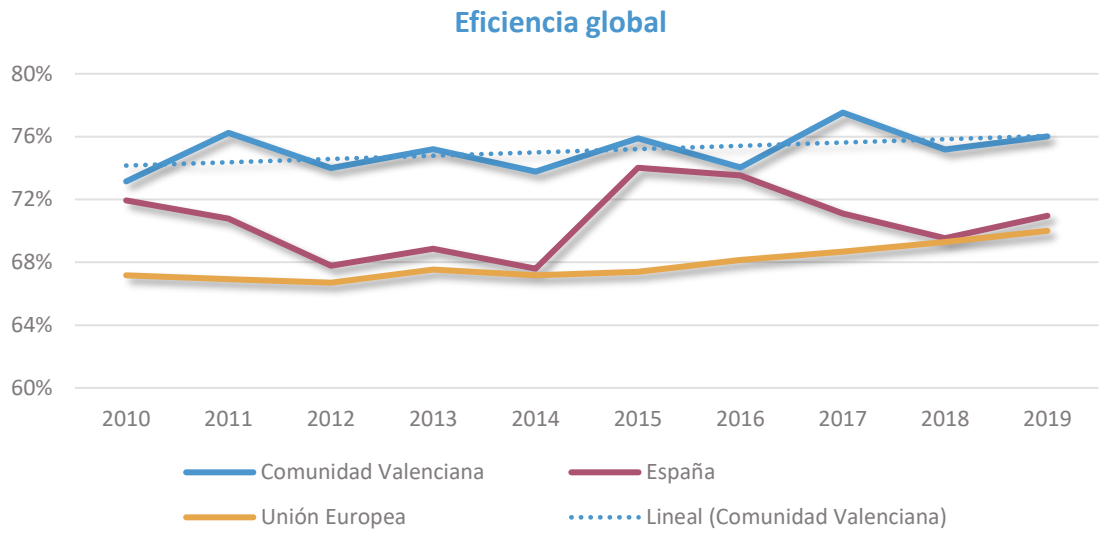

Figura 33. Comparación de la evolución en eficiencia global de conversión (energía final entre primaria). Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Eficiencia global			
Año	**Comunidad Valenciana**	**España**	**Unión Europea**
2010	73%	72%	67%
2011	76%	71%	67%
2012	74%	68%	67%
2013	75%	69%	68%
2014	74%	68%	67%
2015	76%	74%	67%
2016	74%	74%	68%
2017	78%	71%	69%
2018	75%	70%	69%
2019	76%	71%	70%

Tabla 25. Comparación de la evolución en eficiencia global de conversión (energía final entre primaria). Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

La eficiencia global da una imagen general del aprovechamiento energético. Cada tecnología de generación tiene una eficiencia diferente. Los combustibles fósiles a diferencia de las fuentes renovables requieren un procesado para su consumo que, sumado a la quema, hace que **la eficiencia de la generación eléctrica fósil tenga un límite imposible de superar.** Respecto a las renovables, las fuentes primarias de energías (el sol, el viento…) son inagotables, pero suponen también un consumo de materiales y una ocupación de territorio y por ello se han de optimizar sus factores de capacidad. **El factor de capacidad solar valenciano refleja una producción eficaz y en el caso de la eólica, similar al español y al europeo**. Sin embargo, se ha detectado que la tecnología hidroeléctrica tiene un muy bajo factor de capacidad que hace disminuir el global. Esto es debido a que la hidroeléctrica depende de factores externos como la irrigación o las sequías, y, por tanto, podemos afirmar que actualmente esta tecnología está sobredimensionada.

El consumo de energía no solo está relacionado con el rendimiento tecnológico, sino también con la intensidad de consumo de la sociedad. Por lo tanto, los análisis deben analizar las intensidades en distintos ámbitos de la economía, tanto por población como por valor económico generado: cuánta energía se consume per cápita y cuánta energía se consume por cada euro de PIB.

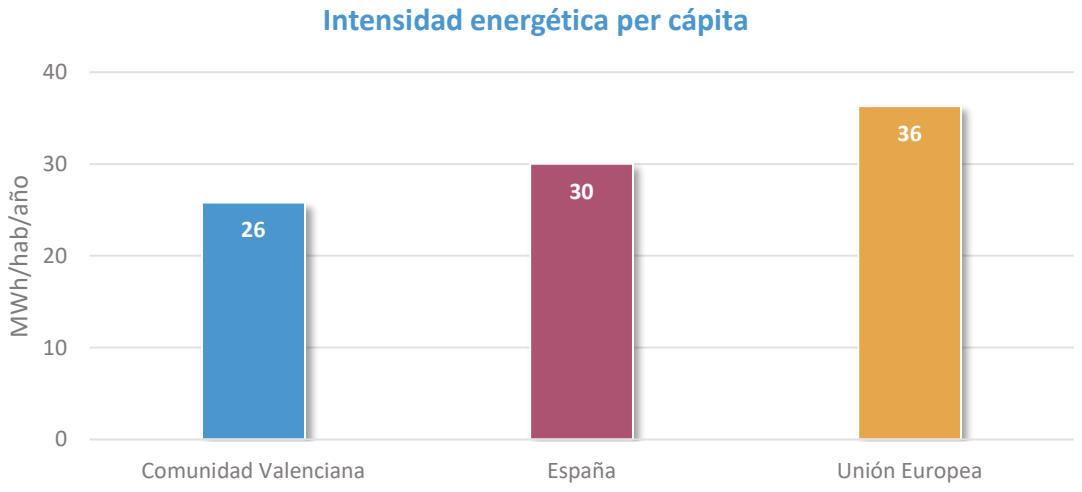

Figura 34. Intensidades energéticas (MWh) per cápita.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del IVACE y del INE.

Intensidad energética per cápita										
Año	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Comunidad Valenciana	26,1	24,3	23,6	22,8	24,1	24,3	25,7	25,1	26,2	25,8
España	31,3	30,9	30,7	28,8	28,3	29,5	29,8	31,3	31,1	30,0
Unión Europea	39,7	38,5	38,0	37,5	36,0	36,4	36,6	37,2	36,9	36,3

Tabla 26. Intensidades energéticas per cápita (MWh/cap/año).
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del IVACE y del INE.

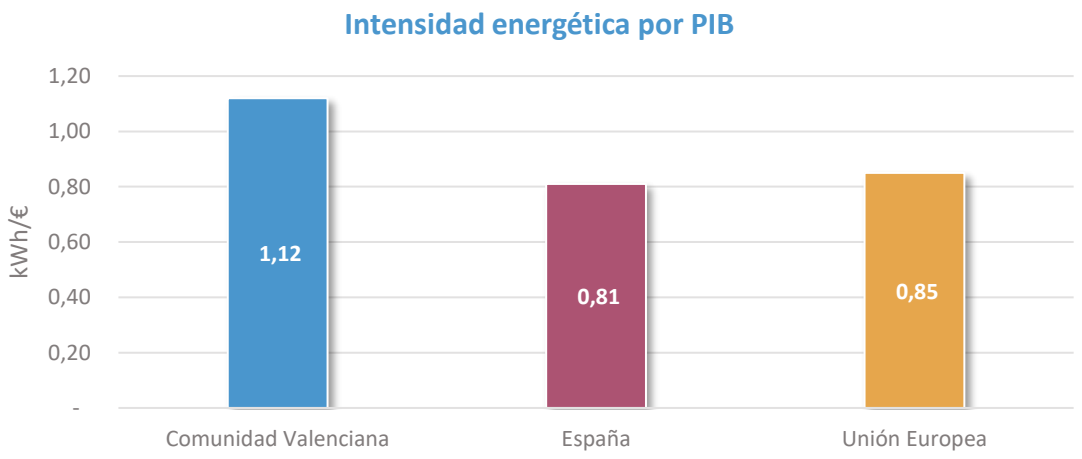

Figura 35. Intensidades energéticas (kWh) por unidad monetaria (€).
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del IVACE y del INE.

Intensidad energética por PIB										
Año	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Comunidad Valenciana	1,32	1,25	1,27	1,24	1,26	1,21	1,24	1,15	1,17	1,12
España	0,99	0,96	0,95	0,91	0,88	0,86	0,86	0,84	0,83	0,81
Unión Europea	1,13	1,05	1,04	1,02	0,96	0,94	0,93	0,91	0,88	0,85

Tabla 27. Intensidades energéticas por PIB (kWh/€).
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del IVACE y del INE.

Considerando la **energía primaria,** un ciudadano de la Comunidad Valenciana consume 26 MWh anuales, un 13% menos que la media española y un 39% menos que la europea (Tabla 26). Sin embargo, cuando se analiza la intensidad energética, la energía que se consume por euro generado, la situación es la contraria. La Comunidad Valenciana necesita 1,12 kWh para producir una unidad monetaria (€), mientras que España y la EU solo necesitan 0,81 kWh y 0,85 kWh, respectivamente, (Tabla 27). La

explicación para estos dos hechos, inicialmente contradictorios, radica en el PIB per cápita: el PIB per cápita valenciano es inferior al español y al europeo. En principio podríamos afirmar que la ciudadanía valenciana consume menos energía que sus homólogos, sin embargo, su nivel de ingresos es también menor y por ello, aun consumiendo menos energía, cuando se divide el consumo entre los ingresos el resultado es que la Comunidad Valenciana necesita más energía para producir una unidad monetaria. Por lo tanto, actualmente la Comunidad puede reducir sus emisiones descarbonizando su economía con tecnologías y políticas que hoy en día ya están en práctica, como en el resto de España y de la UE.

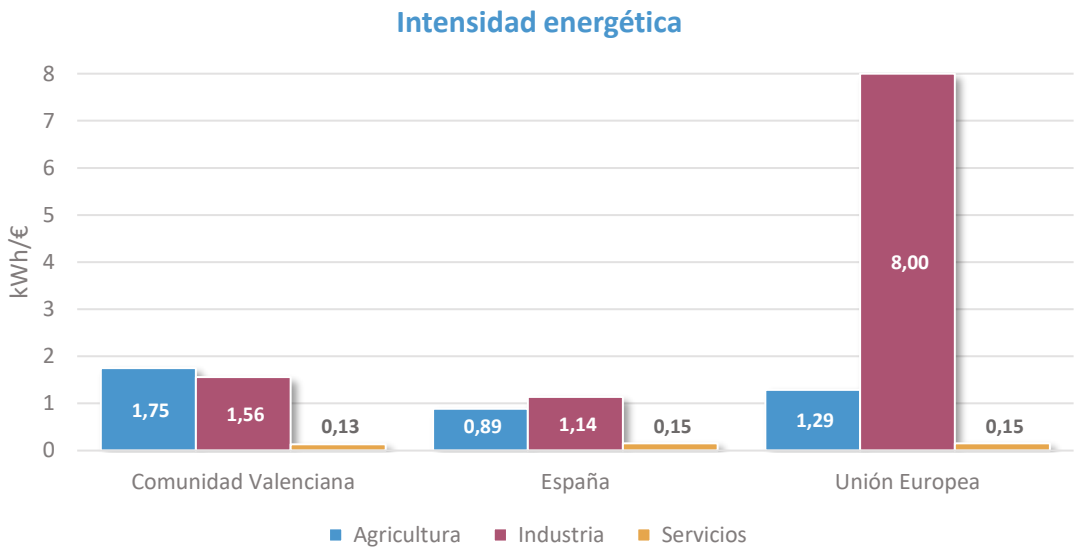

Figura 36. Comparación de intensidades energéticas en los sectores agricultura, industria y servicios en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del IVACE y del INE.

Desde la intensidad energética global de la Comunidad, se puede desgranar la intensidad por sectores: agricultura, industria y servicios. En el caso del sector primario, la Comunidad Valenciana tiene una intensidad de 1,75 kWh por euro generado. Este consumo por unidad de valor es mayor que el español (0,89 kWh/€) y que el europeo (1,29 kWh/€). **La agricultura es un sector que podría ser un nicho de ahorro energético** ya que consume más por euro producido que en los casos comparados. Convendría realizar un estudio específico para analizar factores complejos como parámetros ambientales, ecológicos y sectoriales para determinar si la eficiencia energética se puede equiparar a los niveles españoles y europeos.

Respecto a la **industria**, la Comunidad y España emplean 1,56 kWh/€ y 1,14 kWh/€ respectivamente, mientras que el valor medio comunitario es de 8 kWh/€ (más de 5 veces más que en la Comunidad). Esto se debe a la industria pesada de centro Europa, como la alemana o la polaca, cuyo consumo energético se destina a industrias como la

del acero, el cemento o la industria química, mientras que en la Comunidad Valenciana y en España y, la industria se dedica a la fabricación de productos de menor intensidad energética como la automovilística. Las intensidades industriales se han mantenido constantes en el caso español desde inicios de siglo. La europea, por el contrario, se ha reducido de 14,3 kWh/€ hasta 8 kWh/€, una reducción del 44% en dos décadas.

El **sector servicios** valenciano requiere 0,13 kWh/€ y las intensidades homólogas en España y Europa son ligeramente superiores (0,15 kWh/€). En el ámbito europeo y español, las mejoras de eficiencia en el sector servicios redujeron las intensidades significativamente hasta el año 2006 cuando se alcanzó una meseta. Desde este año, pocas reducciones han sido posible por lo que se requieren medidas más innovadoras para desarrollar la transición energética.

Análisis de la evolución de capacidad de generación de energía eléctrica con fuentes renovables

El mix eléctrico de la Comunidad Valenciana apenas ha variado en los últimos diez años. Alrededor de un 40% de la electricidad producida se genera en plantas nucleares y un 25% en plantas de ciclo combinado. El conjunto de todas las renovables ronda el 20%, pese a disponer de un 50% de potencia instalada de origen renovable. La energía eólica es la más productiva de las renovables, aportando el 14% de la generación.

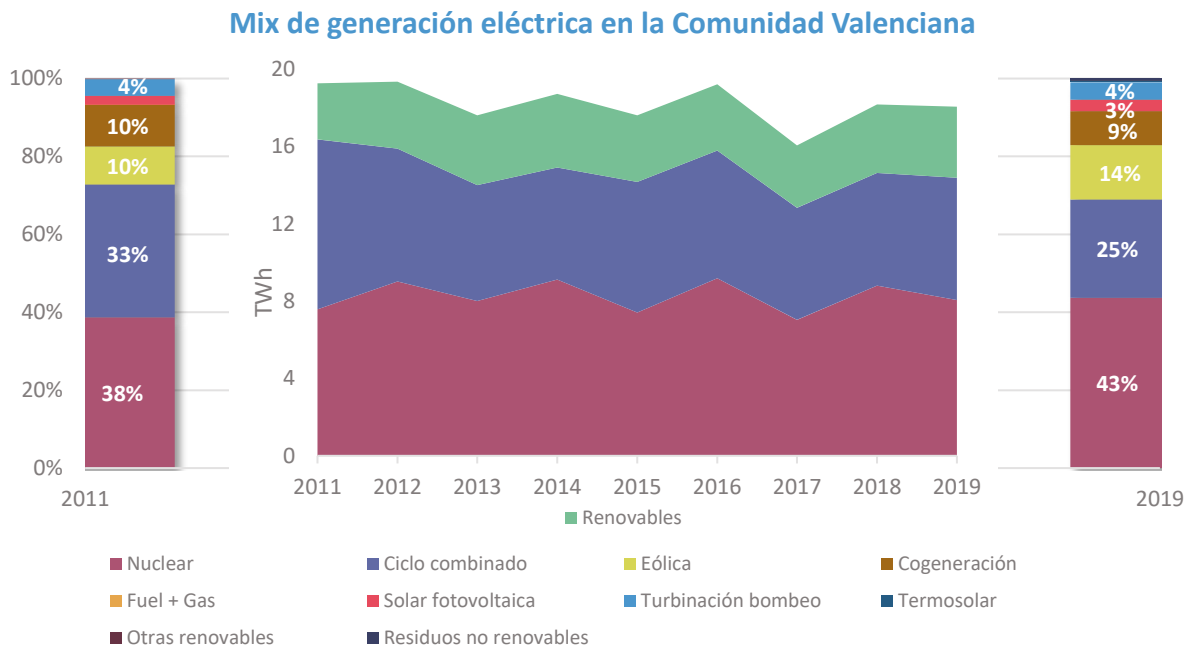

Figura 37. Mix de generación eléctrica en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Generación eléctrica por tecnologías en la Comunidad Valenciana				
Tecnología	**2011**		**2019**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**
Total, combustibles fósiles	8.779	44%	6.262	33%
Fuel + Gas	0	0%	0	0%
Cogeneración	2.096	10%	1.617	9%
Ciclo combinado	6.683	33%	4.645	25%
Nuclear	7.577	38%	8.056	43%
Total, renovable	3.724	19%	4.552	24%
Eólica	1.916	10%	2.574	14%
Hidráulica	491	2%	439	2%
Turbinación bombeo	832	4%	814	4%
Solar fotovoltaica	446	2%	541	3%
Termosolar	0	0%	88	0%
Otras renovables	39	0%	36	0%
Residuos no renovables	0	0%	60	0%
Generación total	**20.081**	**100%**	**18.869**	**100%**

Tabla 28. Generación eléctrica por tecnologías en la Comunidad Valenciana en GWh.
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

En general, todas las tecnologías han mantenido constante su producción, con una ligera disminución de los combustibles fósiles y un leve aumento de la energía renovable, que dejan un panorama prácticamente igual al de hace diez años. A pesar de tener una menor producción con renovables, el mayor porcentaje de nuclear (43%) le permite a la Comunidad Valenciana mantener una generación eléctrica fósil dentro de parámetros similares al del mix europeo y español (Figura 37). El BOE publicado el 31 de marzo de 2022 fecha el cierre de la planta nuclear de Cofrentes en noviembre de 2030. Para entonces, la Comunidad deberá suplir la producción de la central con fuentes de origen renovable, en línea con sus compromisos de transición energética.

En la Figura 38, se puede apreciar la evolución de las energías renovables en cada zona. Se ve el crecimiento en los últimos años en Europa y España, siendo más constante la distribución de la generación europea, ya que es menos susceptible a cambios locales. La Comunidad Valencia ha incrementado 5 puntos porcentuales en diez años, un incremento muy similar al del resto de España. En ninguno de los tres casos se supera el 20%.

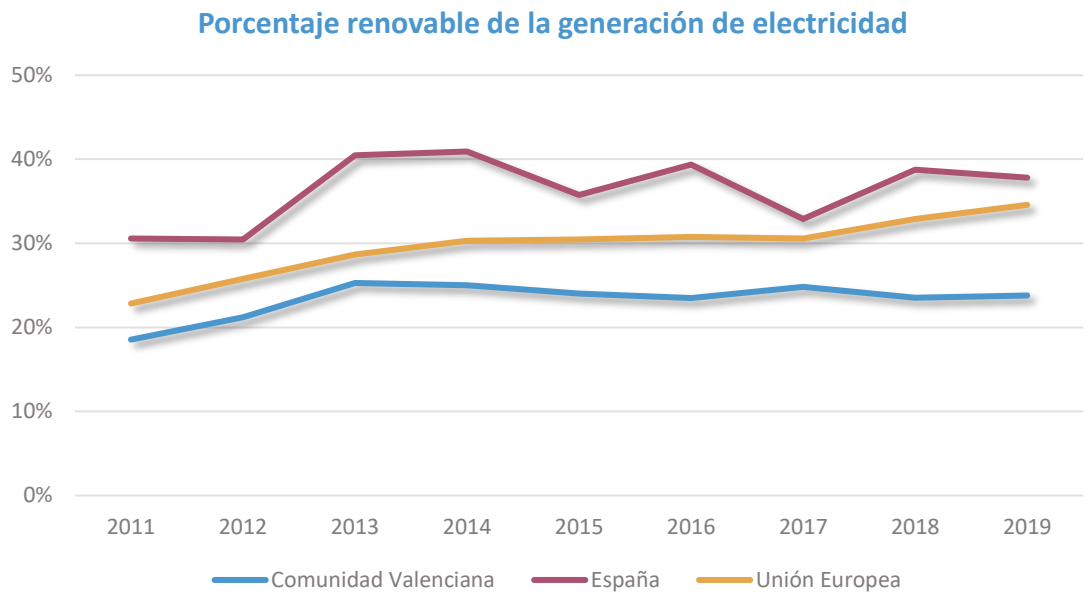

Figura 38. Evolución del porcentaje renovable en la generación de energía.
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

La Comunidad Valenciana tiene una generación a partir de fuentes renovables por debajo de la española y europea. Esto remarca que todavía existe un gran potencial para el despliegue de renovables en la Comunidad. La generación mediante placas fotovoltaicas ha incrementado su peso en los últimos años en Europa y España, mientras que, en la Comunidad Valenciana, donde, a pesar de tener más importancia en el total, prácticamente se ha mantenido constante, subiendo del 2,2% al 2,7% únicamente.

En el caso valenciano, al contrario que en el europeo, la generación hidroeléctrica es, principalmente, de bombeo, por lo que en lo que se refiere a generación hidroeléctrica directa, la Comunidad está por debajo de la europea, aunque dispone de una mayor capacidad de almacenamiento.

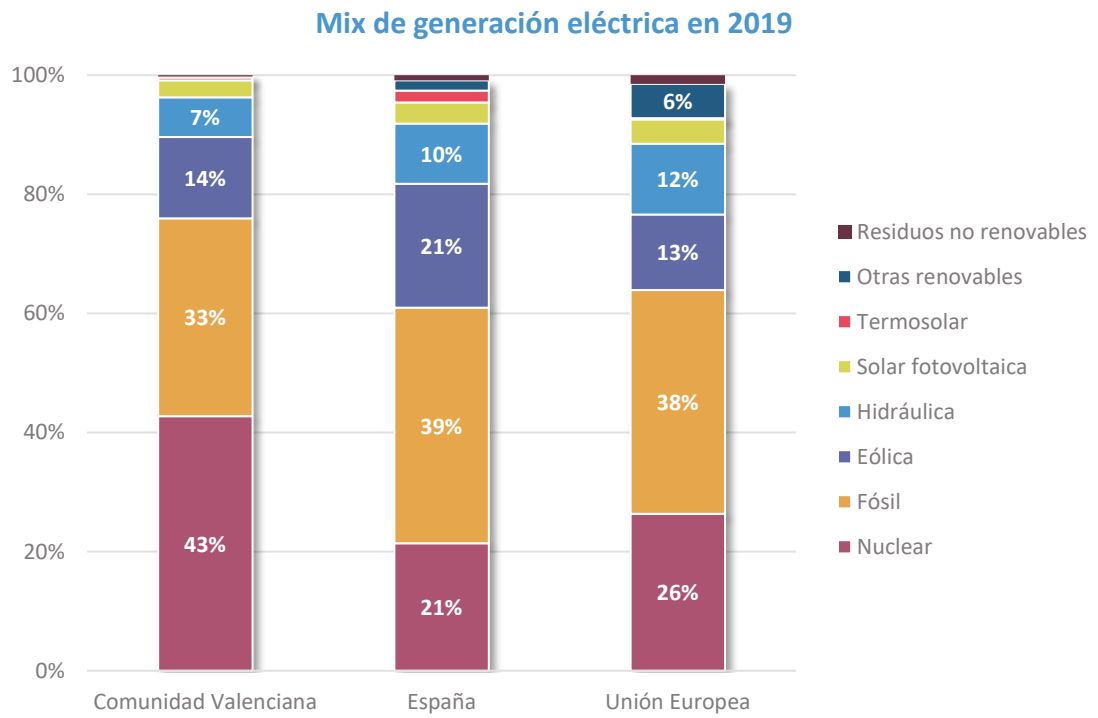

Figura 39. Comparación del mix eléctrico en la Comunidad Valenciana, España y Europa en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y del IVACE.

Generación de electricidad por fuentes en 2019						
Fuente	**Comunidad Valenciana**		**España**		**Unión Europea**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
Hidráulica + bombeo	1.253	7%	26.365	10%	345.643	12%
Nuclear	8.056	43%	55.824	21%	765.337	26%
Fósil	6.261	33%	103.223	39%	1.090.646	38%
Eólica	2.574	14%	54.268	21%	367.178	13%
Solar fotovoltaica	541	3%	9.252	4%	118.100	4%
Termosolar	88	0%	5.166	2%	5.683	0%
Otras renovables	36	0%	4.508	2%	166.923	6%
Residuos no renovables	60	0%	2.222	1%	42.821	1%
Total	**18.869**	**100%**	**260.829**	**100%**	**2.902.331**	**100%**

Tabla 29. Generación de electricidad por fuentes en la Comunidad Valenciana, España y Europa en 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España y Eurostat.

Evolución de la potencia instalada en la Comunidad Valenciana

En cuanto a la evolución de la potencia instalada en la Comunidad Valenciana, en la Figura 40 podemos ver que no ha habido evolución entre 2015 y 2019 y es que aún con la presión normativa y la emergencia climática, **la Comunidad Valenciana no ha aumentado la potencia instalada de energías renovables en los últimos años**.

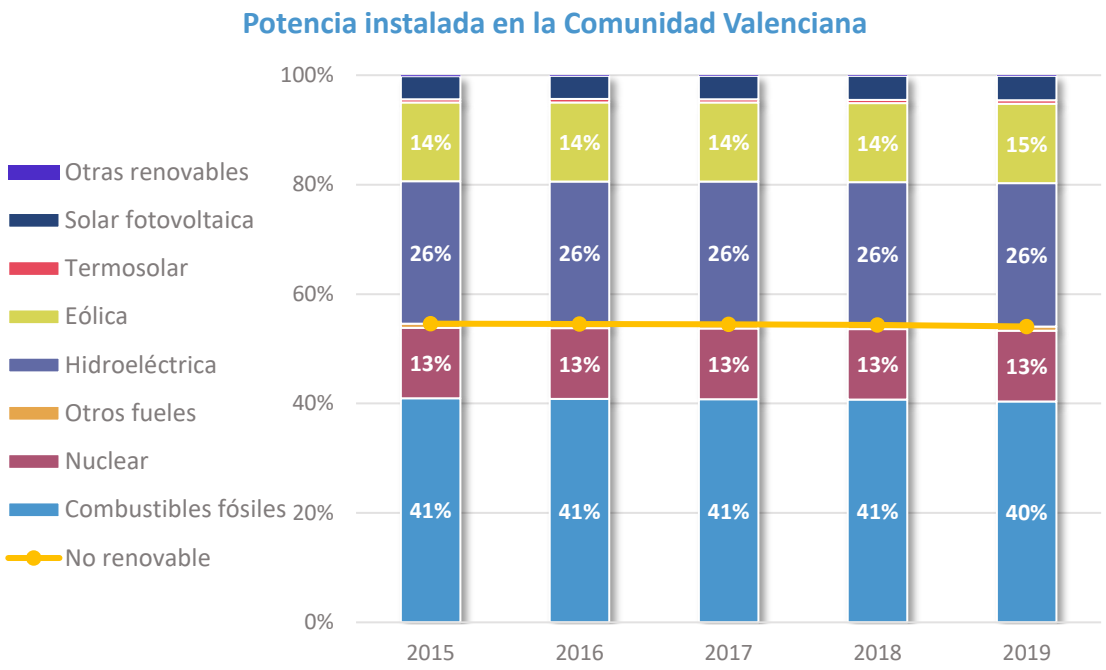

Figura 40. Evolución del porcentaje de potencia instalada por tecnología en la Comunidad Valenciana de 2015 a 2019.
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

Potencia instalada en la Comunidad Valenciana por tecnologías en MW					
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Combustibles fósiles	3.392	3.375	3.366	3.366	3.318
Nuclear	1.064	1.064	1.064	1.064	1.064
Renovables	3.759	3.757	3.758	3.771	3.774
Hidroeléctrica	2.154	2.154	2.154	2.154	2.154
Eólica	1.193	1.193	1.193	1.193	1.193
Termosolar	50	50	50	50	50
Solar fotovoltaica	348	348	348	361	365
Otras renovables	14	12	12	13	13
Otros fueles	63	63	63	63	63
Total	8.278	8.259	8.251	8.264	8.219

Tabla 30. Potencia instalada por tecnología en la Comunidad Valenciana (MW).
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

Para tener una visión global del panorama energético de la Comunidad Valenciana e identificar los puntos a mejorar, se puede hacer un estudio análogo con los datos nacionales y a nivel europeo. Como las magnitudes de los MW son muy dispares entres las tres zonas, trabajaremos con el porcentaje respecto al total, dibujando una curva que marque la diferencia entre potencia renovable y no renovable.

Comenzamos, por tanto, con la evolución de la potencia renovable instalada para la generación de electricidad en la Comunidad Valenciana (Figura 40), y volvemos a comprobar que no ha habido cambios significativos, manteniéndose alrededor del 45% del parque de generación. Se observa el alto peso que tiene la nuclear (13%) comparado con el caso español (7%) mostrado en la Figura 41. También llama la atención el alto porcentaje de potencia hidroeléctrica (26%) aunque, debido a los bajos factores de capacidad, no genera más del 7% de la electricidad.

En la Figura 41 se aprecia una aceleración de la potencia instalada en España para generación eléctrica con fuentes renovables a partir de 2018, liderada por la energía solar fotovoltaica. Este aumento del 12,5% de la potencia instalada renovable en el periodo 2018-2019 se traduce en una disminución de la de los combustibles fósiles del 6%.

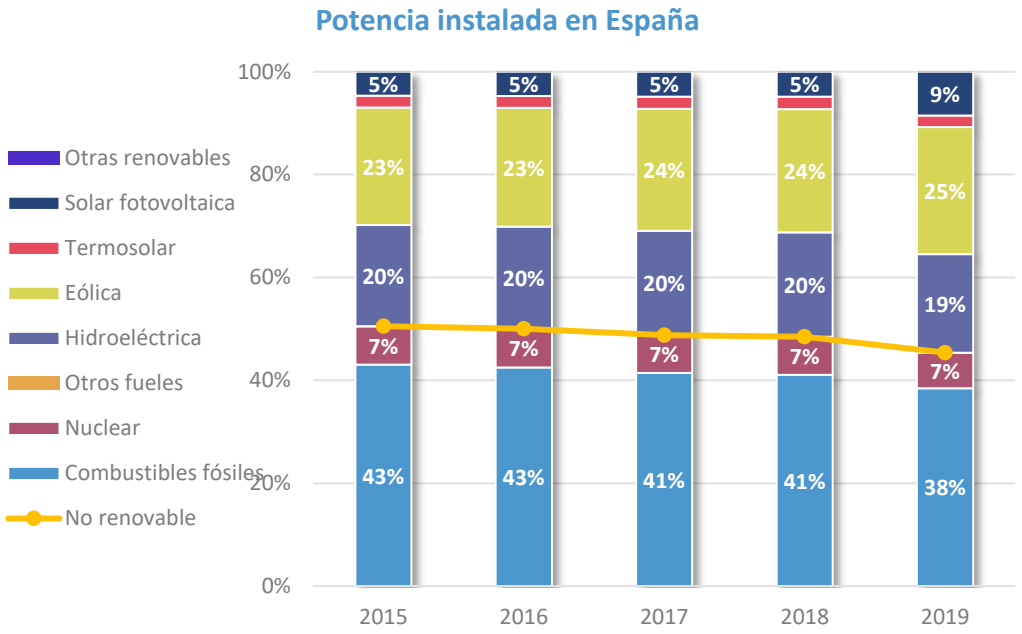

Figura 41. Evolución del porcentaje de cada tecnología en la potencia instalada en España. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat.

Potencia instalada en España										
Tecnología	**2015**		**2016**		**2017**		**2018**		**2019**	
	MW	**%**	**MW**	**%**	**MW**	**%**	**MW**	**%**	**MW**	**%**
Combustibles fósiles	43.169	43%	42.243	43%	40.299	41%	39.913	41%	39.668	38%
Nuclear	7.399	7%	7.399	7%	7.117	7%	7.117	7%	7.117	7%
Otros fueles	54	0%	54	0%	54	0%	54	0%	54	0%
Renovable	49.578	49%	49.660	50%	49.783	51%	50.084	52%	56.348	55%
Hidroeléctrica	19.686	20%	19.711	20%	19.710	20%	19.711	20%	19.745	19%
Eólica	22.906	23%	22.953	23%	23.068	24%	23.334	24%	25.522	25%

Potencia instalada en España										
Tecnología	2015		2016		2017		2018		2019	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
Termosolar	2.304	2%	2.304	2%	2.304	2%	2.304	2%	2.304	2%
Solar fotovoltaica	4.677	5%	4.687	5%	4.696	5%	4.731	5%	8.772	9%
Otras renovables	5	0%	5	0%	5	0%	5	0%	5	0%
Total	**100.200**	**100%**	**99.355**	**100%**	**97253**	**100%**	**97.168**	**100%**	**103.187**	**100%**

Tabla 31. Potencia instalada en España (MW).
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

En la UE (Figura 42), se observa, desde 2015, una progresiva tendencia hacia el aumento de potencia instalada de renovables, en detrimento de los combustibles fósiles. En 2015 los combustibles fósiles representaban el 44% del parque de generación europeo con 366.028 MW instalados. En 2019, tanto el porcentaje como la potencia absoluta habían caído hasta un 40% y 344.895 MW, respectivamente. Las tecnologías renovables aumentaron desde el 42% de 2015 hasta el 47,5% de 2019, con un ritmo anual del 1%, aproximadamente.

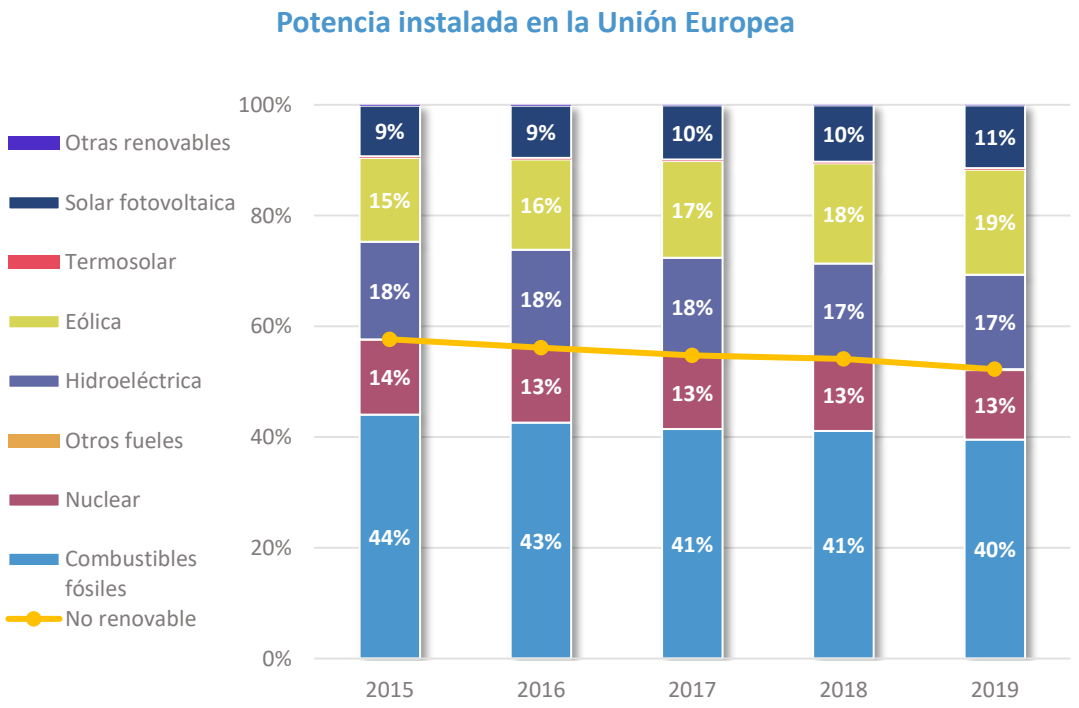

Figura 42. Evolución del porcentaje de cada tecnología en la potencia instalada en la Unión Europea.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat.

Potencia instalada en la Unión Europea										
Tecnología	2015		2016		2017		2018		2019	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
Combustibles fósiles	366.028	44%	356.288	43%	349.773	42%	353.988	41%	344.895	40%
Nuclear	112.470	14%	112.554	13%	111.524	13%	111.240	13%	109.954	13%
Otros fueles	479	0%	495	0%	538	0%	523	0%	1.169	0%
Renovable	350.928	42%	365.851	44%	380.732	45%	394.212	46%	415.925	48%
Hidroeléctrica	146.292	18%	147.817	18%	148.584	18%	148.613	17%	148.996	17%
Eólica	125.805	15%	136.568	16%	147.367	17%	155.545	18%	165.721	19%
Termosolar	2.306	0%	2.306	0%	2.306	0%	2.306	0%	2.306	0%
Solar fotovoltaica	76.302	9%	78.936	9%	82.250	10%	87.524	10%	98.682	11%
Otras renovables	223	0%	225	0%	224	0%	223	0%	219	0%
Total	**829.905**	**100%**	**835.187**	**100%**	**842.567**	**100%**	**859.962**	**100%**	**871.943**	**100%**

Tabla 32. Potencia instalada en la Unión Europea (GW).
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat.

La potencia instalada de origen fósil nos muestra la dependencia energética que tiene la Comunidad Valenciana de energías que emiten GEI. Tal y como se puede observar en la Figura 43, el porcentaje de potencia fósil en el mix eléctrico en España y la UE ha ido decreciendo desde 2015 al mismo ritmo disminuyendo en 7 y 8 puntos porcentuales respectivamente, mientras que en la Comunidad Valenciana ha permanecido constante, con un 5% más de potencia de origen fósil en su mix que en el de España en 2019. Así, los combustibles fósiles siguen siendo una parte importante de la potencia disponible, con 3.307 GW instalados, el 40% del total del parque instalado de la Comunidad.

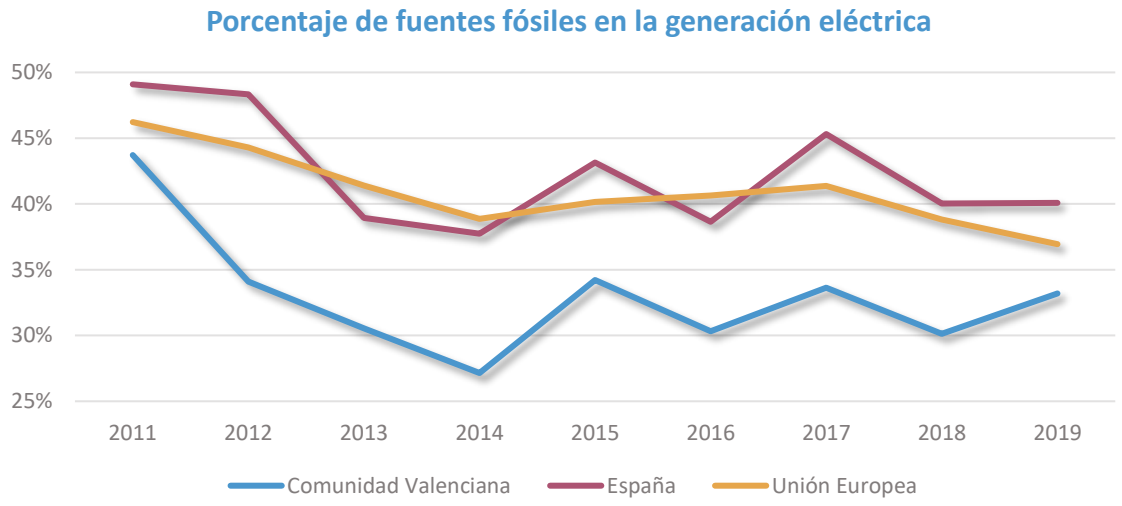

Figura 43. Evolución del % de fuentes fósiles en la potencia de generación eléctrica.
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

Comparando las Figura 38 y Figura 43, también podemos ver la importancia nuclear en la producción de electricidad de la Comunidad Valenciana, que supuso un 43% de toda la generación en 2019. En comparación, España solo generó el 21% de la energía eléctrica con plantas nucleares. Al igual que la generación fósil, el decrecimiento de la generación nuclear es nulo, ya que la planta de Cofrentes se ha mantenido operativa desde 1984. Cofrentes es la única planta nuclear en la Comunidad Valenciana y tiene previsto el cierre para noviembre de 2030.

Para observar mejor cómo ha sido el aumento en energía solar fotovoltaica, vamos a representar por separado el porcentaje de potencia solar fotovoltaica de las tres zonas en la Figura 44. Comprobamos así que, en España, desde 2018 y debido a un cambio de la política energética del país, la potencia instalada se duplica en dos años. La UE también experimenta un aumento, aunque ligeramente menor al español, pero la Comunidad Valenciana no ha incrementado su potencia fotovoltaica en la última década a pesar de los compromisos y la base legal desplegada a favor de las tecnologías renovables y, en particular, de la fotovoltaica, fundamental para para instalaciones de autoconsumo.

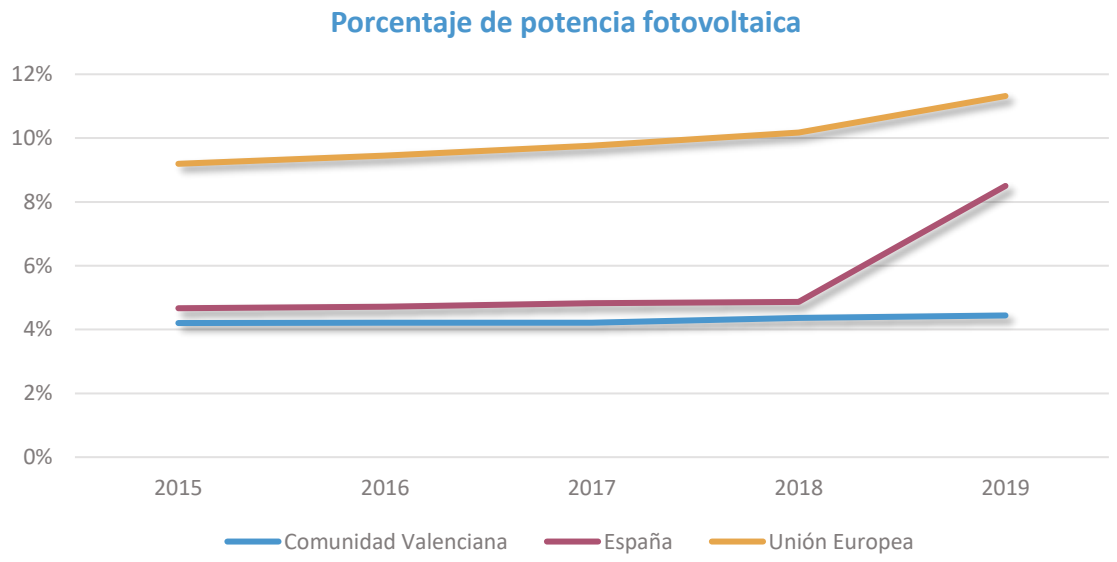

Figura 44. Porcentaje de la potencia instalada solar fotovoltaica en cada zona. Fuente: elaboración propia con datos de *Red Eléctrica de España y Eurostat.*

Autoconsumo

Un factor clave para la transición ecológica es la transformación de un sistema centralizado en uno distribuido acercando la generación al consumo para crear un modelo de red más diversificado, resiliente y sostenible en el que se le da peso al consumidor como parte activa lo que abre el debate sobre el necesario cambio hacia

un modelo más democrático. Otro punto clave del autoconsumo es que incentiva el uso de energías autóctonas y disminuye la necesidad de redes eléctricas al acercar el consumo a la generación.

En la Tabla 33 podemos ver cómo a partir de 2020[8] el número de instalaciones de autoconsumo ha tenido un crecimiento exponencial, prácticamente duplicando el ritmo de instalación en un año.

	2019	2020				2021				2022		
Trimestre	**4º**	**1º**	**2º**	**3º**	**4º**	**1º**	**2º**	**3º**	**4º**	**1º**	**2º**	**3º**
N.º de instalaciones	476	197	334	1.806	1.710	1.791	2.332	2.851	4.428	4.760	6.890	7.752

Tabla 33. Número de instalaciones nuevas de autoconsumo de cada trimestre en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball.

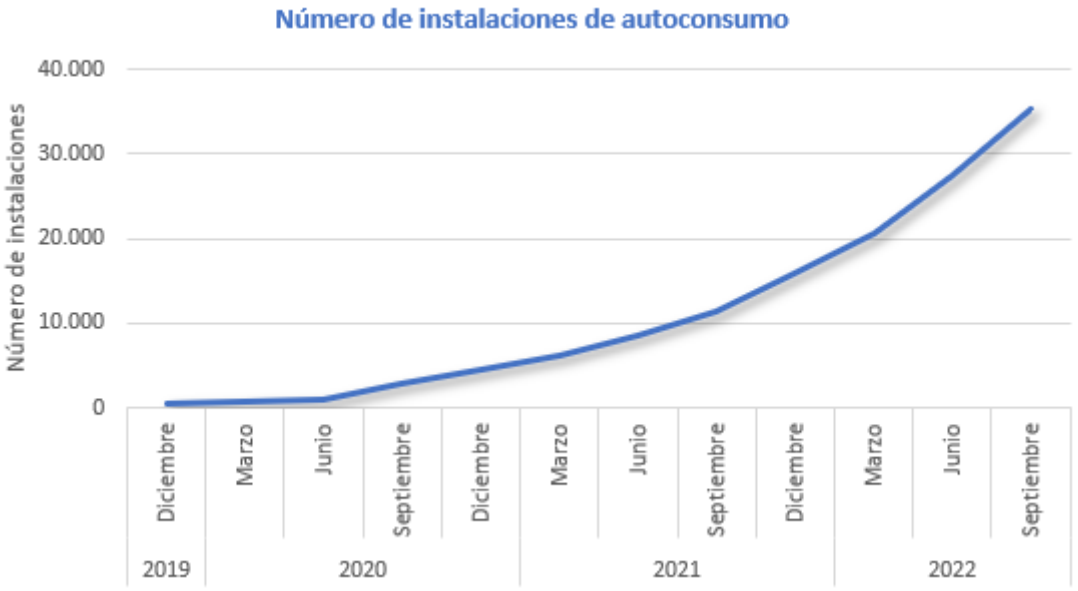

Figura 45. Número acumulado de instalaciones de autoconsumo en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos de la Generalitat Valenciana.

Mix energético de autoconsumo en MW				
Tecnología	**Antes de 2020**	**2020**	**2021**	**2022***
Fotovoltaica	5	53	158	365
Otras (Cogeneración, Biogás e Hidroeléctrica)	0	119	127	133
Total	**5**	**172**	**285**	**498**

[8] Debido a que si se disponen de datos actualizados de autoconsumo y a que en los últimos dos años se ha producido un cambio radical en estas instalaciones se ha decido incluir hasta 2022 para mostrar dicha evolución.

Tabla 34. Mix energético de autoconsumo (MW).
Fuente: elaboración propia con datos de la Generalitat Valenciana.

Antes de 2020, la generación de energía eléctrica con autoconsumo era trivial. A partir de ese año, el autoconsumo fotovoltaico en la Comunidad Valenciana despegó, llegando a 365 MW instalados en el tercer trimestre de 2022. Otras tecnologías instaladas en autoconsumo que también han aumentado en estos años son la cogeneración, el biogás y la hidroeléctrica, con una potencia total en el tercer trimestre de 2022, de 132 MW, 0,8 MW y 0,1 MW, respectivamente. Del autoconsumo de cogeneración, que supone el 27% del autoconsumo total, el 85% está instalado en la provincia de Castellón debido a la importante industria cerámica de la provincia, una industria cuyos procesos requieren una temperatura muy alta que consiguen utilizando ciclos de cogeneración.

La tecnología fotovoltaica está liderando las instalaciones de autoconsumo en los últimos años. Si se compara la potencia fotovoltaica instalada con una Comunidad Autónoma similar, y cercana como es Cataluña, y con los valores nacionales, se puede observar cómo evoluciona la Comunidad y si está siguiendo unos niveles competitivos. En la Figura 46, se puede ver cómo la Comunidad Valenciana ha aumentado rápidamente el ritmo de implantación de autoconsumo fotovoltaico con respecto a España y a Cataluña, superando en 2022 la potencia total de autoconsumo de Cataluña.

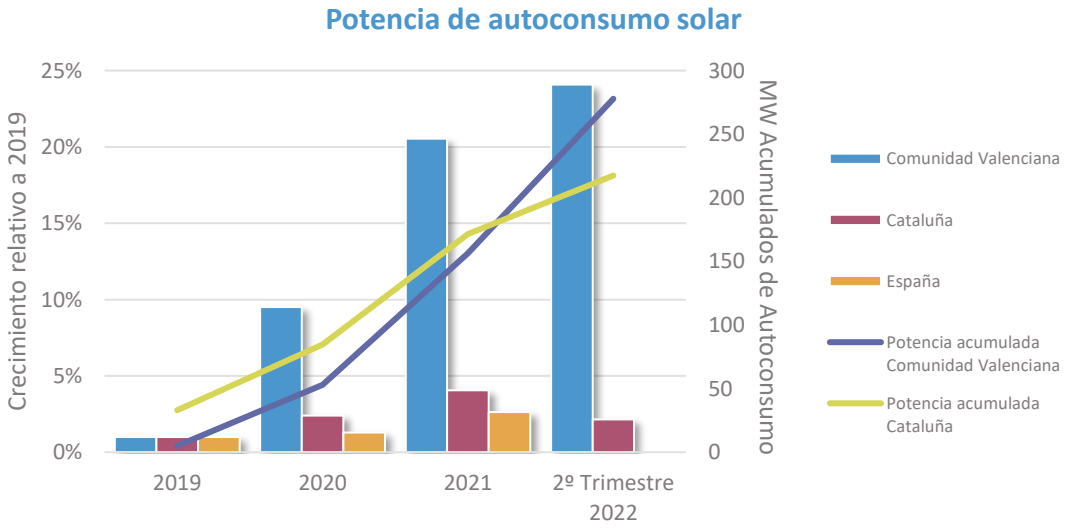

Figura 46. En barras, el crecimiento de potencia de autoconsumo solar respecto a 2019 y en líneas el número acumulado de instalaciones fotovoltaicas de La Comunidad Valenciana, Cataluña y España. Barras – eje izquierdo. Líneas – eje derecho.
Fuente: elaboración propia con datos de la Generalitat Valenciana.

Generación eléctrica en la Comunidad Valenciana

Para poder apreciar mejor la producción de las tecnologías renovables se representa en la Figura 47 cómo ha cambiado el panorama con los años. Observamos que la nuclear y los combustibles fósiles tienen prácticamente todo el peso, dejando a las energías renovables en un 20% de la energía generada pese a disponer de un 50% de potencia instalada de origen renovable.

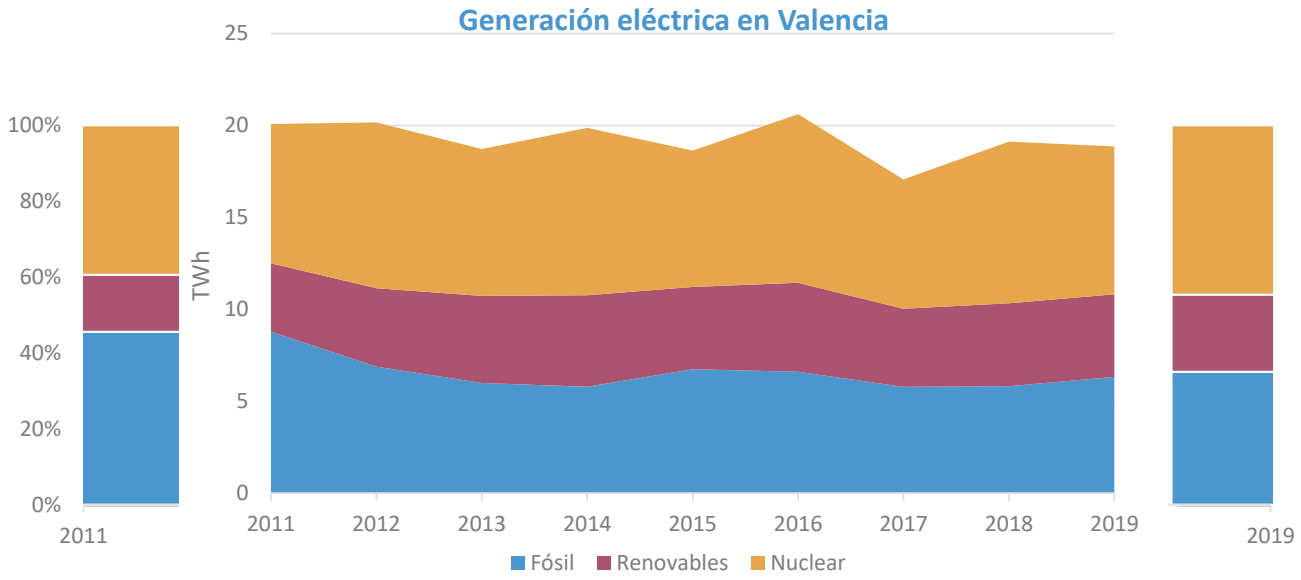

Figura 47. Evolución de la energía generada en GWh según la tecnología en la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

Generación eléctrica en la Comunidad Valenciana en GWh									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Combustibles fósiles	8.778	6.875	5.994	5.791	6.739	6.599	5.793	5.824	6.321
Nuclear	7.577	9.013	7.995	9.108	7.415	9.178	7.032	8.799	8.056
Renovable	3.724	1.789	2.204	4.975	4.473	4.840	4.236	4.500	4.492
Hidroeléctrica	491	396	475	605	605	589	374	418	439
Bombeo	832	823	1116	1170	1018	1403	1011	966	814
Eólica	1.916	2.49	2.53	2.522	2.196	2.225	2.176	2.462	2.574
Termosolar	0	0	10	94	90	70	99	88	88
Solar fotovoltaica	446	528	560	545	523	514	544	528	541
Otras renovables	39	42	43	39	41	39	32	38	36
Total	20.080	20.165	18.723	19.873	18.627	20.617	17.061	19.123	18.869

Tabla 35. Generación energética por tecnologías en GWh en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia con datos de Red Eléctrica de España.

El mix de generación de fuentes renovables se mantiene estable a partir de 2013, con la implantación de energía termosolar, algo congruente con lo mostrado en la Figura 47, pues al no haberse modificado el mix de potencia de energía eléctrica renovable, el mix de generación eléctrica con renovables debería mantenerse estable.

Podemos apreciar que, en general, todas las tecnologías han mantenido constante su producción, con una disminución de los combustibles fósiles y un leve incremento de la energía renovable, dejando un panorama prácticamente igual al de hace diez años. En relación con la energía nuclear, la central de Cofrentes, como se ha indicado anteriormente, tiene previsto su cierre para el año 2030, como está planeado en el PVIEC.

Análisis de la evolución de las emisiones de GEI

Esta Hoja de Ruta tiene como objetivo la descarbonización de la economía para conseguir la neutralidad climática y, por tanto, un sistema realmente sostenible. Por ello es fundamental realizar un análisis de la evolución de las emisiones de los últimos 30 años. Al igual que en el apartado energético no se ha incluido 2020 al considerarse poco representativo. Además, se ha comparado la evolución con los objetivos de limitación de emisiones planteados por la Comunidad Valenciana en el Plan de Energía Sostenible de la Comunidad Valenciana 2020 (PESCV2020).

En la Figura 48 se observa que la Comunidad Valenciana ha tenido un aumento de emisiones del 37%, muy superior a la media nacional que también se ha incrementado, aunque mucho más moderado (8%). El conjunto de la UE, sin embargo, ha registrado una disminución de las emisiones totales en un 23% respecto a 1990.

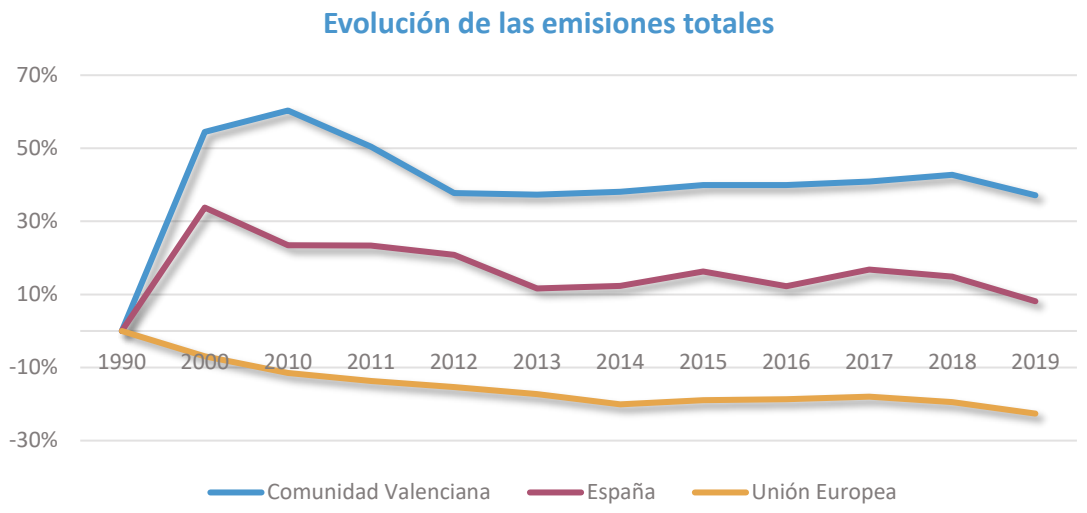

Figura 48. Evolución de las emisiones de GEI con respecto a 1990 en % en la Comunidad Valenciana, España y la UE. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y de la Comunidad Valenciana.

Evolución de las emisiones totales						
Año	Comunidad Valenciana		España		Unión Europea	
	$ktCO_2eq$	% respecto a 1990	$ktCO_2eq$	% respecto a 1990	$ktCO_2eq$	% respecto a 1990
1990	17.843	0%	290.104	0%	5.003.256	0%
2000	27.560	54%	388.091	34%	4.657.474	-7%
2010	28.609	60%	358.157	23%	4.426.560	-12%
2011	26.843	50%	357.852	23%	4.320.893	-14%
2012	24.584	38%	350.635	21%	4.233.494	-15%
2013	24.497	37%	323.831	12%	4.140.317	-17%
2014	24.641	38%	325.894	12%	4.000.301	-20%
2015	24.974	40%	337.416	16%	4.054.163	-19%
2016	24.962	40%	325.628	12%	4.068.960	-19%
2017	25.144	41%	338.845	17%	4.105.537	-18%
2018	25.468	43%	333.251	15%	4.028.758	-19%
2019	24.474	37%	313.828	8%	3.872.047	-23%

Tabla 36. Emisiones totales en $ktCO_2eq$ de la Comunidad Valenciana, España y la UE en el periodo entre 1990 y 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat y de la Comunidad Valenciana.

En una línea que nos recuerda mucho a lo que hemos visto en el apartado energético vemos que las emisiones de la Comunidad Valenciana crecen bruscamente hasta 2010, año en el que se alcanza el pico con un 60% más de emisiones que en 1990. A partir de 2010, y como consecuencia de la crisis económica de esos años, disminuyen, como lo hizo el consumo de energía, coincidiendo también el "valle" en 2013, bajando a un 37%. A partir de 2013 las emisiones se han mantenido prácticamente constantes con

algunos incrementos y disminuciones, hasta alcanzan en 2019 de nuevo un aumento del 37%.

Si la comparamos con la evolución de emisiones de la media nacional vemos que el conjunto del país alcanzó el pico de emisiones una década antes, en el año 2000, y con un incremento mucho menor (34% respecto a 1990). A partir de entonces la tendencia ha sido decreciente, hasta alcanzar en 2019 un aumento del 8% respecto a 1990. Estos datos contrastan con los de la UE, cuya tendencia es descendente desde 1990, llegando a reducir las emisiones un 23% con respecto a dicho año.

La Figura 49 muestra la contribución de la Comunidad Valenciana a las emisiones del resto del país y se puede observar un aumento de dos puntos porcentuales respecto del total. Entre otras causas, esto es debido a que, la potencia instalada de renovables en la Comunidad Valenciana no ha variado, mientras que en España sí ha aumentado.

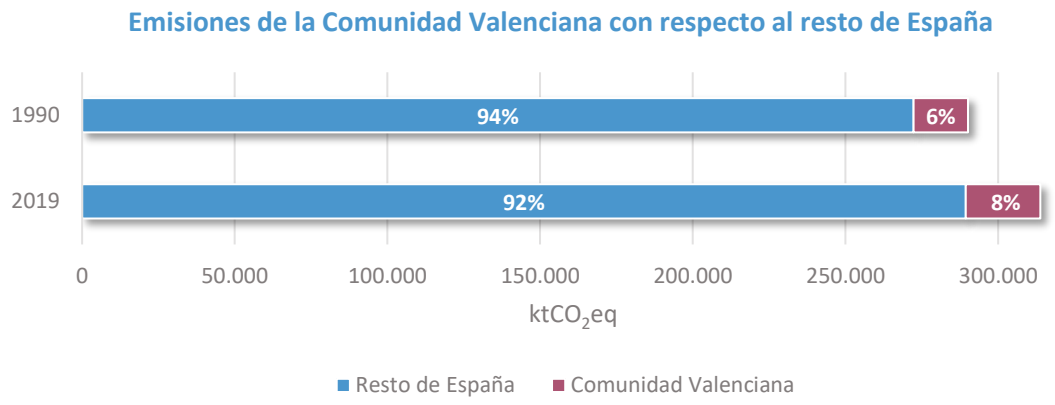

Figura 49. Porcentaje de contribución de las emisiones de la Comunidad Valenciana respecto al resto de España. Fuente: elaboración propia con datos del MITECO y de la Comunidad Valenciana

Si se analiza la evolución histórica de las emisiones per cápita de la Comunidad Valenciana (Figura 50), se puede apreciar que entre los años 2010 y 2019 experimentan una disminución del 13%. La disminución no es progresiva, sino que se produce una disminución rápida al inicio, con una ligera recuperación hasta 2018 y una disminución al final del periodo. Al comparar los datos con España y la UE, se aprecia que la Comunidad Valenciana tiene una tendencia similar, emitiendo 5,0 tCO_2eq/hab. de media en el período, un 30% menos que España y un 46% menos que la UE, con medias de 7,17 tCO_2eq/hab. y 9,28 tCO_2eq/hab., respectivamente.

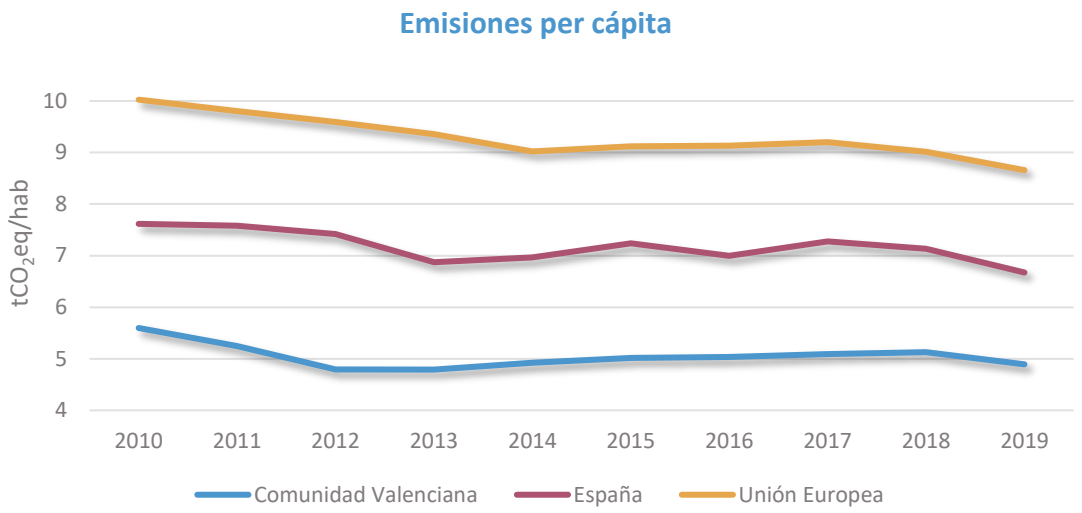

Figura 50. Emisiones per cápita (t CO_2eq/ hab.) en España y en la Comunidad Valenciana entre los años 2010 y 2019. Fuente: elaboración propia con datos del MITECO y la Comunidad Valenciana.

Emisiones per cápita (tCO_2eq/hab.)						
Año	Comunidad Valenciana		España		Unión Europea	
	tCO_2eq/hab.	% respecto a 2010	tCO_2eq/hab.	% respecto a 2010	tCO_2eq/hab.	% respecto a 2010
2010	5,60	0%	7,62	0%	10,03	0%
2011	5,25	-6%	7,58	0%	9,80	-2%
2012	4,79	-14%	7,42	-3%	9,59	-4%
2013	4,79	-14%	6,87	-10%	9,36	-7%
2014	4,92	-12%	6,97	-9%	9,02	-10%
2015	5,01	-10%	7,24	-5%	9,12	-9%
2016	5,03	-10%	6,99	-8%	9,13	-9%
2017	5,09	-9%	7,28	-4%	9,20	-8%
2018	5,13	-8%	7,13	-6%	9,01	-10%
2019	4,89	-13%	6,67	-12%	8,66	-14%

Tabla 37. Emisiones per cápita (tCO_2eq/1000 hab.) en la Comunidad Valenciana, España y la UE entre los años 2010 y 2019.
Fuente: elaboración propia con datos del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

En el caso de las emisiones por PIB (Figura 51), la Comunidad Valenciana presenta una disminución del 26% desde 2010 hasta 2019. La disminución es simétrica a la media nacional, de hecho, ambas tienen un pequeño aumento hasta 2012, sin embargo, la UE cuenta con una línea más pronunciada, llegando a un 31% menos, aunque sigue siendo la más alta de las tres regiones. La Comunidad Valenciana se encuentra, durante todo el período, en la posición más baja, con una media de 0,27 tCO_2eq/miles €, un 11% y 20% menos que la media española y europea respectivamente. Esto es debido a que

tanto España como la UE son regiones más industrializadas que la Comunidad Valenciana, por lo que la forma de generar riqueza es más intensiva en emisiones.

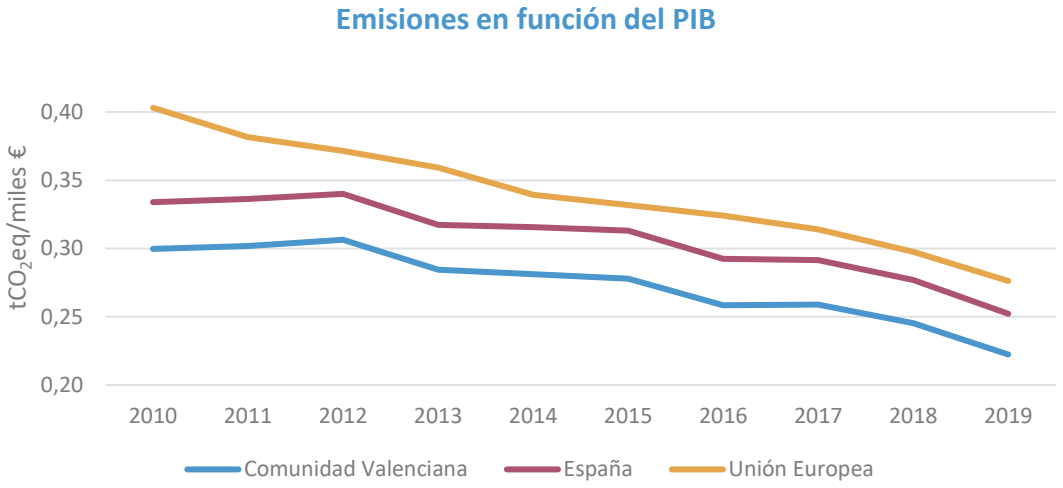

Figura 51. Emisiones totales de la Comunidad Valenciana, de España y de la UE en función del PIB (tCO_2eq/miles €). Fuente: elaboración propia con datos de la Comunidad Valenciana.

Emisiones totales en función del PIB						
Año	Comunidad Valenciana		España		Unión Europea	
	tCO_2eq/miles de €	% con respecto al año 2010	tCO_2eq/miles de €	% con respecto al año 2010	tCO_2eq/miles de €	% con respecto al año 2000
2010	0,30	0%	0,33	0%	0,40	0%
2011	0,30	1%	0,34	1%	0,38	-5%
2012	0,31	2%	0,34	2%	0,37	-8%
2013	0,28	-5%	0,32	-5%	0,36	-11%
2014	0,28	-6%	0,32	-5%	0,34	-16%
2015	0,28	-7%	0,31	-6%	0,33	-18%
2016	0,26	-14%	0,29	-12%	0,32	-20%
2017	0,26	-14%	0,29	-13%	0,31	-22%
2018	0,25	-18%	0,28	-17%	0,30	-26%
2019	0,22	-26%	0,25	-24%	0,28	-31%

Tabla 38. Emisiones totales de la Comunidad Valenciana, España y la UE en función del PIB (tCO_2eq/miles €). Fuente: elaboración propia con datos de la Comunidad Valenciana.

Estrategia Valenciana contra el Cambio Climático (2008-2012)

El Protocolo de Kioto, firmado por 84 países, y que entró en vigor en 2005, establece metas vinculantes para la UE, fijando en España el límite de no superar el 15% de emisiones respecto a 1990 entre los años 2008 y 2012. Hay que tener en cuenta que la

reducción de emisiones recogida en el protocolo de Kioto estaba orientada a países con mayor desarrollo industrial, donde las actividades son más intensivas en emisiones.

En el momento en el que entra en vigor y se hace este reparto de emisiones, España ya había superado en un 52% las emisiones del año base (440,6 $MtCO_2eq$). Por este motivo, y en previsión de que las emisiones continuaran aumentando, España estableció, en la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia, el objetivo de no superar el 37% de las emisiones con respecto al año base en el periodo 2008-2012 y suplir la diferencia del 22% mediante la adquisición de derechos de emisión (20%) y sumideros (2%).

En este contexto, la Comunidad Valenciana, tomando como referencia esta estrategia y estimando el crecimiento de población para el periodo 2008-2012, propuso como límite 8,51 tCO_2 per cápita, teniendo en cuenta las emisiones para la generación de energía eléctrica importada, que en el año 2005 eran de 9,10 tCO_2/hab., frente a los 7,04 tCO_2eq/hab. sin tener en cuenta la contabilización de importaciones (Estratègia Valenciana Davant el Canvi Climatic 2008-2012). Este límite preveía una subida de hasta 10,25 tCO_2eq/hab. en el escenario *business as usual*. Los datos del periodo 2008-2012, que contaban con estas importaciones, se presentan en la Tabla 39.

Emisiones per cápita con electricidad		
Año	**Emisiones (tCO_2eq/hab.)**	**Emisiones sin contar importaciones (tCO_2eq/hab.)**
2008	7,9	6,4
2009	6,7	5,7
2010	6,2	5,6
2011	6,3	6,0
2012	6,1	4,8

Tabla 39. Emisiones por cápita teniendo en cuenta le generación de electricidad y las importaciones. Fuente: elaboración propia con datos de la Comunidad Valenciana.

Los objetivos propuestos por la Comunidad Valenciana se cumplieron para este periodo ya que no se rebasa en ningún momento el límite. En este caso, también se observa que, sobre todo en los años intermedios, 2009-2011, la diferencia entre tener o no tener en cuenta las emisiones debidas a importaciones disminuye. Esto se debe a que la demanda energética en el periodo de la crisis económica era menor y, por lo tanto, no era necesario importar una gran cantidad de electricidad para abastecer a la Comunidad Valenciana.

Estrategia Valenciana contra el Cambio Climático (2013-2020)

A partir del año 2005, surge en la UE el denominado comercio de derechos de emisión (EU ETS), una herramienta que tiene por objetivo limitar las emisiones de las organizaciones pertenecientes a sectores industriales y energéticos, de los que en la Comunidad Valenciana hay 97. Las emisiones no pertenecientes al sector regulado se denominan difusas.

Con la finalidad de reducir el total de emisiones, la Comunidad Valenciana estableció en la Estrategia Valenciana contra el Cambio Climático (2013-2020)el objetivo, para el año 2020, de reducir las emisiones difusas un 10% con respecto al año 2005.

Los valores máximos de emisiones totales se alcanzan en 2007, año previo a la crisis (Tabla 40), apreciándose una bajada posterior hasta 2012. Esta bajada se da en los dos grupos de emisiones, EU ETS y difusas, con una disminución del 23% y del 28%, respectivamente, con respecto al año base. A partir del año 2013, sin embargo, hay un repunte en las emisiones difusas hasta alcanzar en 2019 solo una reducción del 2% con respecto al año base, muy lejos del objetivo del 10% marcado para 2020, mientras que el sector EU ETS mejora levemente hasta el año 2019, con una reducción de las emisiones de un 33% con respecto al año base.

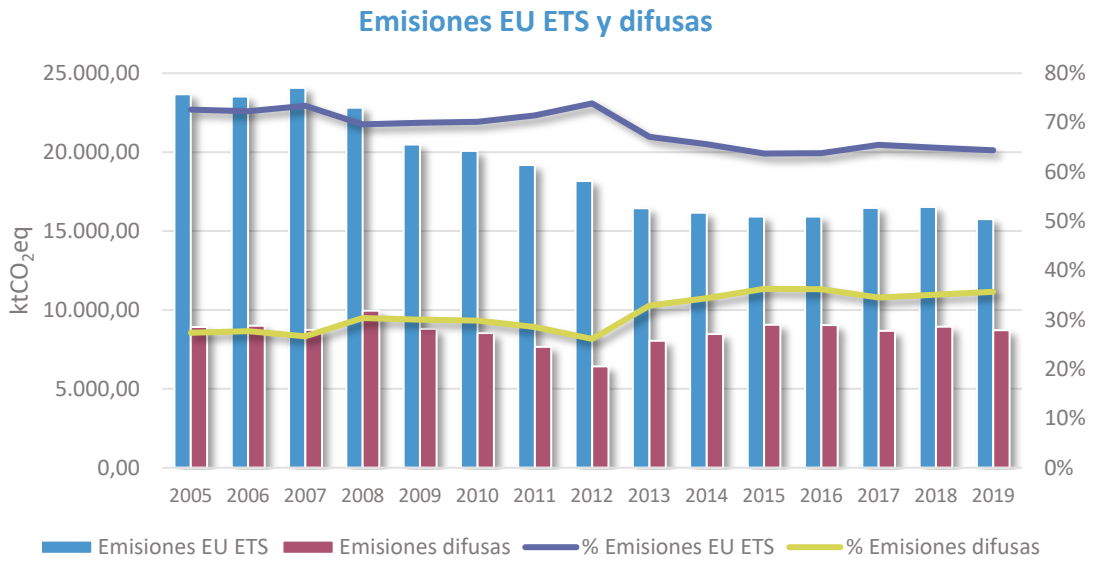

Figura 52. Emisiones EU ETS y difusas de la Comunidad Valenciana en tCO_2eq y porcentaje entre los años 2005 y 2019.

Fuente: elaboración propia con datos del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Emisiones EU ETS y difusas en la Comunidad Valenciana							
Año	Emisiones EU ETS			Emisiones difusas			Total
	$ktCO_2eq$	% respecto a 2005	% respecto al total	ktCO2eq	% respecto a 2005	% respecto al total	
2005	23.666	0%	73%	8.920	0%	27%	**32.586**
2006	23.530	-1%	72%	9.010	1%	28%	**32.540**
2007	24.079	2%	73%	8.740	-2%	27%	**32.819**
2008	22.816	-4%	70%	9.950	12%	30%	**32.766**
2009	20.480	-13%	70%	8.805	-1%	30%	**29.285**
2010	20.070	-15%	70%	8.539	-4%	30%	**28.609**
2011	19.187	-19%	71%	7.656	-14%	29%	**26.843**
2012	18.163	-23%	74%	6.420	-28%	26%	**24.584**
2013	16.444	-31%	67%	8.053	-10%	33%	**24.497**
2014	16.165	-32%	66%	8.476	-5%	34%	**24.641**
2015	15.912	-33%	64%	9.062	2%	36%	**24.974**
2016	15.927	-33%	64%	9.035	1%	36%	**24.962**
2017	16.465	-30%	65%	8.679	-3%	35%	**25.144**
2018	16.531	-30%	65%	8.937	0%	35%	**25.468**
2019	15.748	-33%	64%	8.726	-2%	36%	**24.474**

Tabla 40. Emisiones totales EU ETS y difusas de la Comunidad Valenciana en tCO2eq entre los años 2005 y 2019. Fuente: elaboración propia con datos del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Emisiones por sectores

Hasta ahora, al realizar el análisis de la evolución de las emisiones y la consecución de objetivos, se han tenido en cuenta las emisiones totales. Sin embargo, parte de estas emisiones no se deben a la producción de energía, por ello, en la Figura 53 se analizan las emisiones por sectores.

Los sectores son los usados en la metodología de reporte utilizada por el IPCC: "*Common Reporting Format*" (CRF). En esta metodología, se diferencian cinco sectores relacionados con las emisiones: "Procesado de la energía", "Procesos industriales", "Agricultura", "Tratamiento y eliminación de residuos" y "Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura". Este último, al ser un sumidero de esas emisiones, no se incluye en el diagnóstico.

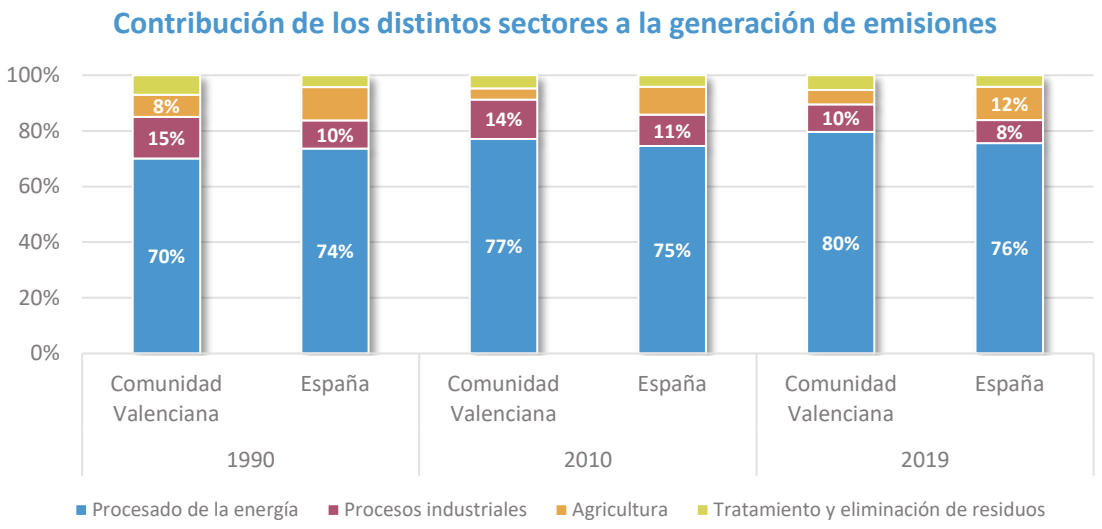

Figura 53. Contribución de los distintos sectores a la generación de emisiones en la Comunidad Valenciana y en España, en 1990, en 2010 y en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Emisiones por sectores												
Sectores	1990				2010				2019			
	Comunidad Valenciana		España		Comunidad Valenciana		España		Comunidad Valenciana		España	
	$ktCO_2eq$	%	$ktCO_2eq$	%	$ktCO_2eq$	%	$ktCO_2eq$	%	$ktCO_2eq$	%	$ktCO_2eq$	%
Procesado de la energía	12.508	70%	213.038	74%	21.950	77%	266.385	75%	19.495	80%	236.768	76%
Sector industrial	2.670	15%	29.659	10%	4.008	14%	40.524	11%	2.401	10%	26.123	8%
Agricultura	1.402	8%	35.066	12%	1.292	4%	36.169	10%	1.268	5%	37.644	12%
Tratamiento de residuos	1.264	7%	12.340	4%	1.360	5%	15.078	4%	1.311	5%	13.293	4%

Tabla 41. Contribución de los distintos sectores a la generación de emisiones en la Comunidad Valenciana y España a en los años 1990, 2010 y 2019.
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Como se puede apreciar en la Figura 53, independientemente del año y de la zona que se analice, la mayor fuente de emisiones de GEI es el sector del procesado de la energía (entre 70-80%)[*]. Durante el periodo de 1990 a 2010, las emisiones totales de la Comunidad Valenciana aumentan un 60%, al igual que lo hace el peso del sector del procesado de la energía (72% más en este sector, un 7% más que el total de sectores). El aumento de estas emisiones se corresponde con un incremento del consumo de energía, como se ha analizado en el apartado sobre

[*] El procesado de la energía incluye emisiones fugitivas y actividades de combustión en la industria del sector energético, manufacturero y de la construcción, además de otros sectores y el transporte.

Energía final. Entre los años 2010 y 2019, el aumento de emisiones de este sector continúa hasta suponer un 80% del total. Este crecimiento, en ambos periodos, contrasta con el del resto de España que se ha mantenido más constante a lo largo de las tres décadas, con un incremento de tan solo dos puntos porcentuales.

El resto de los sectores tienen una contribución menos significativa en las emisiones totales, siendo el sector industrial el segundo que más contribuye a las emisiones y que ha disminuido cinco puntos desde 1990 hasta 2019. Por último, los sectores de agricultura y tratamiento de residuos han disminuido tres y dos puntos porcentuales respectivamente, siguiendo la misma tendencia que España.

Intensidad de emisiones

Otro indicador importante para el análisis es la **intensidad de emisiones**: las emisiones por cada unidad energética consumida, en tCO_2eq por GWh de energía final. El consumo de energía es fundamental para cualquier sociedad, teniendo en cuenta que el acceso a la energía es un derecho básico. Debido a la urgencia de reducir las emisiones de GEI, los modelos energéticos deben garantizar un consumo de energía que conlleve bajas emisiones, es decir, que por cada unidad de energía consumida se emitan pocos GEI, es decir, que el uso de la energía sea bajo en intensidad de emisiones. En 2019 en la Comunidad Valenciana se generaron 249 tCO_2eq/GWh (sobre un consumo total de 98 TWh anuales). Desde 2010 la intensidad se ha ido reduciendo paulatinamente, en concreto en 42 tCO_2eq/GWh, un descenso del 14%. La intensidad de emisiones europea y española también se han visto reducidas en estos años, aunque a un ritmo menor que el valenciano, 10% y 8%, respectivamente.

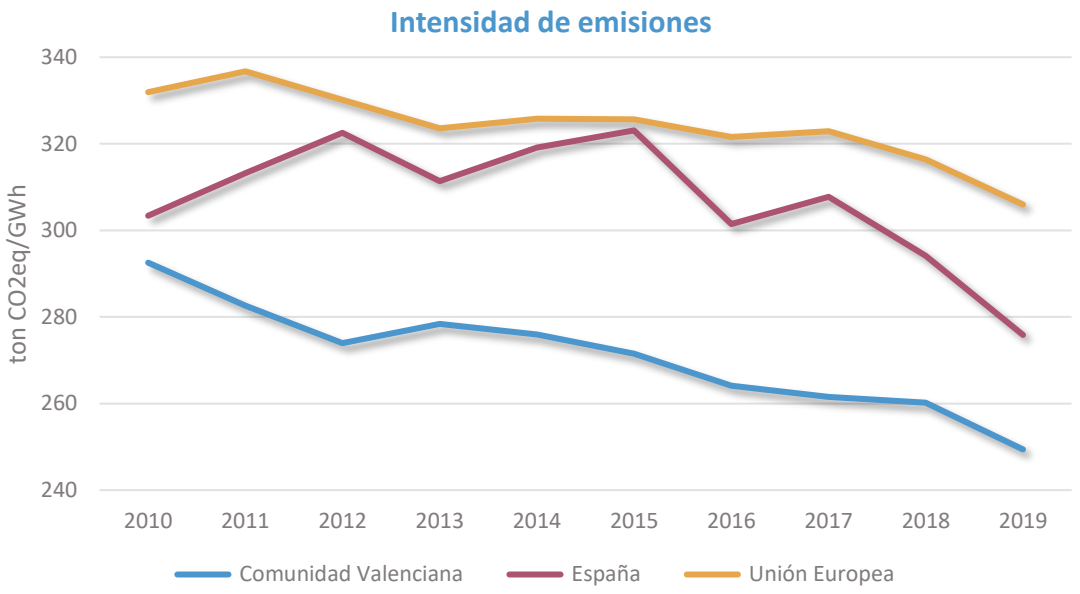

Figura 54. Intensidad de emisiones en tCO_2eq/GWh de la Comunidad Valenciana, España y la UE entre 2010 y 2019. Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Intensidad de emisiones en tCO_2eq/GWh										
	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Comunidad Valenciana	293	283	274	278	276	271	264	262	260	249
España	303	313	323	311	319	323	301	308	294	276
Unión Europea	332	337	330	324	326	326	322	323	316	306

Tabla 42. Intensidad de emisiones en la Comunidad Valenciana, España y la UE en tCO_2eq/GWh Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat, del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

La Figura 54 muestra la evolución de las intensidades de emisiones de la Comunidad Valenciana, España y la UE. La Comunidad Valenciana ha tenido, en el periodo de 2010 a 2019, una intensidad menor a la española y la europea. En 2019, las intensidades de la Comunidad eran de 249 tCO_2eq por GWh consumido, con una reducción del 15% en el periodo, mientras que en España y la UE eran de 276 tCO_2eq por GWh y 306 tCO_2eq por GWh respectivamente.

Estos datos pueden deberse, fundamentalmente, a dos factores: la eficiencia del sistema y el mix de fuentes primarias. Con respecto a la primera, como se observa en el gráfico de eficiencia global (ver Figura 33), la Comunidad Valenciana es la que tiene mayor eficiencia (76%), seguida por España (71%) y Europa (70%), lo que concuerda con que la intensidad valenciana sea la más baja de las tres. Además, la evolución de la intensidad de emisiones ha sido decreciente y paralela en todos los casos, produciéndose una reducción de intensidades desde el 2010. En cuanto a la estructura

de las fuentes primarias, la europea, con un alto porcentaje de carbón (23%), es proclive a causar mayores emisiones en los procesos de conversión energética y, por tanto, a tener una mayor intensidad de emisiones.

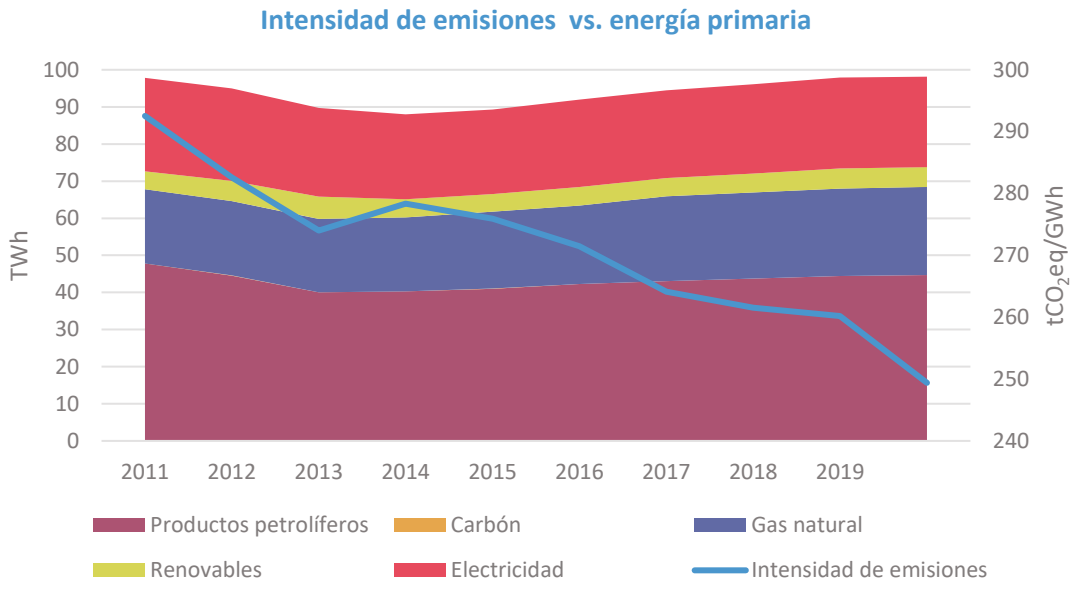

Figura 55. Energía primaria en TWh (eje izquierdo) e intensidad de emisiones en tCO_2eq/GWh representada con un gráfico de líneas en el eje de la derecha en el periodo 2011-2019.
Fuente: elaboración propia con datos de la Comunidad Valenciana.

Consumo de energía final por fuentes en la Comunidad Valenciana						
Año	**Productos petrolíferos**	**Carbón**	**Gas natural**	**Renovables no eléctricas**	**Electricidad**	**Total**
2010	47.823	12	20.015	4.815	25.132	97.797
2011	44.555	12	20.027	5.455	24.923	94.972
2012	40.030	12	19.783	5.989	23.911	53.698
2013	40.310	12	19.934	4.861	22.888	51.726
2014	41.019	12	20.736	4.733	22.818	89.318
2015	42.298	12	21.143	4.931	23.609	91.993
2016	43.031	12	22.888	4.908	23.667	94.506
2017	43.706	12	23.248	5.106	24.062	96.134
2018	44.427	12	23.539	5.408	24.493	97.879
2019	44.717	12	23.725	5.338	24.353	98.145

Tabla 43. Consumo de energía final por fuentes en GWh en el periodo 2011-2019.
Fuente: elaboración propia con datos de la Comunidad Valenciana.

La Figura 55 confirma lo comentado anteriormente, que el descenso de la intensidad de emisiones es debido tanto a un aumento en la eficiencia (un mejor aprovechamiento de las fuentes primarias) como a pequeños a cambios en el mix

energético. La eficiencia global en la Comunidad Valenciana aumentó un 3% durante los años 2010 y 2019, pasando del 73% al 76%. Además, se han producido pequeños cambios hacia fuentes descarbonizadas en el mix energético primario que también han contribuido a la disminución de la intensidad energética. El consumo primario de petróleo se redujo del 39% al 38% y el gas natural del 30% al 28%. Esta leve reducción de combustibles fósiles se suplió con una mayor cobertura de renovables, pasando del 6% al 7,3% y, sobre todo, con una mayor importación de electricidad, que en 2010 suponía el 3,7% y en 2019 el 7,3% de la energía primaria. La importación de electricidad, a no ser que se genere con tecnologías renovables, es una forma de externalizar las emisiones a los territorios de generación.

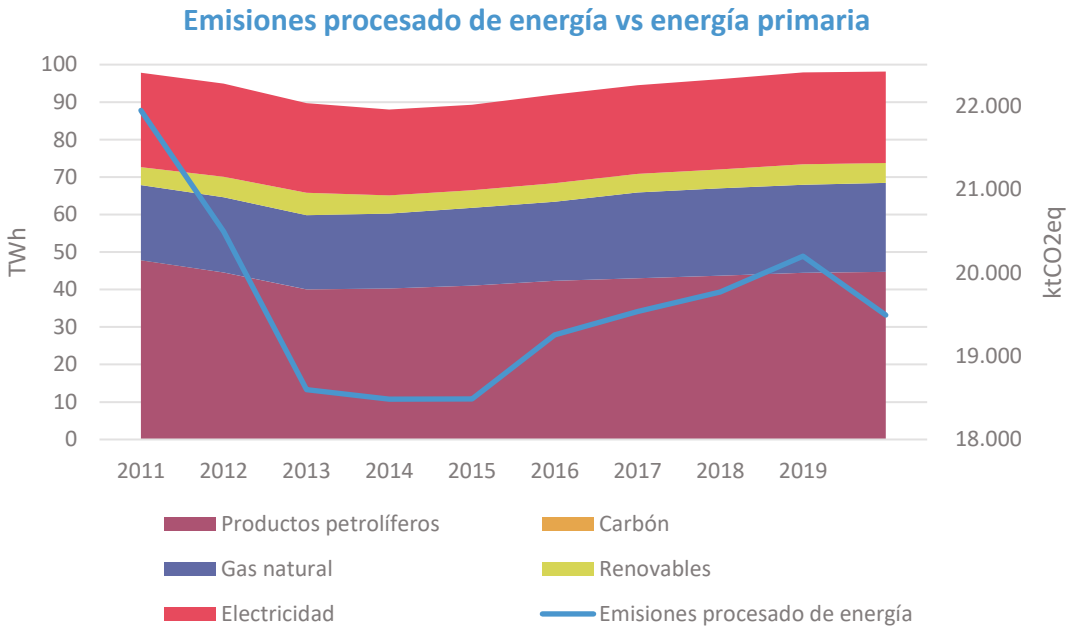

Figura 56. Consumo de energía final en TWh en el eje izquierdo, representado con áreas agregadas, y emisiones de procesado de la energía en ktCO2eq, representadas en líneas, en el eje de la derecha en el periodo 2011-2019. Fuente elaboración propia con datos de Eurostat, del MITECO y de la Comunidad Valenciana.

Sin embargo, en la Figura 56 se puede observar cómo, a pesar del incremento de consumo final en la recuperación postcrisis, con una estructura energética prácticamente inalterada, las emisiones anuales se han mantenido constantes. La razón estriba en que la intensidad de emisiones ha disminuido un 14%, es decir que el consumo absoluto de energía se incrementa mientras que las emisiones por cada unidad energética han disminuido. El resultado es que **las emisiones de procesado de energía no han variado en los últimos años**. La descarbonización del consumo se debe a distintos factores entre los que se encuentra una mayor generación de renovables y nuclear y, en menor medida, un aumento de la eficiencia térmica de las centrales de generación fósil. El aumento de los factores de capacidad también podría ser una

causa, pero como su evolución no se muestra con claridad si es ascendente o descendente, no se puede correlacionar con certeza en este caso.

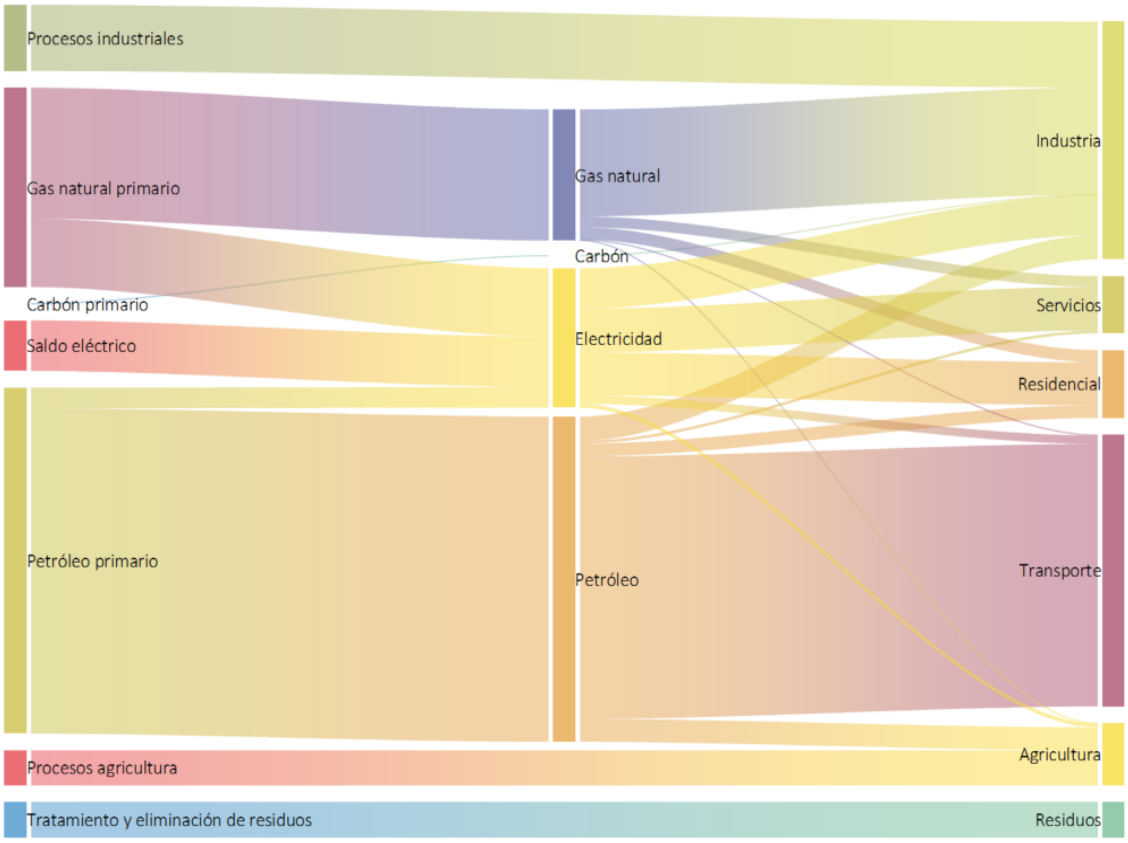

Figura 57. Diagrama de Sankey de emisiones en la Comunidad Valenciana en 2019.
Fuente: elaboración propia con datos del IVACE y de la Comunidad Valenciana

Como se puede apreciar en la Figura 57, la mayor parte de las emisiones provienen del petróleo (42%) y del gas natural (30%). Casi todo este petróleo se utiliza directamente como combustible para las diferentes modalidades, siendo la principal el transporte (31% de las emisiones totales), la agricultura y la industria, lo que pone de manifiesto el gran impacto de la movilidad en las emisiones de la Comunidad. Una pequeña fracción del petróleo también se destina a la generación de electricidad.

El gas natural también se consume de forma mayoritaria como combustible, un 65%, se emplea en la industria en un 81% y en menor medida en el sector residencial y servicios. El uso de gas natural en lugar de petróleo en la industria puede explicar la disminución de emisiones que ha sufrido el sector, dado que los factores de emisión del gas son menores que los del petróleo. Además, llama la atención la pequeña aportación a las emisiones que tiene el gas natural en el sector residencial (19%) y servicios (19%) en comparación con las emisiones producidas por la electricidad. Esto

es debido a que el consumo energético del sector residencial es un 58% eléctrico y a las fuentes utilizadas para la generación de electricidad.

Aunque el saldo eléctrico (electricidad importada) es menos representativo en las emisiones, la electricidad supone el 21% de las emisiones totales debido a su generación a partir de combustibles fósiles. Las emisiones del saldo eléctrico pueden variar dependiendo de la fuente utilizada para las importaciones. En este caso supone una fracción similar a la del gas natural. De la descomposición de las energías primarias utilizadas para producir electricidad, se puede concluir que la Comunidad debería cambiar en los próximos años a un perfil más renovable.

De forma menos significativa para las emisiones totales (10%) y, al mismo tiempo, en gran proporción en cuanto a las emisiones totales de la industria se encuentran las propias emisiones procedentes de procesos industriales (28%). Lo mismo sucede con la agricultura y el tratamiento de residuos que, aunque no supongan una fracción muy grande del total, son importantes en sus respectivas actividades.

Escenarios de descarbonización a 2050

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Escenarios de descarbonización a 2050

Una vez analizada la situación en la que se encuentra la Comunidad Valenciana en la actualidad, se han elaborado tres escenarios posibles para la evolución de la demanda energética hasta 2050. En el primero se considera el futuro de la demanda energética siguiendo con las tendencias actuales, escenario conocido como *Business as Usual*. Los dos siguientes persiguen el objetivo de la descarbonización del sector energético: uno con tecnologías actuales y otro con tecnologías actuales y emergentes. Los tres escenarios tienen en cuenta la misma evolución y los mismos patrones socioeconómicos con el fin de establecer un marco comparativo homogéneo.

Modelo y metodología

Para construir los diferentes escenarios se ha elaborado un modelo que considera y relaciona variables energéticas y socioeconómicas.

En primer lugar, se estima la variación de la demanda energética de la Comunidad Valenciana. Para ello, se divide el consumo en los mismos sectores del bloque I de diagnóstico energético: agricultura, industria, movilidad, residencial y servicios. Para cada uno de los sectores, se han tenido en cuenta sus actividades energéticas más comunes, excepto en el caso del sector industrial que se ha dividido por tipos de industria (metalurgia, refino, alimentaria…). Se especifica la demanda de cada subsector y su mix actual correspondiente utilizando diversas fuentes como informes y estadísticas. El modelo permite cambiar dos tipos de variables para cada década: la reducción directa de la demanda (por buenas prácticas, eficiencia agregada del sector y la productividad que se espera por el papel que desarrollará en esta transición ecológica) y el mix por fuentes energéticas.

El consumo se puede reducir por cambios en el comportamiento de la ciudadanía y de los sectores productivos, por la implantación de medidas de eficiencia energética y mejora de la infraestructura y logística. Además, el cambio en el mix energético, también tiene asociado un aumento de la eficiencia, puesto que se realiza una clara apuesta por la electrificación de la demanda, algo que es de facto una medida de eficiencia en sí misma, ya que los motores eléctricos son entre 3 y 4 veces más eficientes que los térmicos. De esta forma, el cambio del mix energético también tiene un impacto en el consumo. Los cinco sectores agregados y sus respectivos mix energéticos conforman la demanda global y su distribución de fuentes que se ha estudiado para cada una de las tres décadas que tenemos por delante 2030, 2040 y 2050.

A su vez, los cálculos se han elaborado teniendo en cuenta estimaciones de energía por unidad monetaria en todos los sectores, excepto en el residencial, en el que se ha optado por per cápita debido a sus características. De esta forma los parámetros energéticos tienen dependencia de variables socioeconómicas: PIB y población. Las variaciones de ambas también se pueden alterar en el modelo para cada década, de forma que el modelo puede incluir parámetros como la inflación o el descenso de la natalidad de forma indirecta. En este caso hemos trabajado en economía corriente y no constante al no haber deflaccionado ningún valor. Con estas variables se calcula la demanda total que se multiplica por factores de emisión para obtener finalmente las emisiones de CO_2. Los factores de emisión son específicos para cada tipo de energía (carbón, petróleo, gas natural, electricidad…). En el caso de la electricidad, se ha considerado el mix eléctrico para el cálculo del factor de emisión. Puesto que en el inventario de emisiones no se valoran las emisiones procedentes de las importaciones eléctricas, tampoco en el modelo.

Escenario I: Business as Usual (BAU)

El primer escenario considera un desarrollo continuista con el objetivo de analizar qué pasa si mantenemos el modelo actual energético. En él, la Comunidad Valenciana conserva las mismas tendencias económicas, sociales y tecnológicas de la última década (2010-2019). Para modelizarlo se han tenido en cuenta los datos históricos de la Comunidad Valenciana, que se pueden encontrar en el diagnóstico del presente documento. Debido a la característica continuista de este escenario, no se considera ninguna revolución tecnológica que modifique la forma actual de producir energía y, como es de esperar, **no se alcanzan objetivos de descarbonización.**

Como evolución de los datos macro se considera que el PIB experimenta un crecimiento anual del 1,3%, un 13% inferior al crecimiento medio de la última década, teniendo en cuenta que tres de los años considerados formaban parte de un periodo de recesión y que en los años siguientes se dejó atrás esta recesión. La variación poblacional disminuye al 0,2% anual de acuerdo con la variación media histórica en la última década, no teniendo en cuenta un periodo de alta inflación.

Para estimar la demanda total de energía se han tomado las intensidades energéticas (MWh/M€) de los sectores de agricultura, industria, movilidad y servicios y la demanda per cápita (MWh/cap) en el sector residencial. Se considera, en este escenario BAU, que estas intensidades varían de la misma forma que lo han hecho históricamente. Aunque exista una bajada de intensidad energética, **el aumento del PIB conduce a unas cifras de energía muy similares a las que se registran en la actualidad,** lo que hace que la demanda se mantenga estable, como ha sucedido en la última década.

La demanda total de energía en 2050 será de **97 TWh,** siendo **24 TWh** de electricidad, como se puede ver en la Figura 58 y Tabla 44. La demanda de energía final se reduce un 1% con respecto a 2019. Teniendo en cuenta las importaciones eléctricas necesarias y que la Comunidad Valenciana no tiene recursos fósiles, en este escenario existirá una **dependencia energética del 91%** que se mantendría estable a lo largo de todo el periodo.

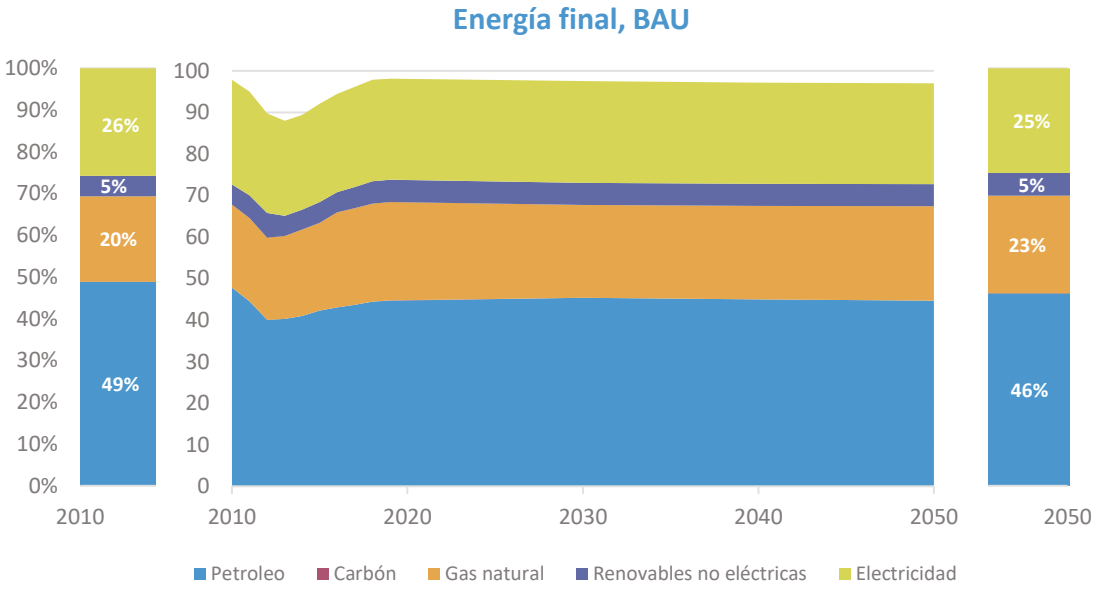

Figura 58. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario BAU. Fuente: Elaboración propia.

Escenario BAU: energía final										
Energía	2010		2019		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Carbón	7	0%	7	0%	7	0%	7	0%	8	0%
Petróleo	47.810	49%	44.718	46%	45.345	46%	44.984	46%	44.713	46%
Gas natural	20.016	20%	23.715	24%	22.370	23%	22.539	23%	22.724	23%
Renovables no eléctricas	4.829	5%	5.338	5%	5.320	5%	5.285	5%	5.257	5%
Electricidad	25.156	26%	24.342	25%	24.477	25%	24.370	25%	24.330	25%
Total	**97.818**	**100%**	**98.120**	**100%**	**97.519**	**100%**	**97.186**	**100%**	**97.032**	**100%**
Variación$_{2019}$	-		-		**-0,6%**		**-1,0%**		**-1,1%**	

Tabla 44. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario BAU. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al mix energético, se ha considerado que todos los sectores mantienen la misma distribución de fuentes energéticas que tenían en 2019. El resultado para la demanda total es que **el mix energético se mantiene estable durante todo el periodo (actualidad a 2050), con un 46% de petróleo, un 23,5% de gas natural, un 5,5% de renovables y un 25% de electricidad.**

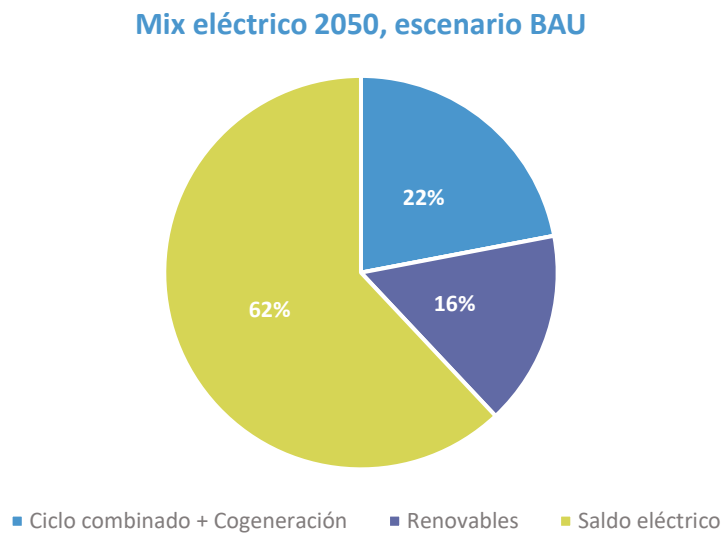

Figura 59. Mix eléctrico en el 2050 en escenario BAU. Fuente: elaboración propia.
Fuente: Elaboración propia.

El mix de generación eléctrica también conserva la estructura de 2019, excepto en el caso de la energía nuclear, ya que está previsto el cierre de la central de Cofrentes en 2030, cuya generación se suplirá con importaciones eléctricas de otras regiones, por lo que estas ascienden a un 62% del total, como se puede observar en la Figura 59. El resto de la demanda a partir de 2030 se compone de un 22% de gas natural, procedente de ciclo combinado y cogeneración y de un 16% de renovables.

Por último, tanto en este escenario como en los siguientes se han estimado las emisiones debidas a la demanda energética,[9] denominadas emisiones del procesado de energía. Puesto que este informe se centra en el sector energético, se han extrapolado las emisiones teniendo en cuenta que las emisiones del procesado de la energía han supuesto históricamente un 77% de las totales. Tomando estas consideraciones y la estanqueidad del mix energético, el resultado es que las emisiones del procesado (Tabla 45 y Figura 60) aumentan un 4,3% en 2030 con respecto al año 2019. Estas se mantienen prácticamente estables hasta 2050, **con valores de 20.227 kt CO_2/año y 26.180 kt CO_2/año** para procesado de la energía y

[9] De acuerdo con la metodología de la Comunidad Valenciana no se contabilizan las emisiones debidas a las importaciones eléctricas.

totales, respectivamente. Estos valores **suponen un aumento del 62% y del 47%, respectivamente, comparados con los de 1990,** alejándose completamente de los objetivos de neutralidad previstos por la UE para este periodo.

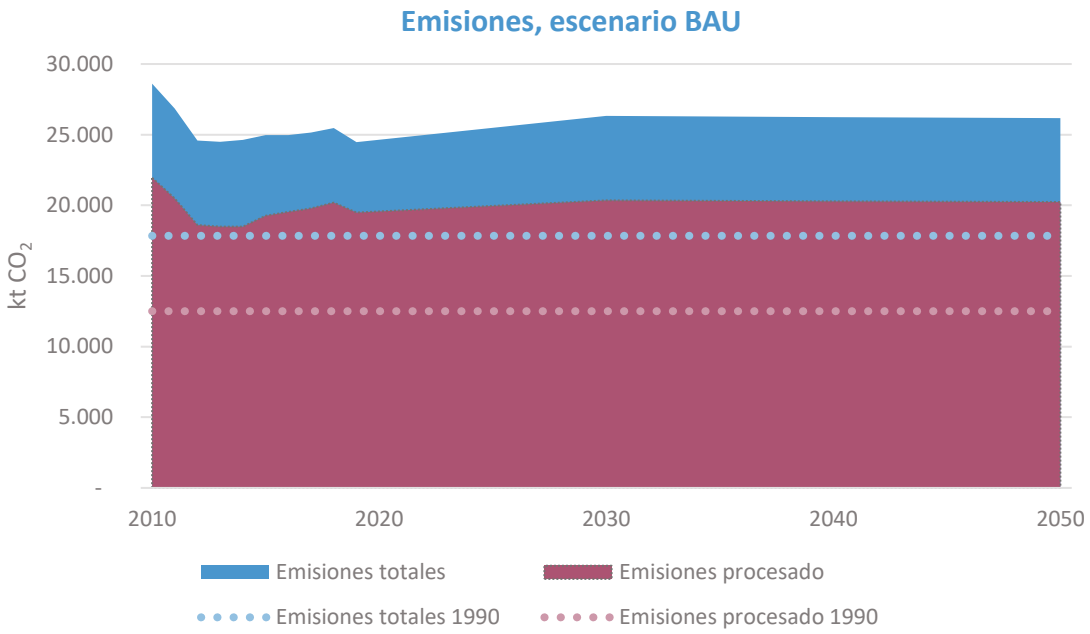

Figura 60. Pronóstico de emisiones GEI de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en ktCO₂eq en el escenario BAU.
Fuente: Elaboración propia.

Escenario BAU: Emisiones en la Comunidad Valenciana [ktCO₂]						
Energía	**1990**	**2010**	**2019**	**2030**	**2040**	**2050**
Emisiones procesado de la energía	12.508	21.950	19.495	20.348	20.270	20.227
Variación $_{1990}$	-	-	-	63%	62%	62%
Emisiones totales	17.843	28.609	24.474	26.337	26.236	26.181
Variación $_{1990}$	-	-	-	47%	47%	47%

Tabla 45. Pronóstico de emisiones GEI de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en ktCO₂eq en el escenario BAU.
Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, la Tabla 46 presenta una síntesis con los principales resultados de demanda energética, grado de electrificación (porcentaje de electricidad consumido en energía final), dependencia energética (uso de fuentes no renovables no disponibles en la Comunidad Valenciana y saldo eléctrico) y emisiones obtenidas para el escenario BAU.

Escenario BAU: tabla resumen			
Año	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda final (GWh)	97.519	97.186	97.032
Variación demanda$_{2019}$	-0,6%	-1,0%	-1,1%
Grado de electrificación	25%	25%	25%
Dependencia energética	91%	91%	91%
Emisiones del procesado de energía sin sumideros ($ktCO_2$/año)	20.348	20.270	20.227
Variación emisiones$_{1990}$	63%	62%	62%

Tabla 46. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario BAU.
Fuente: Elaboración propia.

Escenario II: Descarbonización con y sin compensación

El segundo escenario plantea una reducción de las emisiones a través de medidas de **reducción del consumo y electrificación de la demanda,** acompañadas con la implantación de fuentes renovables de tecnologías maduras y presentes en el mercado actualmente. Todos los sectores de la economía establecerán pautas para usar la energía de forma más eficiente y transformarán sus consumos para usar fuentes de energía no contaminantes (electricidad generada por renovables, biogás, biomasa y biodiésel). En el **ámbito socioeconómico**, se considera el mismo crecimiento económico y poblacional del caso anterior.

Este escenario despliega medidas ambiciosas con el objetivo de conseguir una economía verde y desligada de las emisiones de GEI partiendo del desarrollo tecnológico actual. Pero, como se verá a continuación**, la tecnología actual no basta para descarbonizar sectores como el de la aviación o la industria cerámica, siendo necesarios nuevos sumideros** para alcanzar la neutralidad climática sin la llegada de nuevas tecnologías.

El **sector agrícola se electrifica un 96% en el año 2050.** La maquinaria pesada (cosechadoras, plantadoras, arados…) es el único subsector dentro de la agricultura que presenta un 10% de combustibles de origen renovable en 2050 (el 4% de la energía total). El resto de las necesidades energéticas del sector se electrifican por completo. Esto incluye transporte ligero, maquinaria y riego, que actualmente funcionan parcialmente con generadores diésel. Además, se tienen en cuenta medidas de eficiencia, como, por ejemplo, adaptar las dimensiones de las parcelas a una forma

regular y alargada para optimizar el uso de la maquinaria. La adopción de sistemas de automatización disminuye la necesidad de movilidad ligera en el sector agrario. Por último, los sistemas de irrigación aumentan ligeramente su eficiencia.

La **industria valenciana** alcanza una electrificación del 80%, siendo del 100% en aquellos sectores cuya descarbonización es actualmente viable y no requiere maquinaria con grandes demandas energéticas. En concreto, todas las industrias, menos la metalúrgica y la cerámica, alcanzan una completa descarbonización. Además de la electricidad, el biogás juega un papel relevante en las industrias en las que se produce: extractiva y de refino (energía, agua y residuos) y alimentación. En este escenario, el biogás utilizado en la industria es de 430 GWh/año en 2030, por debajo del objetivo marcado por el PNIEC. En 2050 se alcanzan los 620 GWh/año. Esto se debe a que en este escenario se ha considerado que no va a existir una I+D que permita la máxima implementación de esta tecnología, sino que se implantará en su estado actual y, por tanto, el biogás no consigue alcanzar el potencial accesible fijado en la Hoja de Ruta del Biogás. La biomasa y los biocombustibles ayudan a descarbonizar parcialmente industrias como la de la madera (ya que se pueden valorizar los residuos de la propia industria), la metalúrgica y la cerámica, que requieren altas temperaturas. Algunas industrias experimentarán un aumento de demanda, como es el caso de la industria de la madera y el papel, debido al aumento de masa forestal para absorber emisiones y a la necesidad de sustituir productos típicamente fabricados a partir de plásticos por otros elaborados con papel o cartón.

En el **sector movilidad** se apuesta por el cambio modal, el transporte colectivo de pasajeros y la electrificación. Existe un trasvase de mercancías y de pasajeros del vehículo privado y del transporte pesado por carretera al ferrocarril. Las inversiones en proyectos ferroviarios como el Corredor Mediterráneo hacen posible este cambio modal. El sector de la aviación se reduce progresivamente gracias a que, entre otras cosas, se considera la supresión de los vuelos peninsulares. En cuanto a la electrificación de la demanda, el transporte pesado se electrifica un 90% en 2050, mientras que el resto se cubre con biocombustibles. Tanto el tren como el transporte ligero consiguen la electrificación completa en 2050, a diferencia del transporte marítimo y aéreo, que mantienen su dependencia del petróleo hasta 2050 debido a falta de tecnología. A pesar de ello, se consigue cubrir un 15% de sus demandas con biocombustible.

Los sectores residencial y de servicios son muy similares ya que comparten gran parte de las medidas de descarbonización. Las actuaciones de rehabilitación basadas en mejorar los elementos pasivos del parque de edificios reducen la demanda de

climatización. Los sistemas de calefacción abandonan el consumo de productos petrolíferos en 2030 y de gas fósil en 2040, fecha en la que se electrifican por completo, implantándose el uso de aerotermia de forma generalizada en edificios, lo que provoca una reducción de la demanda eléctrica debido a la mayor eficiencia de estos equipos. Esta misma mejora ocurre con la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) que también se produce mediante bombas de calor. Tanto la iluminación como los equipos y electrodomésticos reducen su demanda por propia mejora de la eficiencia y la implantación de sistemas inteligentes domóticos. Por último, las cocinas se electrifican por completo con sistemas de alto aprovechamiento energético como las cocinas de inducción.

Dentro del sistema eléctrico, la generación de electricidad se cubre progresivamente con fuentes renovables, hasta conseguir en 2050 el 100% de la demanda eléctrica. La integración de renovables está respaldada por una capacidad de almacenamiento con el fin de mitigar las intermitencias inherentes a estas tecnologías. Para ello, se han calculado las necesidades de almacenamiento a través de la modelización del sistema eléctrico con las curvas intra diarias de demanda y generación (por tecnología). En este escenario se despliega el uso de tecnologías actuales de almacenamiento, bombeo hidráulico, cuya capacidad debe alcanzar los 12 TWh en 2050 y una potencia de 3,7 GW.

En la Tabla 47 y en la Figura 61 se observa que, por las medidas de reducción de la demanda y el aumento de la eficiencia a través de la electrificación**, la demanda de la Comunidad Valenciana decrece un 22% en el año 2030** con respecto a 2019. **En 2050, la demanda se habría reducido un 33%** (con respecto a 2019), **consumiendo 66 TWh**.

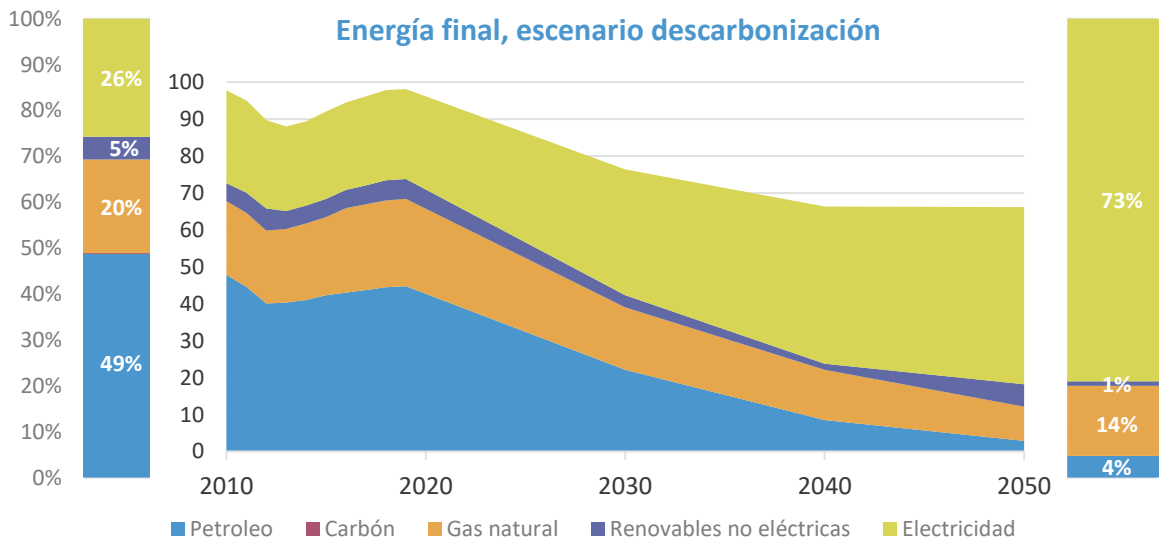

Figura 61. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario II.
Fuente: Elaboración propia.

Escenario II: energía final										
Energía	2010		2019		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Carbón	7	0%	7	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Petróleo	47.810	49%	44.718	46%	22.110	29%	8.520	13%	2.863	4%
Gas natural	20.016	20%	23.715	24%	16.945	22%	13.593	21%	9.273	14%
Renovables no eléctricas	4.829	5%	5.338	5%	3.254	4%	1.667	3%	6.042	9%
Electricidad	25.156	26%	24.342	25%	34.108	45%	42.522	64%	47.986	73%
Total	97.818	100%	98.120	100%	76.418	100%	66.302	100%	66.164	100%
Variación $_{2019}$	-		-		-22%		-32%		-33%	

Tabla 47. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario II.
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso anterior, los principales resultados obtenidos para este escenario se han recopilado en la Tabla 48Tabla 48. Es importante recordar que, aunque en este escenario se analiza la reducción de emisiones con y sin medidas de compensación, solo se han incluido en la tabla los resultados sin medidas de compensación, para indicar los resultados que provienen tan solo de las variaciones energéticas.

Escenario II: tabla resumen			
Año	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda final (GWh)	76.418	66.302	66.164
Variación demanda $_{2019}$	-22%	-32%	-33%
Grado de electrificación	45%	64%	73%
Dependencia energética	82%	43%	18%
Emisiones del procesado de energía sin sumideros ($ktCO_2$/año)	13.914	7.305	3.008
Variación emisiones $_{1990}$	11%	-42%	-76%

Tabla 48. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario II.
Fuente: Elaboración propia.

A. Descarbonización sin compensaciones

Dentro de este escenario se han realizado dos supuestos, sin y con compensación de emisiones. El escenario sin compensaciones no considera las emisiones absorbidas por sumideros. En este caso, y con las asunciones de este escenario, las emisiones totales se reducirían un 76% de con respecto al año 1990, pero aun así la Comunidad Valenciana no alcanzaría la neutralidad climática en 2050.

Como se observa en la Tabla 49 y la Figura 62 las emisiones de GEI[10] se reducen década a década, bajando en el año 2050 a 3.008 $ktCO_2$, un 76% menos con respecto a las de 1990. Esta cifra contrasta con el caso BAU en el cual las emisiones del procesado de la energía para 2050 serían de 20.277 $ktCO_2$, casi siete veces más.

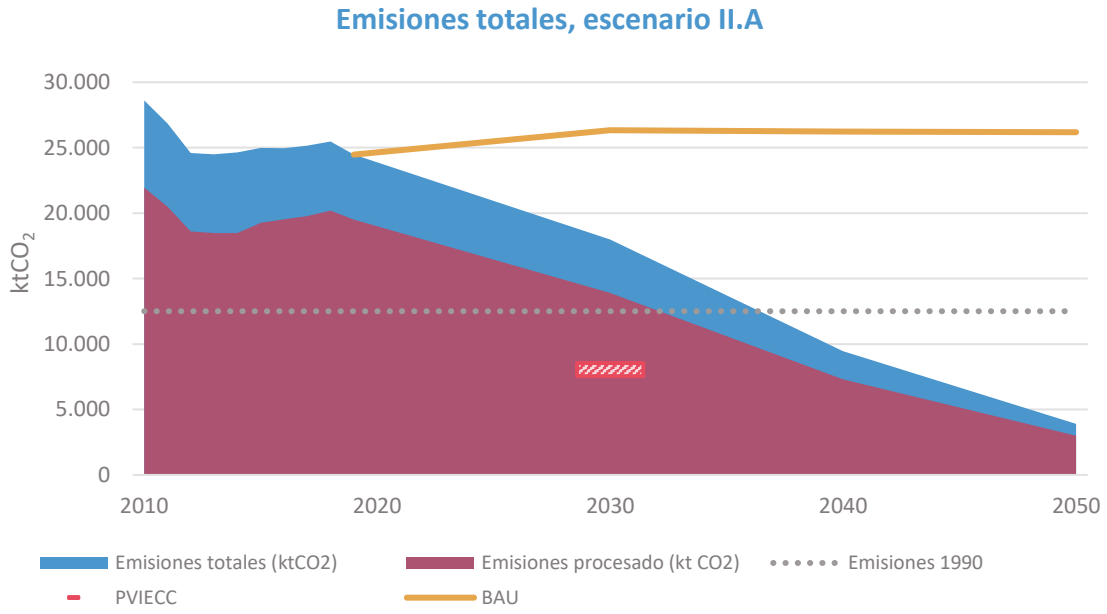

Figura 62. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana $ktCO_2eq$ sin tener en cuenta sumideros.
Fuente: Elaboración propia.

Escenario II descarbonización sin compensación: Emisiones en la Comunidad Valenciana [$ktCO_2$]						
Energía	**1990**	**2010**	**2019**	**2030**	**2040**	**2050**
Emisiones procesado de la energía	12.508	21.950	19.495	13.914	7.305	3.008
Variación$_{1990}$				11%	-42%	-76%
Emisiones totales	17.843	28.609	24.474	18.010	9.455	3.894
Variación $_{1990}$	-	-	-	1%	-47%	-78%

[10] Emisiones del procesado de la energía.

Tabla 49. Pronóstico de emisiones GEI totales y de procesado de la energía en la Comunidad Valenciana en $ktCO_2eq$ en el escenario II sin tener en cuenta sumideros.
Fuente: Elaboración propia.

B. Descarbonización con compensaciones

El escenario de descarbonización con compensaciones presenta una visión contemplando la captura de CO_2. Para ello, se ha realizado un estudio de la masa forestal que la Comunidad Valenciana tiene disponible actualmente en su territorio.

Con la masa forestal actual, que absorbe 6.000 $ktCO_2$/año (Figura 63 y Tabla 50), no se lograrían los objetivos previstos en el PVIECC para 2030, aunque sí que se conseguiría la neutralidad climática en 2050. De hecho, se obtendrían valores de emisión negativos con los que se reabsorbería parte del CO_2 emitido en décadas anteriores, mejorando la calidad ambiental de la Comunidad Valenciana.

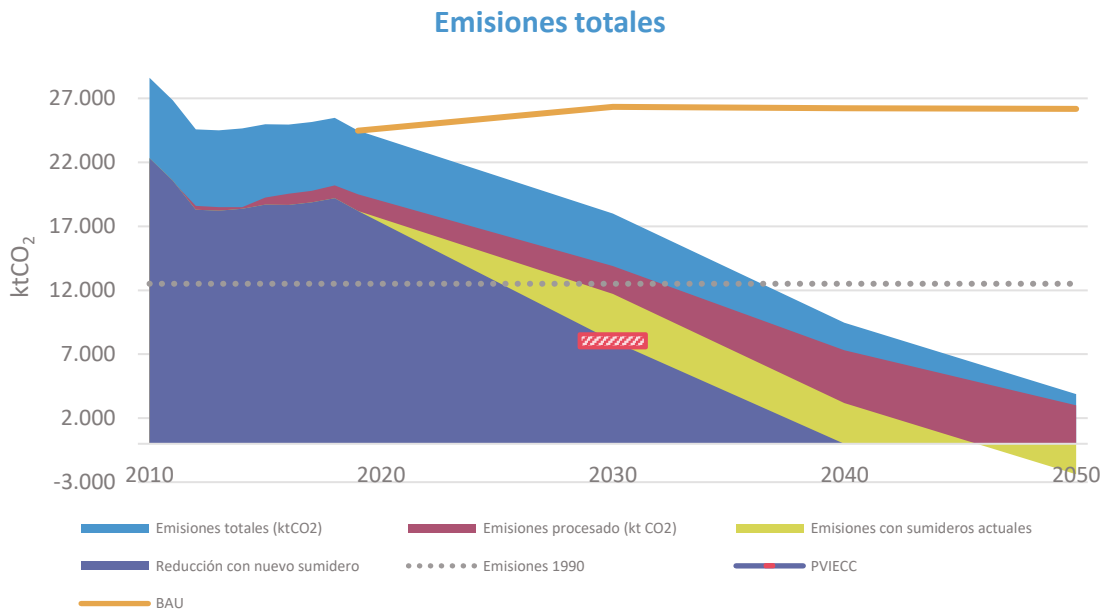

Figura 63. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana $ktCO_2eq$ teniendo en cuenta sumideros.
Fuente: Elaboración propia.

Escenario II descarbonización con compensación: Emisiones en la Comunidad Valenciana [$ktCO_2$]						
Energía	**1990**	**2010**	**2019**	**2030**	**2040**	**2050**
Emisiones procesado de la energía	12.508	21.950	19.495	13.914	7.305	3.008
Variación$_{2020}$	-	-	-	11%	-42%	-76%
Emisiones totales	17.843	28.609	24.474	18.009	9.455	3.894

Escenario II descarbonización con compensación: Emisiones en la Comunidad Valenciana [$ktCO_2$]						
Energía	**1990**	**2010**	**2019**	**2030**	**2040**	**2050**
Variación$_{2020}$	-	-	-	1%	-47%	-78%
Emisiones totales con sumideros actuales	17.843	22.330	18.195	11.730	3.175	-2.385
Emisiones con nuevos sumideros	17.843	22.330	18.195	8.040	0	0

Tabla 50. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana $ktCO_2eq$ teniendo en cuenta sumideros.
Fuente: Elaboración propia.

Debido a que no se alcanza el objetivo de emisiones marcado por el paquete europeo de propuestas legislativas *Fit for 55* y el PVIECC, **se ha estimado la superficie de sumideros forestales necesarios para llegar en 2030 a un 55% de las emisiones** de 1990, teniendo en cuenta la demanda en este escenario. Del mismo modo, se ha calculado la superficie de sumideros necesaria para alcanzar la neutralidad climática en 2040. En 2050, el bosque actual es suficiente para absorber las emisiones remanentes. Por este motivo, para alcanzar la neutralidad climática en 2050, no sería necesaria la plantación de nuevos sumideros dentro del escenario II.

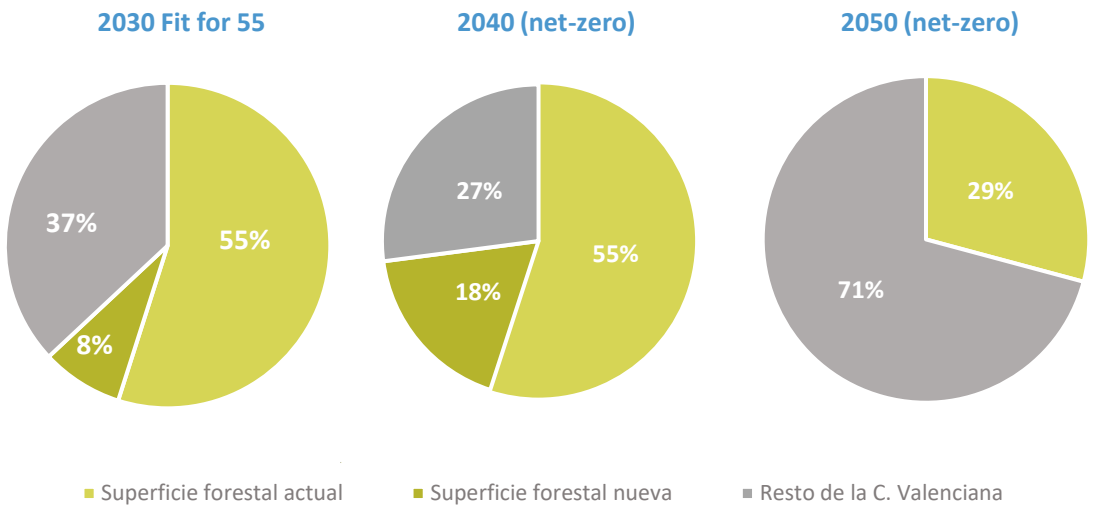

Figura 64. Superficie forestal necesaria respecto al total de la Comunidad Valenciana para conseguir llegar a los objetivos del Fit for 55 en 2030 y de neutralidad (net-zero) en 2040 y 2050.
Fuente: Elaboración propia.

Para estimar la superficie necesaria se ha considerado que la masa forestal no mantiene la misma distribución que tiene actualmente. Se aumentaría la cantidad de superficie arbolada frente a la desarbolada en las zonas forestales, pasando del 58% actual a un 60% en 2030, a un 65% en 2040 y a un 70% en 2050. Además, la densidad

arbórea aumentaría un 10% en la primera década, un 5% en la segunda y un 2% en la tercera.

Si se mantuviera o disminuyera la distribución y la masa arbórea actual sería necesario un número mayor de hectáreas que las que aparecen en la Figura 64. Las especies arbóreas que conforman la superficie forestal, su cantidad y estado de conservación son elementos cruciales a la hora de estimar las toneladas de CO_2 que son capaces de absorber.

Como se observa en la Figura 64, **para alcanzar una bajada del 55% de las emisiones en 2030 sería necesario, además del bosque actual, arbolar un 8% del territorio** (con la tipología de bosque mencionada). **En 2040**, las previsiones para la neutralidad climática implicarían la plantación de **un 18% adicional al actual**. En 2050, la situación cambia, y en este caso con el 29% de superficie forestal sería suficiente para compensar las emisiones, por lo tanto, **el 26% restante de lo que constituye el área forestal actual serviría para absorber emisiones del pasado que ya están presentes en la atmósfera** o emisiones de otros sectores que no se hayan podido descarbonizar al 100% para 2050.

Escenario III: Descarbonización con tecnologías actuales evolucionadas y tecnologías emergentes

Este escenario tiene también como objetivo la descarbonización, pero a diferencia del anterior **considera un avance de las tecnologías actuales, en concreto, de la solar fotovoltaica y eólica**, debido a la aparición de equipos de mayor potencia y eficiencia para la generación y el almacenamiento y a un mayor aprovechamiento del territorio destinado a las renovables mediante la hibridación de las tecnologías comentadas anteriormente. **También plantea la introducción de tecnologías emergentes, como el hidrógeno verde** para actividades energéticas intensivas, los **sistemas de almacenamiento,** desde el bombeo actual hasta el almacenamiento *vehicle to grid* (V2G), y la generación eléctrica con eólica off-shore.

El desarrollo socioeconómico, que incluye variaciones de PIB y demográficas, considera los mismos valores que en los dos escenarios anteriores. Esto es, un aumento anual del PIB del 1,3% y un decrecimiento demográfico anual del 0,2%.

En el caso de la demanda energética, se toman las mismas consideraciones de cambio de comportamiento energético con buenas prácticas, ahorro energético, eficiencia y electrificación de la demanda. No existen variaciones con respecto al escenario

anterior para los sectores residencial y de servicios ya que se pueden descarbonizar con tecnologías actuales. En el sector agrícola se suplen los biocombustibles en maquinaria pesada por hidrógeno. Recordemos que el primero se electrifica en un 96% en el año 2050 con una demanda residual de biocombustibles y los dos últimos se electrifican al 100% en el año 2040, por lo tanto, ya cumplirían el requisito europeo de neutralidad de emisiones en el año 2050.

En este escenario son el sector de la industria y el de la movilidad los que obtienen mayores ventajas de las nuevas tecnologías. Industrias, como la metalúrgica y la cerámica, o medios de transporte, como el marítimo y el aéreo, tienen dificultades técnicas para ser descarbonizados a través de las tecnologías actuales. Para estos casos, se implanta el uso de hidrógeno de acuerdo con los objetivos previstos en la Hoja de Ruta del Hidrógeno Renovable de la Comunidad Valenciana.

En 2030, se alcanza el potencial técnico de biogás descrito en la Hoja de Ruta del Biogás. Para ello, son necesarios una serie de avances tecnológicos y de investigación, innovación y desarrollo de forma que desde 2019 y hasta 2030, la producción de biogás aumenta de 230 GWh a 2,2 TWh. El biogás se sigue desarrollando hasta producir 4,2 TWh en 2040 y 5,6 TWh en 2050.

Con las consideraciones anteriormente descritas, se consigue una bajada progresiva de la demanda, logrando una ***reducción del 22% en 2030 y del 33% en 2040*** *con respecto a 2019 (Figura 65 y Tabla 51*
Figura 65), alcanzando un valor **en 2050 de 66 TWh**. En este año, el 73% de la demanda final proviene de energía eléctrica, el 12% de renovables no eléctricas como biomasa o biocombustibles y el 14% de hidrógeno verde, es decir, de hidrógeno producido a través de fuentes renovables. Esto significa que ese 14% aunque no se consuma directamente como electricidad si se genera a partir de ella. Se considera que todas las fuentes energéticas provienen en su totalidad de recursos propios de la Comunidad Valenciana, como se verá en el bloque III donde se desarrollará la prospectiva de este escenario.

El mix eléctrico final pasa de contar con un 16% de renovables en 2019 a un 60% en 2030 y un 100% en 2050. Las importaciones eléctricas pasan de suponer un 33% de la demanda de electricidad actual a un 24% en 2030 y a un 0% en 2050. La supresión de las importaciones eléctricas y de los combustibles fósiles conducen a un modelo en el que la **Comunidad Valenciana pasa a ser 100% independiente de otros países y regiones**.

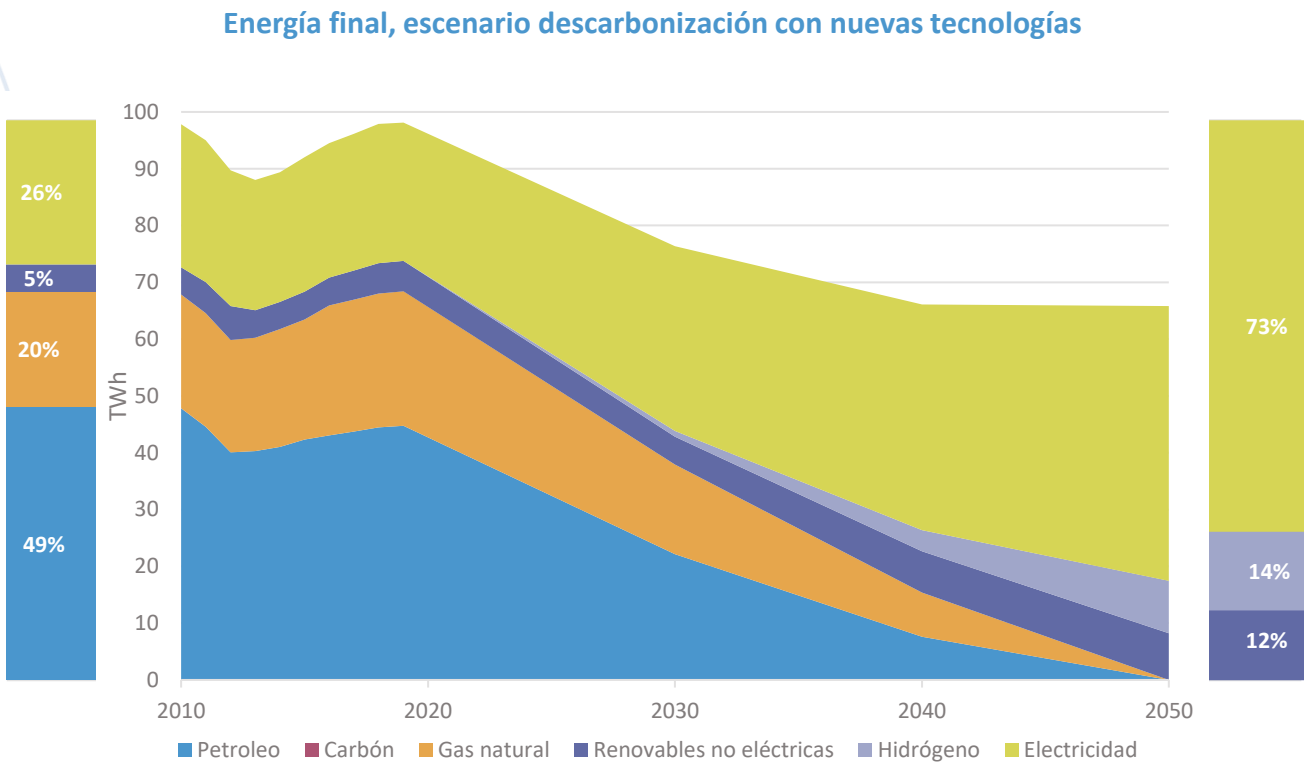

Figura 65. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en TWh en el escenario III. Fuente: Elaboración propia.

Escenario III: energía final										
Energía	2010		2019		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Carbón	7	0%	7	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Petróleo	47.810	49%	44.718	46%	22.145	29%	7.616	12%	0	0%
Gas natural	20.016	20%	23.725	24%	15.801	21%	7.747	12%	0	0%
Renovables no eléctricas	4.829	5%	5.338	5%	4.885	6%	7.281	11%	8.220	12%
Electricidad	25.156	26%	24.342	25%	32.553	43%	39.739	59%	48.356	73%
Hidrógeno	-	0%	-	0%	1.004	1%	3.742	6%	9.221	14%
Total	97.818	100%	98.120	100%	76.388	100%	66.126	100%	65.797	100%
Variación$_{2019}$	-		-		-22%		-33%		-33%	

Tabla 51. Pronóstico de energía final en la Comunidad Valenciana en GWh en el escenario III. Fuente: Elaboración propia.

Este escenario, a diferencia del anterior, pronostica una disminución del 100% de las emisiones de GEI en 2050[11] sin recurrir a sumideros (Figura 66 y Tabla 52)[12]. Para obtener este resultado, no sería suficiente con descarbonizar el sector energético, sino que también se deberían implantar medidas específicas en los sectores agrícola, industrial y de tratamiento de residuos, más allá de las emisiones procedentes de la demanda energética.

Los objetivos renovables se cumplen, pero no se alcanza la reducción de emisiones que marca el FitFor55. En el año base utilizado (1990) las emisiones en la UE eran de 12 tCO_2eq per cápita, más del doble de lo que se emitía entonces en la Comunidad Valenciana, con 4,6 tCO_2eq. Actualmente, los valores de ambas regiones se encuentran más cerca, debido a la disminución de la UE que ahora se sitúa en torno a las 8 tCO_2eq/hab y al aumento por parte de la Comunidad Valenciana, que actualmente está en 4,9 tCO_2eq/hab. Si se quiere cumplir con el objetivo del Fitfor55 sería necesario implementar medidas contundentes de prohibición del uso de combustibles fósiles.

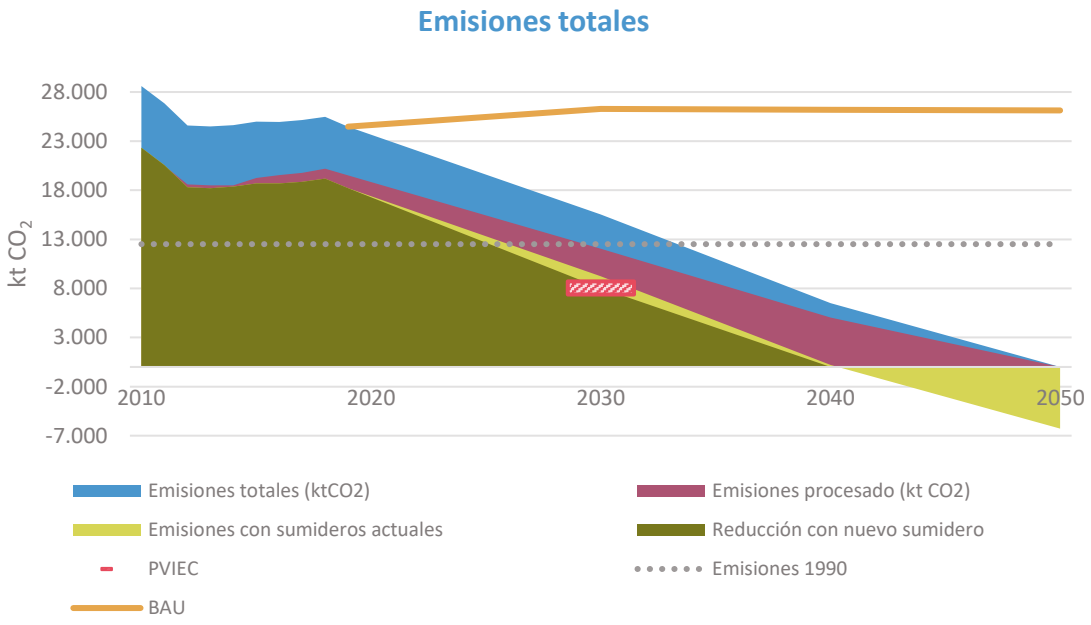

Figura 66. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana en $ktCO_2eq$ teniendo en cuenta sumideros.
Fuente: elaboración propia.

[11] Como ya se ha explicado, las emisiones que se estiman son las del procesado de energía, que representan el 77% de las totales.
[12] En este escenario, puesto que las emisiones del procesado de la energía son nulas en 2050, se deduce que el resto de las fuentes de emisión alcanzan el mismo valor de cero.

Escenario III: Emisiones en la Comunidad Valenciana [$ktCO_2$]						
Energía	**1990**	**2010**	**2019**	**2030**	**2040**	**2050**
Emisiones procesado de la energía	12.508	21.950	19.495	11.842	5.031	0
Variación$_{1990}$				-5%	-60%	-100%
Emisiones totales	17.843	28.609	24.474	15.327	6.495	0
Variación$_{1990}$	-	-	-	-14%	-64%	-100%
Emisiones totales con sumideros actuales	-	-	-	9.047	216	-6.279
Emisiones con nuevos sumideros	-	-	-	8.040	0	0

Tabla 52. Pronóstico de emisiones totales y del procesado de energía en la Comunidad Valenciana en $ktCO_2eq$ teniendo en cuenta sumideros.
Fuente: elaboración propia.

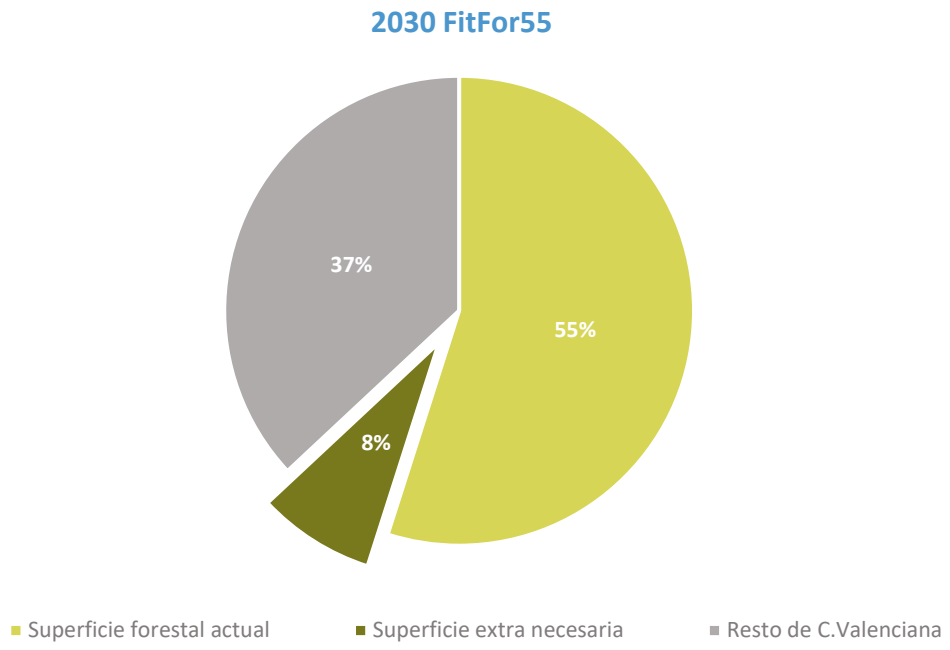

Figura 67. Superficie forestal necesaria respecto al total de la Comunidad Valenciana para conseguir llegar a los objetivos del Fit for 55 en 2030.
Fuente: elaboración propia.

En importante resaltar que en este escenario seguirían sin satisfacerse los objetivos del PVIECC de 8.040 $ktCO_2$ para 2030, de forma que se necesitarían sumideros adicionales. De la misma manera que sucedía en el escenario II, se considera un aumento del 2% de masa forestal arbolada y de un 10% de la densidad arbórea con respecto a las actuales. Con estos valores, y como se observa en la Figura 67, sería necesario convertir un 8% adicional del territorio valenciano actual en terreno forestal.

Puesto que en este escenario se consigue alcanzar la cifra de cero emisiones en 2050, la superficie de sumideros en forma de masa forestal necesaria también es nula. Sin embargo, de la misma forma que sucedía en el escenario anterior, la masa forestal actual serviría para absorber las emisiones excesivas de CO_2 del pasado, disminuyendo así los efectos del cambio climático y mejorando la calidad ambiental del territorio valenciano.

Para finalizar, en la Tabla 53 se muestran los principales resultados de energía y emisiones obtenidos para el escenario III. Respecto al grado de electrificación cabe señalar que ese 73% aumenta hasta el 85% si hablamos en términos de energía primaria debido al incremento de renovables eléctricas para suplir la producción de hidrógeno verde.

Escenario III: tabla resumen			
Año	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda final (GWh)	76.388	66.126	65.797
Variación demanda$_{2019}$	-22%	-33%	-33%
Grado de electrificación	43%	59%	73% (85%)
Dependencia energética	65%	30%	0%
Emisiones del procesado de energía sin sumideros ($ktCO_2$/año)	11.842	5.031	0
Variación emisiones$_{1990}$	-4%	-60%	-100%

Tabla 53. Resumen de los resultados obtenidos para el escenario III.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla resumen de escenarios									
Escenarios	Escenario BAU			Escenario II			Escenario III		
	Continuista			Tecnologías actuales sin desarrollo			Tecnologías emergentes y desarrollo de las actuales		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Demanda final (GWh)	97.519	97.186	97.032	76.418	66.302	66.164	76.388	66.126	65.797
Variación demanda $_{2019}$	>-1%	-1%	-1%	-22%	-32%	-32%	-22%	-33%	-33%
Emisiones del procesado de energía sin sumideros ($ktCO_2$/año)	20.348	20.270	20.227	13.914	7.305	3.008	11.842	5.031	0
Variación emisiones $_{1990}$	63%	62%	62%	11%	-42%	-76%	-4%	-60%	-100%
Grado de electrificación[13]	25%	25%	25%	45%	64%	73%	43% (43%)	59% (67%)	73% (85%)

Tabla 54. Tabla comparativa con los principales resultados de los tres escenarios.
Fuente: Elaboración propia.

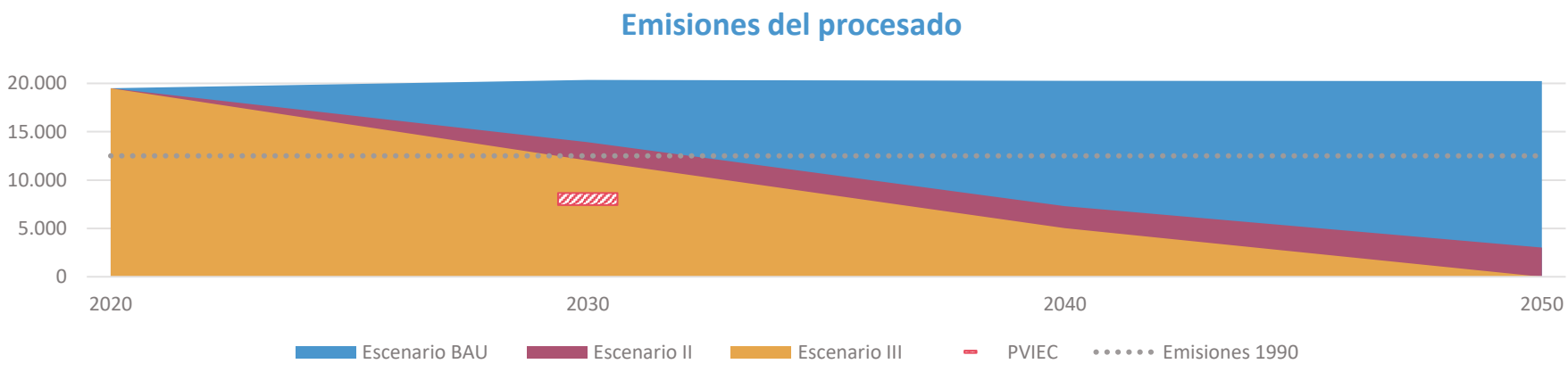

Figura 68. Resumen de emisiones del procesado de la energía en los tres escenarios, en el periodo 2020 a 2050.
Fuente: Elaboración propia.

[13] Entre paréntesis, incluyendo la electrificación del hidrógeno verde, procedente de fuentes de energía renovables como la solar fotovoltaica o la eólica.

Prospectiva de descarbonización a 2050

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Prospectiva de descarbonización a 2050

En este apartado se presenta la prospectiva de descarbonización del sector energético de la Comunidad Valenciana para el periodo 2020-2050. Dicha prospectiva ha sido elaborada a partir del ***Escenario III: Descarbonización con tecnologías actuales evolucionadas y*** tecnologías emergentes , presentado en el bloque anterior y, por tanto, los pronósticos que se hacen a continuación están basados en las asunciones y la narrativa ahí descritas. La descarbonización de la demanda tiene como pilares el **ahorro** y el aumento de la **eficiencia energética**, que, junto con la **electrificación**, el impulso del hidrógeno verde, el biogás y la implantación masiva de **renovables** en el sector eléctrico, suponen un nuevo modelo energético completamente desligado de las emisiones para el año 2050.

Para presentar esta prospectiva se ha optado, en primera instancia, por desgranar las necesidades energéticas de la Comunidad por sectores, detallando el consumo por fuentes energéticas y las medidas específicas que implantar. Seguidamente, se muestra el desarrollo de las tecnologías que satisfacen las necesidades energéticas de la Comunidad Valenciana, así como aquellas que desaparecen (combustibles fósiles y nuclear). Y, por último, se describen las líneas maestras para alcanzar la plena descarbonización de la comunidad, haciendo una revisión del estado actual y los cambios que se deben acometer. Cabe decir que en las figuras se ha incluido la década anterior (2010-2020) con el fin de contextualizar la prospectiva.

Prospectiva sectorial

Gracias a las medidas desplegadas **la demanda de energía de la Comunidad Valenciana disminuirá desde los 98,1 TWh en 2019, a 76,4 TWh en 2030, a 66,1 TWh en 2040 y a 65,8 TWh en 2050, lo que supone una reducción total del 33%.** La mayor disminución de las primeras décadas se debe a que se ha priorizado la implementación de las medidas con mayor impacto, que proporcionan una bajada más drástica del consumo y de las emisiones, alineándonos con lo que piden el IPCC y la ONU para esta década clave que ha de ser un importante punto de inflexión. A esto tenemos que sumar que, en la década de 2040 ocurre el desarrollo del hidrógeno[14] que trae consigo un aumento de la demanda de electricidad renovable para su producción. Esto conlleva un pequeño aumento de la demanda que hace que la disminución global sea menor, tanto en 2040 como en 2050.

[14] Todo el hidrógeno contemplado en esta hoja de ruta es de origen renovable. Se obtiene a partir de la electrólisis del agua, es decir la separación de las moléculas de hidrógeno y oxígeno que conforman la molécula de agua. Además, para ser considerado hidrógeno verde, es necesario que la electricidad que se utiliza para la electrólisis también provenga de fuentes renovables.

Conseguir los objetivos resultantes de las proyecciones requiere la puesta en marcha de ambicioso planes de transformación, empezando por la aplicación de los actuales PERTEs como la definición sector a sector de una transición dialogada para conseguir los logros de eficiencia y de emisiones previstos. Este esfuerzo de la política energética de la Comunidad Valenciana debe implementarse desde la actualidad con la elaboración de planes sectoriales específicos.

A nivel sectorial, **el sector transporte es el que más ve reducido su consumo durante las próximas décadas**. Esto se debe a un cambio en el reparto modal con la reducción del uso del vehículo privado, del transporte de mercancías por carretera y la eliminación de los vuelos peninsulares, gracias a la apuesta por el ferrocarril, y por supuesto, a la electrificación de la flota. Estas y otras medidas hacen reducir el **porcentaje de petróleo del 91% en 2019 a cero en 2050**. Esto a su vez se traduce en una **disminución de su peso dentro de la demanda total, que pasa del 41% en 2019 (40 TWh) al 26% en 2050 (17 TWh), una reducción en términos absolutos de energía del 57%.**

El **sector industrial** ve aumentar de forma leve su consumo debido al crecimiento económico. Sin embargo, esto no tiene un impacto negativo en el medioambiente ya que se suple con fuentes de energía renovables. El consumo de la industria **crece de un 31% de la demanda en 2019 (31 TWh) al 52% en 2050 (34 TWh).** Este sector **acoge gran parte de fuentes renovables no eléctricas**, los llamados combustibles renovables (biogás, biofueles…) que se caracterizan por una alta densidad energética, necesaria en industrias como la cerámica, la metalúrgica o la química. La incorporación de estas fuentes, además del uso de hidrógeno verde, se utiliza para reemplazar la presencia de los combustibles fósiles en los casos en los que resulta difícil electrificar. En el año 2019 el sector está **electrificado** en un 23% y el objetivo es alcanzar el **59% en 2050.**

El **sector servicios** disminuye su consumo ligeramente. En **2019 el consumo era de 10 TWh (11% de la demanda total) y en 2050 esta cifra baja a 7 TWh (11% del total)**. Aunque el sector servicios **aumenta en proporción al PIB**, la rehabilitación, las medidas de eficiencia y la electrificación de las actividades comerciales que aún no han sido electrificadas provocan un aumento de eficiencia y, en consecuencia, una **disminución de la demanda**. En **2019, la electrificación** del sector servicios era del **73%, con un 4% y un 19% de petróleo y gas natural, respectivamente. En 2050**, el uso de combustibles fósiles se sustituye al **100% por electricidad**.

El **sector residencial** también disminuye su consumo. Esto se debe a varios motivos. El primero es la pérdida de población acorde con la tendencia histórica. El segundo es la consideración de la combinación de buenas prácticas energéticas de la ciudadanía,

medidas de rehabilitación y la electrificación de aquellos aparatos que aún no están electrificados (calderas de gas, cocinas de gas…). **En 2019,** el sector residencial consumía **13 TWh (el 13% del total) del cual el 58% estaba electrificado**. **En 2050,** la demanda del sector residencial disminuye a **5 TWh (7% del total),** lo que significa una **reducción del 62%** con respecto a 2019, y **la electrificación alcanza el 100%.**

Por último, el **sector agrícola,** cuyo peso en el mix sectorial es del 4%, representa en **2050 el 3% del consumo total: 2 TWh**. El 81% del consumo en 2019 provenía de productos petrolíferos, con un consumo en agricultura de 4 TWh. En **2050, el 96% de la demanda es eléctrica y el 4% restante proviene de renovables no eléctricas[15].**

[15] Denominamos renovables no eléctrica a todas aquellas fuentes renovables utilizadas para producir energía mediante combustión, de forma que se aprovecha su entalpía y/o poder calorífico. Pertenecen a esta categoría la biomasa, el biogás, los biocombustibles como el biodiésel o el bioetanol y gases sintéticos (como el amoniaco y el hidrógeno que no hayan sido producidos mediante electricidad).

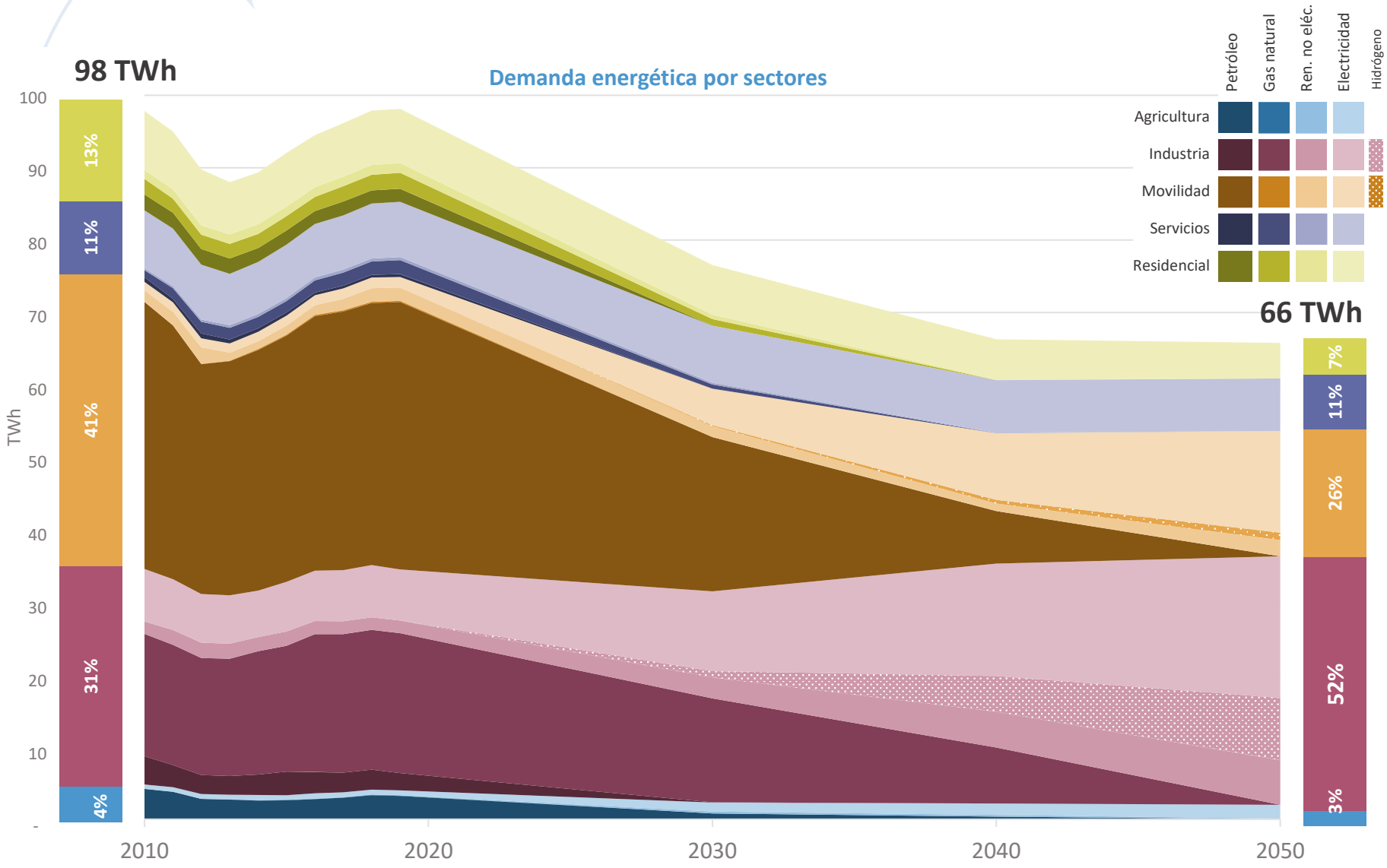

Figura 69. Demanda energética por sector y fuentes en la Comunidad Valenciana entre 2010 y 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la demanda energética por sectores y fuentes								
Fuentes	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Agricultura	**4.002**	**4%**	**2.311**	**3%**	**2.160**	**3%**	**1.995**	**3%**
Petróleo	3.222	81%	800	35%	352	16%	-	0%
Gas natural	59	1%	-	0%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	35	1%	275	12%	229	11%	82	4%
Electricidad	**686**	**17%**	**1.236**	**53%**	**1.580**	**73%**	**1.913**	**96%**
Industria	**30.513**	**31%**	**28.985**	**38%**	**32.982**	**50%**	**34.321**	**52%**
Petróleo	2.361	8%	37	0%	-	0%	-	0%
Carbón	7	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	19.341	63%	14.332	49%	7.747	23%	-	0%
Renovables no eléctricas	1.721	6%	2.250	8%	4.232	13%	5.509	16%
Electricidad	7.083	23%	11.497	40%	16.121	49%	20.232	59%
Hidrógeno	0	0%	870	3%	4.883	15%	8.580	25%
Transporte	**40.368**	**41%**	**28.000**	**37%**	**18.018**	**27%**	**17.315**	**26%**
Petróleo	36.925	91%	21.308	76%	7.265	40%	-	0%
Gas natural	163	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	1.826	5%	1.535	6%	1.028	6%	2.238	13%
Electricidad	1.454	4%	5.045	18%	9.212	51%	14.044	81%
Hidrógeno	-	0%	112	0%	514	3%	1.033	6%
Servicios	**10.397**	**11%**	**8.728**	**11%**	**7.332**	**11%**	**7.264**	**11%**
Petróleo	407	4%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	1.942	19%	586	7%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	419	4%	234	3%	79	1%	-	0%
Electricidad	7.629	73%	7.908	91%	7.252	99%	7.264	100%
Residencial	**12.840**	**13%**	**8.364**	**11%**	**5.635**	**9%**	**4.903**	**7%**
Petróleo	1.803	14%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	2.210	17%	884	11%	-	0%	-	0%
Renovables	1.337	10%	613	7%	60	1%	-	0%
Electricidad	7.490	58%	6.867	82%	5.575	99%	4.903	100%
Total	**98.120**	**100%**	**76.388**	**100%**	**66.126**	**100%**	**65.797**	**100%**

Tabla 55. Prospectiva energética por sector y fuente energética en la Comunidad Valenciana por décadas.
Fuente: elaboración propia.

Agricultura

El sector agrícola reduce un 50% su consumo total de energía desde el año 2019, pasando de 4 TWh a 2 TWh en 2050. La caída del consumo es más abrupta en la primera década, la actual (2020 a 2030), en la que se reduce en un 40%, ya que es cuando se han de ejecutar cambios clave en el sector. Esta disminución se consigue a través de buenas prácticas y con la mejora de la eficiencia energética que viene dada, mayoritariamente, por la electrificación de la demanda.

El mix energético pasa de estar formado por un 81% de petróleo y un 17% de electricidad en 2019, a un 96% de electricidad en 2050. En este año, el 4% restante se suple con combustibles renovables como pueden ser el bioetanol o el biodiésel. Para conseguir alcanzar este resultado, **se reduce el consumo de petróleo en la década de 2020 de forma drástica, al final de la cual supone un 35% del mix**.

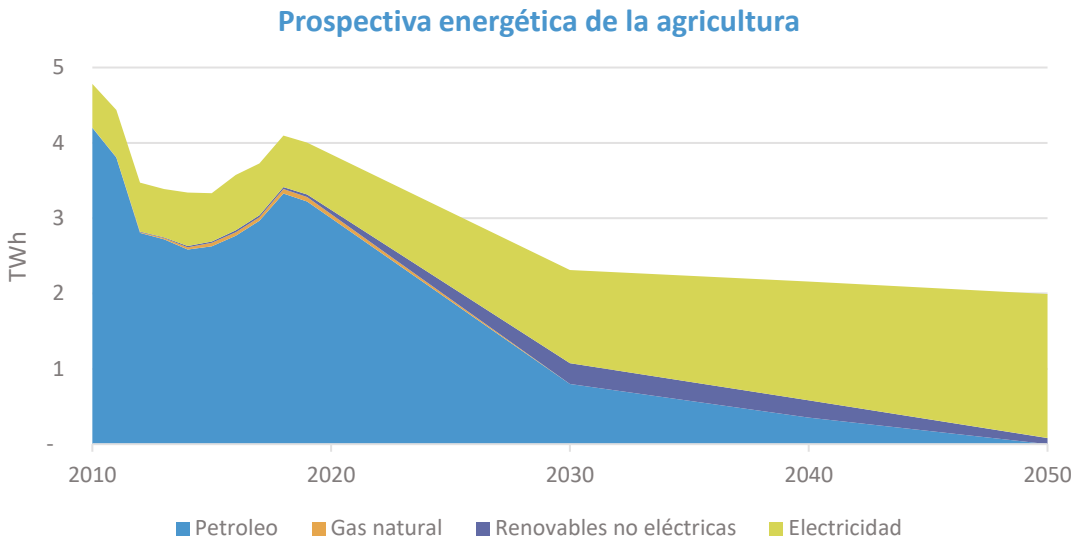

Figura 70. Prospectiva energética de la agricultura a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva energética de la agricultura								
Energía	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	3.222	81%	800	35%	352	16%	-	0%
Gas natural	59	1%	-	0%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas[16]	35	1%	275	12%	229	11%	82	4%
Electricidad	686	17%	1.236	53%	1.580	73%	1.913	96%
Total	**4.002**	**4%**	**2.311**	**3%**	**2.160**	**3%**	**1.995**	**3%**

[16] Incluye biogás, biomasa y biocombustibles.

Tabla 56. Prospectiva energética de la agricultura a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Como hemos indicado anteriormente, **la bajada de demanda energética del sector no está ligada al crecimiento económico.** Esto se debe a que se reducen las necesidades energéticas para la misma producción agrícola, es decir, **se reduce la intensidad energética del sector.** Mientras que en el año 2019 son necesarios 35 MWh para generar un millón de euros, se estima que, a través de las medidas de eficiencia y de reducción de la demanda, sus necesidades energéticas disminuirán a 17,4 MWh/M€ en 2030, es decir más del 50%. Esta cifra continuaría reduciéndose a 14,3 y 11,6 MWh/M€ en los años 2040 y 2050, respectivamente.

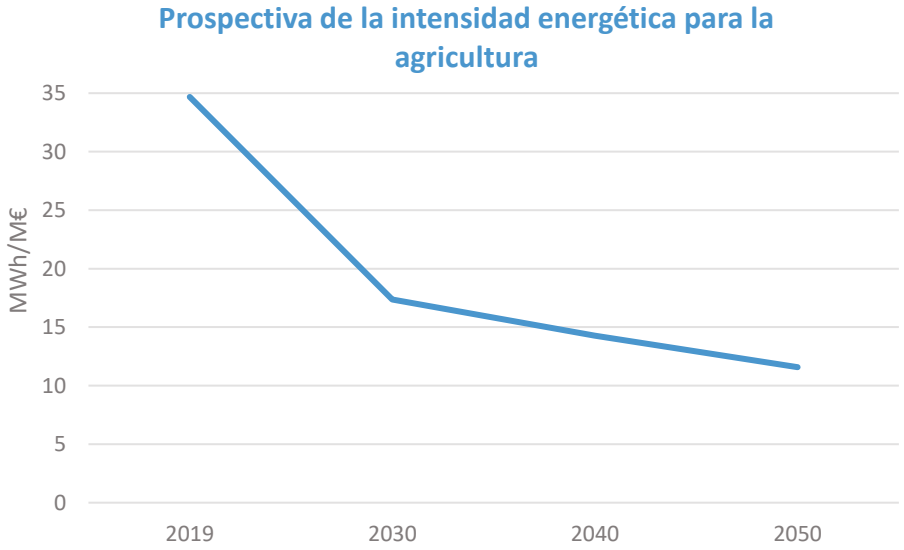

Figura 71. Prospectiva de la intensidad energética para la agricultura.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la intensidad energética para la agricultura				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Intensidad energética (MWh/M€)	35	17,4	14,3	11,6
Variación $_{2019}$	-3%	-49,9%	-59,1%	-66,9%

Tabla 57. Prospectiva de la intensidad energética para la agricultura.
Fuente: elaboración propia.

Gracias a que se elimina por completo la dependencia de los combustibles fósiles, se producirá una **descarbonización completa del sector en 2050 desde el punto de vista energético[17].**

En cuanto a las emisiones[18], la descarbonización del sector supondría una **reducción de emisiones desde 2019 del 69% hasta 2030 y del 85% hasta 2040.**

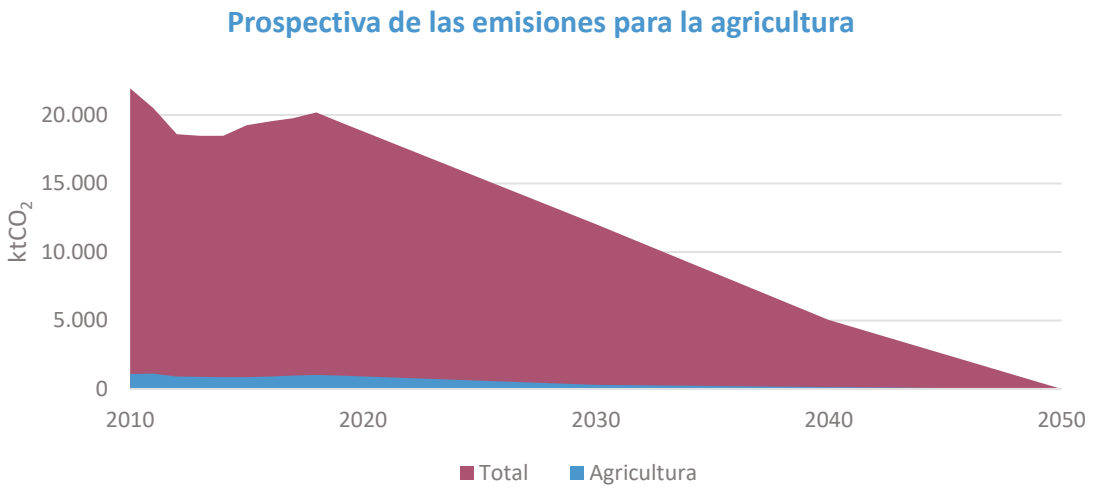

Figura 72. Prospectiva de las emisiones del sector agricultura.
Fuente: Modelo Fundación Renovables. Elaboración propia.

Prospectiva de las emisiones para la agricultura				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Emisiones de la agricultura ($ktCO_2$)	986	306	144	0
% sobre el total de emisiones	5%	3%	3%	0%
Variación $_{2019}$	-	-69%	-85%	-100%
Total de emisiones ($ktCO_2$)	19.495	12.030	5.031	0

Tabla 58. Prospectiva de las emisiones del sector agricultura.
Fuente: Modelo Fundación Renovables. Elaboración propia.

Esta prospectiva de la agricultura se obtiene evaluando el futuro que va a tener el sector tras estudiar su estado actual y sus necesidades energéticas. Así, se ha desgranado en cuatro grandes grupos: movilidad pesada, movilidad ligera, maquinaria (incluyendo el riego) y necesidades de calor.

[17] Existen otras emisiones en el sector no asociadas a la energía para las que se necesitarán medidas de descarbonización propias.
[18] Emisiones del procesado de la energía de la agricultura.

Movilidad pesada en la agricultura

Este grupo incluye el uso de maquinaria motorizada como tractores, cosechadoras, camiones etc., cuyo uso en 2019 supuso un 60% de la demanda total del sector. Dicha demanda dependía en un 100% del petróleo, pero las previsiones realizadas suponen que en la movilidad pesada se alcance el 90% de la electrificación en el año 2050, a través de un cambio progresivo en cada década. Se comenzará por sustituir las fuentes fósiles de las máquinas actuales por bioetanol o biodiésel, manteniendo así los motores actuales, para después sustituir la maquinaria con motor de combustión por otra con motor eléctrico. El 10% restante de la demanda residual en 2050 se supliría con los biocombustibles mencionados anteriormente. Esta electrificación supondría un aumento de la eficiencia y, por lo tanto, una disminución de la energía primaria. Esta reducción se sumará a otra derivada de la adopción de buenas prácticas en el sector, que abarcan desde la adaptación de la forma de las parcelas a una más regular, a la adquisición de maquinaria de un tamaño óptimo para la dimensión de la parcela. En total, **la demanda se reducirá de 2,4 TWh a 0,8 TWh, un 67% menos.**

Maquinaria y riego en la agricultura

El siguiente subsector que más energía consume es el de maquinaria y riego (30% en 2019) que incluye el uso de prensas, cintas transportadoras o pivots mecanizados, entre otros. Es el subsector más electrificado de todos, con un 55% de electricidad, frente al 45% restante de petróleo. Como este tipo de maquinaria es fija, se considera que en 2030 se electrifica el 90%. El 10% restante, continuará siendo dependiente del petróleo hasta el año 2040. Al ser el subsector más electrificado, también es el más eficiente, por lo que es el que menos reduce su demanda, **pasando de un consumo de 1,2 TWh en 2019 a 1 TWh en 2050, un 20% menos.**

Movilidad ligera en la agricultura

El 5% de la demanda en la agricultura es debida a la movilidad ligera, que incluye el uso de camionetas en las propias fincas o para desplazamientos a puntos cercanos. Debido a que los recorridos que se tienen que hacer son cortos, no se requieren vehículos con gran autonomía, además de poder implementar la bicicleta eléctrica, estimando una electrificación progresiva hasta alcanzar la cifra del 100% en el año 2050. Al ahorro energético y al aumento de eficiencia por electrificar la movilidad ligera, se le suma una bajada de la demanda por la optimización de rutas, suponiendo todo, la disminución **de 200 GWh a 56 GWh, un 75% menos.**

Necesidades caloríficas en la agricultura

Por último, también con un 5% de la demanda total, se encuentra el subsector de calor, dedicado a secado y tratamiento térmico, que es el subsector con un mix más repartido: 40% de petróleo y 20% tanto de electricidad, como de gas natural y renovables no eléctricas. Los combustibles fósiles se van sustituyendo cada década por bombas de calor. Finalmente, se alcanza un 100% de electrificación, con lo que se consigue **una reducción de la demanda de los 200 GWh iniciales en 2019 a 77 GWh en 2050, un 62% menos.**

Industria

El **sector industrial evoluciona de un consumo de 31 TWh en 2019 a 29 TWh en 2030, para pasar a 34 TWh en 2050**, un aumento del 12% con respecto a 2019. La industria es un sector que, por las características de su demanda de energía, presenta más dificultades para ser descarbonizado. Aun así, el consumo de petróleo se reduce a cero en 2030, gracias a la electrificación de ciertas actividades, y el gas natural se elimina de la industria en 2050 por el despliegue de hidrógeno y biogás. Debemos remarcar que esta prospectiva apuesta por un modelo eléctrico, utilizando el hidrógeno verde únicamente allí donde se necesitan altas demandas de energía y con la visión de que este hidrógeno se debe producir en el mismo lugar que se consume, es decir, la producción del hidrógeno se hace en planta, evitando así su transporte y los altos costes económicos, energéticos y medioambientales que conlleva la construcción de hidroductos.

En la década actual la electrificación de la demanda (cuyo porcentaje pasa del 23% al 40% en este periodo) provoca un aumento de la eficiencia y, por tanto, una reducción de la demanda, reducción mayor que el aumento del consumo causado por el desarrollo económico, lo que implica que la demanda energética disminuye en 2030. Sin embargo, en las próximas dos décadas se produce una penetración más ligera de electricidad (49% en 2040 y 59% en 2050) a la vez que se desarrollará el hidrógeno renovable y como consecuencia la demanda energética aumentará. De hecho, en las décadas de 2030 y 2040 los actores principales del cambio son el hidrógeno y el biogás. Este tipo de tecnologías, todavía emergentes, alcanzarán el grado de madurez necesario a partir de 2030, comenzando a cubrir las necesidades energéticas de los subsectores más intensivos en energía. Hasta entonces, y como se ha mencionado anteriormente, se electrifican todas las industrias que tienen potencial para hacerlo.

El **petróleo**, que en 2019 representaba el 8% de la demanda energética, **deja de ser utilizado por completo en el año 2030**. El **gas natural se reduce en todas aquellas actividades en las que se puede sustituir por electricidad**. Esto hace que pase del 63% en 2019 al 49% de la demanda industrial en 2030. A partir de este año se estima que los combustibles de origen renovable pasan a ser la alternativa, causando que la demanda de

gas natural se reduzca hasta el 23% en 2040 y **consiguiendo su desaparición en 2050, logrando la descarbonización total de la industria**. Las renovables no eléctricas en 2019 representaban el 6% (constituidas en su mayoría por biomasa tradicional) pasan en 2030 al 8% (2,3 TWh), al 13% (4 TWh) en 2040 y al 16% (5,5 TWh) en 2050. En estas décadas el biogás sustituye a la biomasa convencional. Tanto el biogás como el hidrógeno es utilizado en industrias con altas demandas. El uso del hidrógeno verde comienza en la década 2020-2030, al final de la cual supone un 3% (870 GWh) de la demanda. Aumenta en las décadas siguientes hasta suponer un 15% (5 TWh) y un 25% (8,6 TWh) en 2040 y 3050 respectivamente.

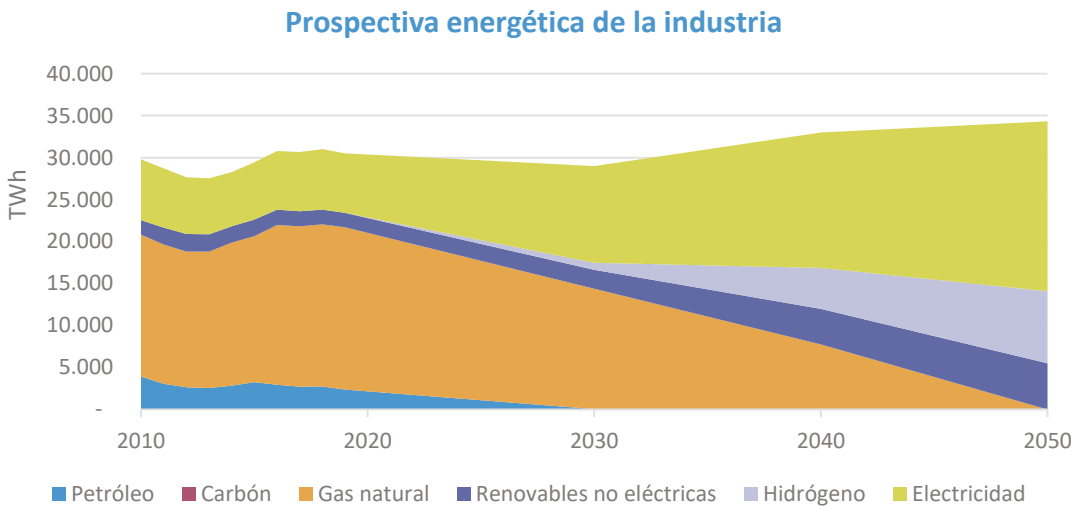

Figura 73. Prospectiva energética de la industria a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva energética de la industria								
Energía	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	2.361	8%	37	0%	-	0%	-	0%
Carbón	7	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	19.341	63%	14.332	49%	7.747	23%	-	0%
Renovables no eléctricas	1.721	6%	2.250	8%	4.232	13%	5.509	16%
Electricidad	7.083	23%	11.497	40%	16.121	49%	20.232	59%
Hidrógeno	0	0%	870	3%	4.883	15%	8.580	25%
Total	**30.513**	**31%**	**28.985**	**38%**	**32.982**	**50%**	**34.321**	**52%**

Tabla 59. Prospectiva energética de la industria a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Este sector es el único que aumenta el consumo energético debido al crecimiento económico que se espera en la Comunidad, y **a pesar de que su intensidad energética disminuye** a través de las diferentes medidas que se deben implantar (electrificación,

mejora de la eficiencia, buenas prácticas). En el año 2019, se necesitaban 264 MWh para generar un millón de euros. En 2050, las medidas implementadas hacen que únicamente se requieran 199 MWh para producir el mismo valor, un 25% menos de energía.

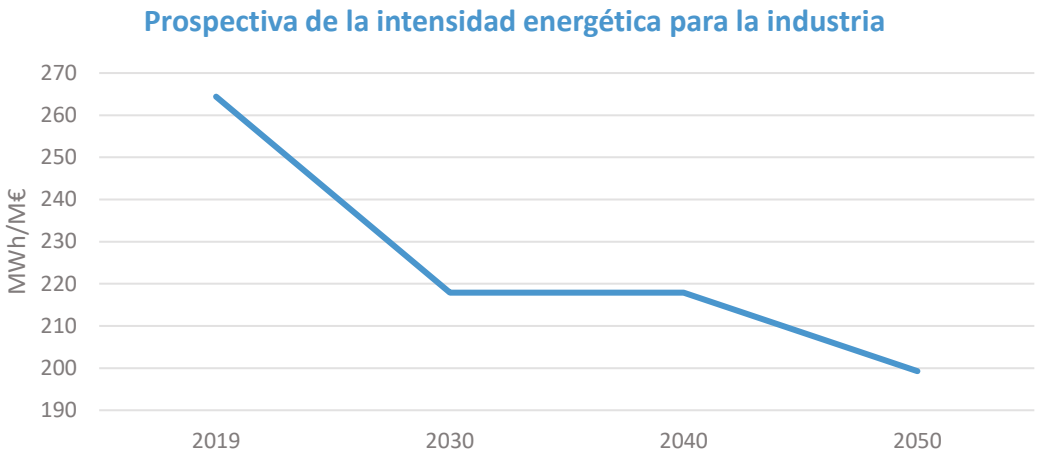

Figura 74. Prospectiva de la intensidad energética para la industria.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la intensidad energética para la industria				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Intensidad energética (MWh/M€)	264	218	218	199
Variación $_{2019}$	-	-18%	-18%	-25%

Tabla 60. Prospectiva de la intensidad energética para la industria.
Fuente: elaboración propia.

En el sector industrial, de forma similar a lo que sucedía en el agrícola, se consigue descarbonizar por completo la demanda energética, aunque existen otras emisiones ligadas a la industria y al tratamiento de aguas y residuos (enmarcado en este sector) que no provienen del procesado de energía, como pueden ser el uso de refrigerantes o las emisiones de gases formados en distintos procesos. En un escenario de descarbonización de la economía, y no solo del sector energético, estas emisiones también deberían ser eliminadas.

A través de medidas de ahorro, eficiencia, electrificación y usos de nuevos combustibles se logra una **reducción de emisiones desde 2019 del 27% hasta 2030 y del 59% hasta 2040.**

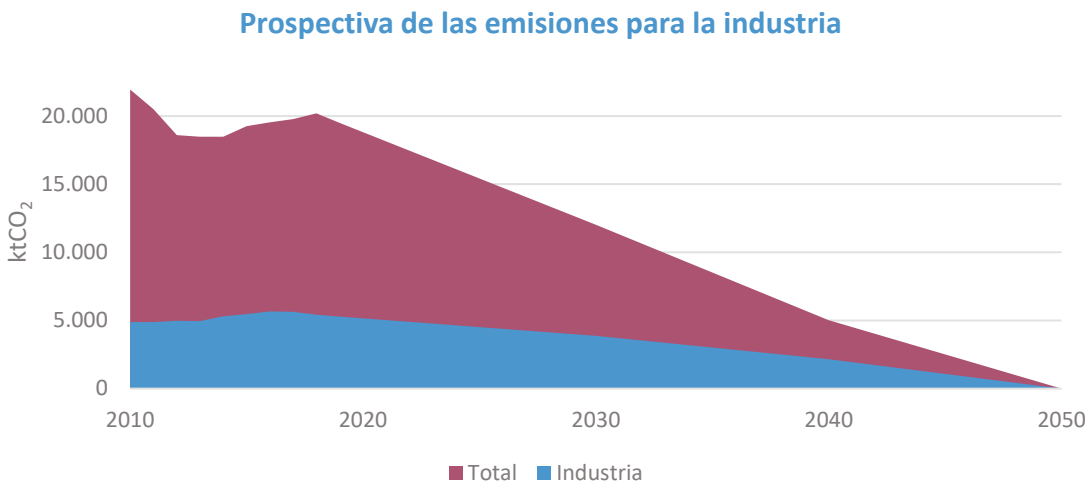

Figura 75. Prospectiva de las emisiones para la industria.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de las emisiones para la industria				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Emisiones de la industria ($ktCO_2$)	5.282	3.866	2.149	0
% sobre el total de emisiones	27%	32%	43%	0%
Variación $_{2019}$	-	-27%	-59%	-100%
Total de emisiones ($ktCO_2$)	19.495	12.611	5.583	0

Tabla 61. Prospectiva de las emisiones para la industria.
Fuente: elaboración propia.

A partir de datos del Instituto Valenciano de Estadística, en 2019 **la industria cerámica consumió el 50% de los recursos energéticos del sector**. Le sigue la industria química (13%), la alimentaria (10%) y la metalúrgica (8%). **Estas cuatro industrias suman el 81% y por ello son las más críticas** para alcanzar la descarbonización en este sector.

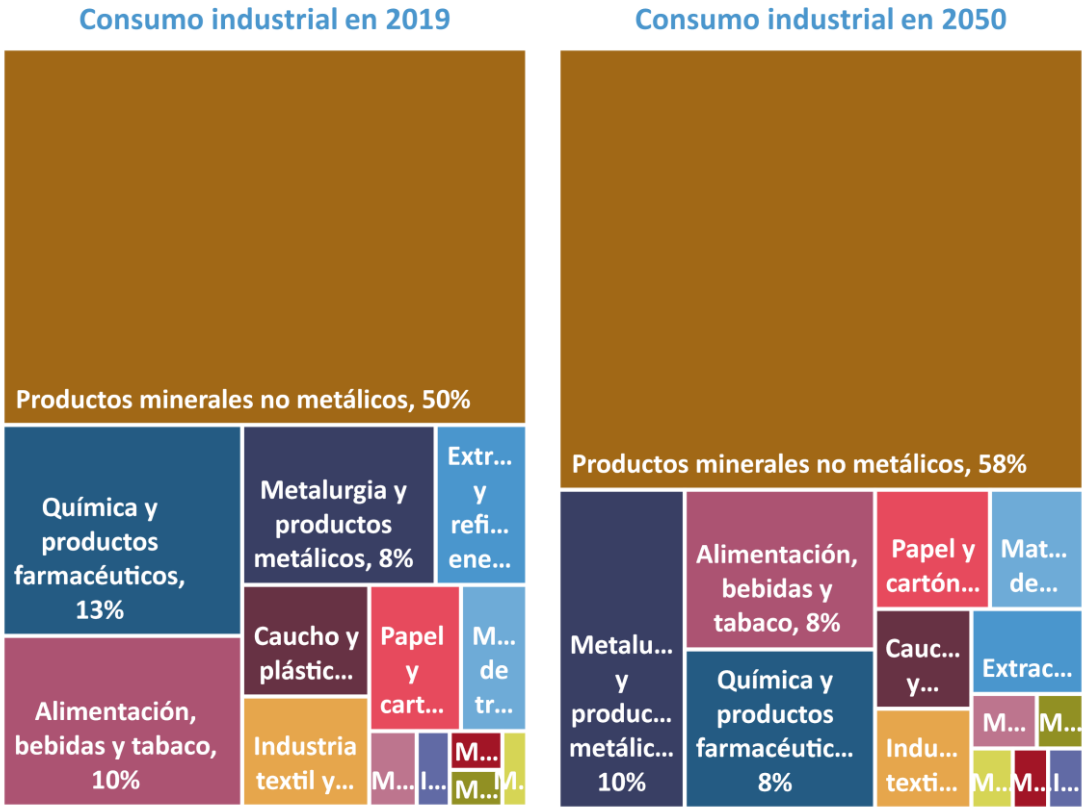

Figura 76. Distribución energética de industrias en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia.

Distribución energética por tipos de industrias				
Industrias	2019 (2020)		2050	
	GWh	%	GWh	%
Productos minerales no metálicos	15.158	50%	19.921	58%
Química y productos farmacéuticos	3.877	13%	2.604	8%
Alimentación, bebidas y tabaco	3.137	10%	2.614	8%
Metalurgia y productos metálicos	2.373	8%	3.466	10%
Extractivas y refino; energía, agua y residuos	1.121	4%	817	2%
Caucho y plástico	1.088	4%	827	2%
Industria textil y de la confección	1.070	4%	825	2%
Papel y cartón; artes gráficas	1.031	3%	1,183	3%
Material de transporte	742	2%	961	3%
Manufacturas diversas; reparación e instalación de maquinaria y equipo	275	1%	308	1%
Industria del cuero y del calzado	191	1%	181	1%
Maquinaria y equipo	157	1%	183	1%
Material y equipo eléctrico, electrónico	148	<1%	219	1%
Madera	144	<1%	214	1%
Total	**30.513**	**100%**	**34.321**	**100%**

Tabla 62. Distribución energética por tipos de industrias en la Comunidad Valenciana.
Fuente: elaboración propia.

Industria cerámica (productos minerales no metálicos)

En **2019**, el **78%** de los recursos energéticos de esta industria se suplieron con **gas natural**. Para **2030**, el porcentaje de **gas natural debe reducirse al 63%**, gracias a la **electrificación (20% del consumo en 2030**) y al **biogás** que, solo en industria cerámica consume **1,9 TWh, el 84% del consumo total de biogás en la Comunidad Valenciana**. El biogás tiene un papel principal en la descarbonización de la industria cerámica valenciana debido a sus las altas necesidades energéticas. **El hidrógeno verde en 2030 únicamente cubre el 5% de la demanda de esta industria**. Una vez madurada la producción de hidrógeno verde, con previsión para la década de 2030, la industria cerámica comenzará a nutrirse de este vector energético pasando a representar **el 25% en 2040 y el 40% en 2050**, 8 TWh (203.045 toneladas de H_2), siendo el porcentaje de electricidad para este año del 35% y de biogás del 25%, que para entonces habrá aumentado hasta 5 TWh.

Industria química

La industria química valenciana suplió el 62% de su demanda energética con gas natural y el 9% con petróleo en 2019, representando la electricidad el 23% y las renovables no eléctricas el 6% restante. **Los objetivos de descarbonización en esta industria están ligados directamente a la electrificación**. Para 2030, el 49% de la demanda debe estar electrificada, en 2040 el 70% y en 2050 el 100%. La demanda no eléctrica en la transición desde 2030 hasta 2050 se cubre con gas natural principalmente.

Industria de la alimentación

La industria de la alimentación consumió en 2019 el 48% de su demanda con gas natural. Sus procesos térmicos no son tan excesivamente intensivos en energía como en el caso de la cerámica o la metalurgia, cuyos tratamientos térmicos requieren altas temperaturas (por encima de 500ºC). Como tal, **se considera que la industria alimentaria tiene capacidad para ser electrificada y es por ello por lo que, en 2050, el 95% del consumo se suple con electricidad. El 5% restante se cubre con biogás**, dado que con procesos de economía circular se puede convertir el residuo de esta industria en su propia fuente de energía.

Industria metalúrgica

La industria metalúrgica, al igual que la cerámica, requiere procesos energéticamente intensivos y de alta entalpía, en los que las altas temperaturas solo se pueden alcanzar en la actualidad de una manera costo-eficiente con fueles de alta densidad energética. En 2019, la mitad (49%) de la demanda metalúrgica era en forma de gas natural, el 16% de petróleo, el 29% de electricidad y el 6% de renovables no eléctricas. **El consumo de petróleo desaparece en 2030**. En el proceso de descarbonización, el gas natural se reduce

hasta el 39% en 2030, hasta el 20% en 2040 y se elimina completamente en 2050. La reducción de combustibles fósiles se cubre con electricidad, que aumenta progresivamente desde el 50% de la demanda en 2030 hasta el 70% en 2050, además de biomasa e hidrógeno. En 2050, la biomasa y el hidrógeno representan el 15% de la demanda energética en la industria metalúrgica, respectivamente.

Además de por la electrificación, también se considera una reducción del consumo energético a través de mejores prácticas.

Transporte

El sector transporte es el sector que más ve afectada su demanda energética en términos absolutos. Su consumo en 2019 era de 40 TWh, en 2030 se reduce a 28 TWh (31% menos con respecto a 2019), a 18 TWh en 2040 y a 17 TWh en 2050, **una reducción del 57%** con respecto a 2019. **Actualmente, el 92% se suple con petróleo (37 TWh), suponiendo, a su vez, el 38% del total de petróleo que consume la Comunidad Autónoma.** El escenario de descarbonización requiere reducir el consumo de petróleo al 76% en 2030 (21 TWh) y al 40% en 2040 (7 TWh) hasta llegar a cero en 2050.

Para su sustitución **la apuesta por la electricidad es prioritaria**, por lo que el grado de electrificación ha de crecer del **4% en 2019 al 18%, 51% y 81% en 2030, 2040 y 2050,** respectivamente. Del mismo modo, especialmente en la década de 2040, se incrementa el uso de **biocombustibles para el transporte ligero y por carretera**. Dichos biocombustibles (renovables no eléctricos) que en 2019 representaban el 5% del consumo en transporte, aumentan al 6% en 2030 y 2040 y al 13% en 2050.

Además**, se implanta el uso de nuevos combustibles entre la década de 2030 y 2040 como el hidrógeno o el amoniaco para transportes cuya electrificación resulta más complicada,** como el marítimo o la aviación. Estos combustibles supondrán el 3 y el 6% de la demanda en transporte en los años 2040 y 2050 respectivamente.

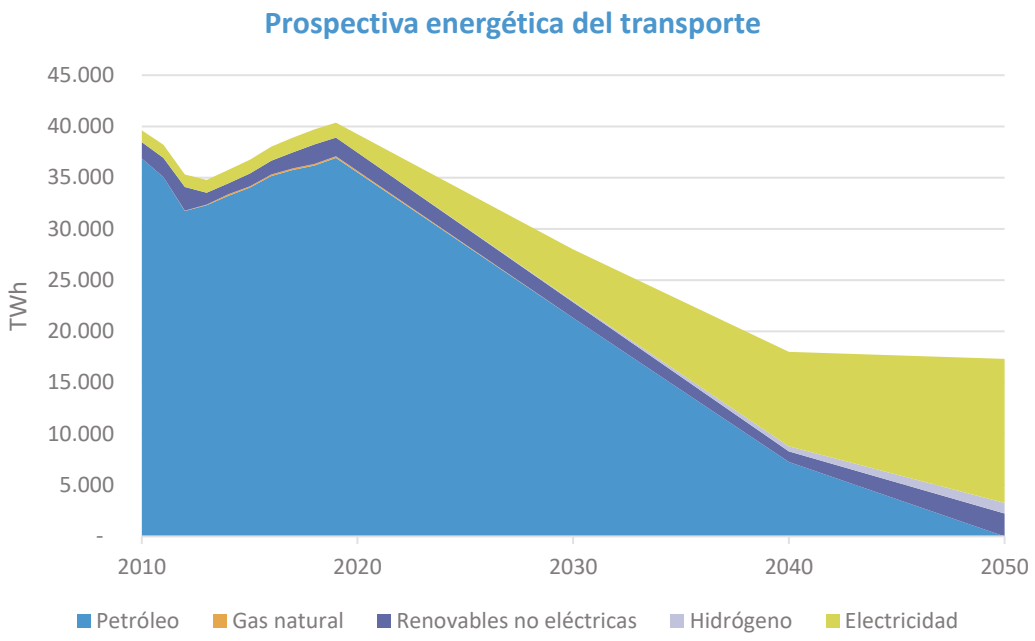

Figura 77. Prospectiva energética del transporte a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva energética del transporte								
Energía	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	36.925	91%	21.308	76%	7.265	40%	-	0%
Gas natural	163	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	1.826	5%	1.535	6%	1.028	6%	2.238	13%
Electricidad	1.454	4%	5.045	18%	9.212	51%	14.044	81%
Hidrógeno	0	0%	112	0%	514	3%	1.033	6%
Total	**40.368**	**41%**	**28.000**	**37%**	**18.019**	**27%**	**17.315**	**26%**

Tabla 63. Prospectiva energética del transporte a 2050.
Fuente: elaboración propia.

La intensidad de energía del transporte es la que más se reduce dentro de la economía, tanto en términos absolutos como relativos. En 2019 eran necesarios 350 MWh para producir un millón de euros en el sector transporte, un consumo incluso más alto que el industrial. Esto se debe a que el valor añadido del sector siempre involucra el movimiento de gran maquinaria: barcos mercantes, camiones, autobuses, aviones y coches. Teniendo en cuenta estos datos, las medidas contempladas en este escenario reducen la intensidad hasta 210 MWh/M€ en 2030, 119 MWh/M€ en 2040 y 100 MWh/M€ en 2050, una reducción del 72% con respecto a su valor actual.

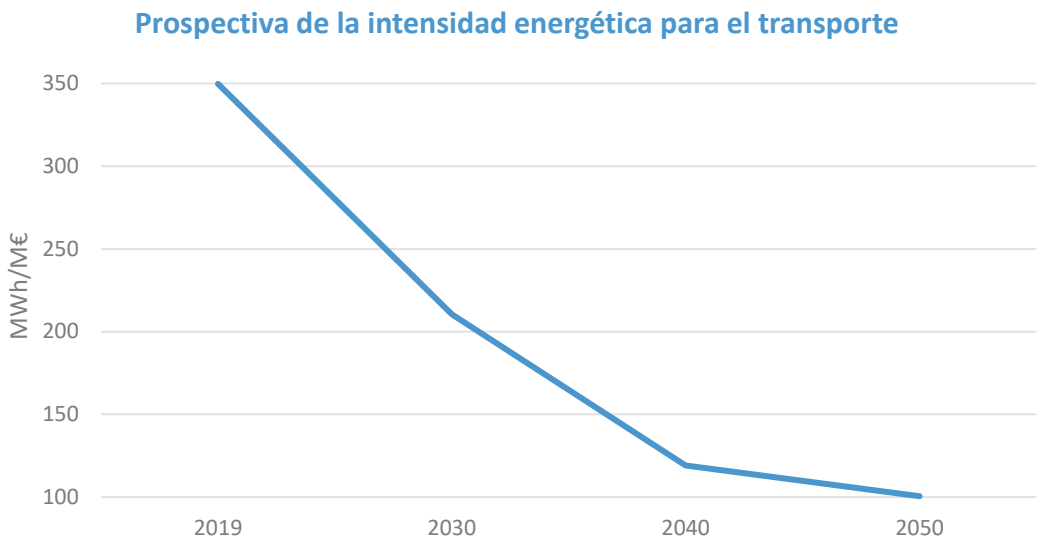

Figura 78. Prospectiva de la intensidad energética para el transporte.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la intensidad energética para el transporte				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Intensidad energética (MWh/M€)	350	210	119	100
Variación $_{2019}$	-	-39,8%	-66%	-72%

Tabla 64. Prospectiva de la intensidad energética para el transporte.
Fuente: elaboración propia.

El sector del transporte es clave en la descarbonización porque es el que más demanda energética tiene, además de las emisiones por la gran presencia de petróleo y sus derivados en el mix energético. Como se ha podido observar, el cambio modal y el avance tecnológico conducen a su descarbonización con **una reducción de las emisiones desde 2019 del 37% en 2030 y del 77% en 2040**.

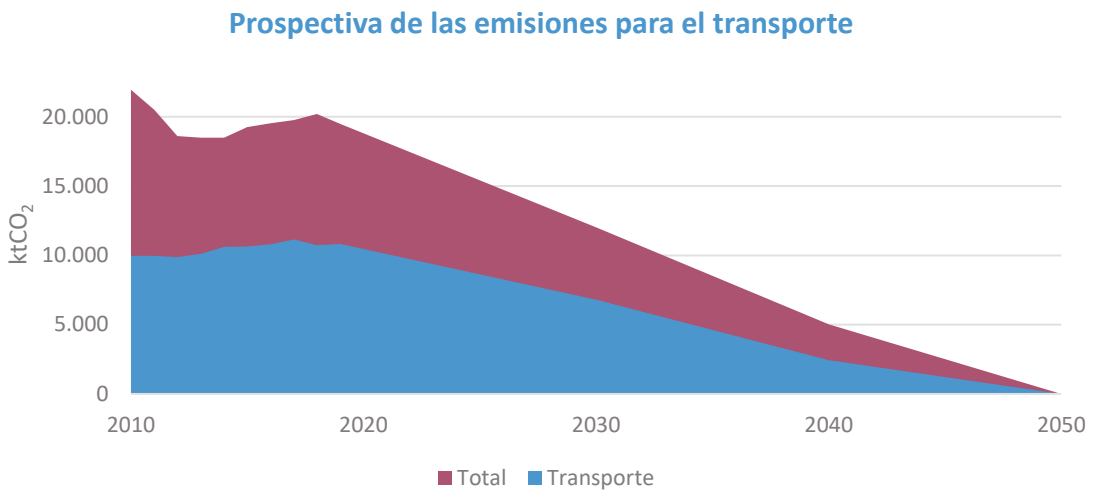

Figura 79. Prospectiva de las emisiones para el transporte.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de las emisiones para el transporte				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Emisiones del transporte ($ktCO_2$)	10.832	6.794	2.433	0
% sobre el total de emisiones	56%	56%	49%	0%
Variación $_{2019}$	-	-37%	-77%	-100%
Total de emisiones ($ktCO_2$)	19.495	12.611	5.583	0

Tabla 65. Prospectiva de las emisiones en el sector transporte.
Fuente: elaboración propia.

En 2019 el **transporte por carretera representaba el 89%** del consumo de energía dentro del sector y el transporte aéreo, marítimo y ferroviario, consumían el 7%, el 3% y el 1% del sector, respectivamente.

Transporte por carretera

El transporte por carretera a su vez se divide en movilidad ligera (72%) y transporte pesado (28%). La estrategia de descarbonización comienza con una **electrificación temprana de la movilidad por tierra** (carretera y ferroviaria). La flota de transporte pesado (camiones, autobuses…), alcanza una electrificación del 10% que, sumado al consumo actual de renovables no eléctricas (biocombustibles), reducen el porcentaje de petróleo al 80%. En la siguiente década, el 50% de la flota estará electrificada y para 2050, el 90% del transporte pesado consumirá electricidad y un 10% restante renovables no eléctricas.

De forma paralela a esta electrificación, **se ha de producir un cambio modal y/o de uso** (como el car-sharing o car-pooling) en el que el peso energético del transporte de

mercancías por carretera se reduce en favor de transporte ferroviario, bajando el consumo del primero hasta solo representar un 10% del total en 2050. El mismo cambio modal se produce en movilidad ligera de manera que el transporte de pasajeros se realiza en transporte público, principalmente vía metro, cercanías y autobuses, pasando del 64% en 2019 al 32% en 2050. Dentro del mix energético de transporte ligero, es necesaria una electrificación del 20% de la flota para 2030, del 55% en 2040 y del 100% en 2050.

Transporte ferroviario

El tren **es el modo de transporte por el que se ha de apostar y es el que más crece por uso**, por lo que su demanda energética aumenta notablemente. De representar el 1% del consumo (0,5 TWh) en 2019 pasará al 39% en 2050 (6,8 TWh). Actualmente, la mayoría del consumo en transporte ferroviario es de electricidad (un 90% en 2019) línea que se debe seguir hasta alcanzar el 100%.

Transporte marítimo

El transporte marítimo, que se alimenta actualmente a través de motores diésel y combustibles fósiles, alcanza un **10% de electrificación en 2030 y un 10% de consumo de hidrógeno o amoniaco en el mismo año**. En 2040, el consumo de petróleo se reduce al 45% y se electrifica hasta el 15%. En esta década es cuando se requiere **un despliegue ambicioso del hidrógeno y el amoniaco**, por lo que debería lograrse que, en 2040, el 40% se supliera con estas. En 2050, este porcentaje aumenta hasta el 85%, produciéndose la descarbonización completa del transporte marítimo con la electrificación del 15% restante.

Transporte aéreo

Por último, la aviación que hoy en día consume alrededor de 3 TWh, un 7% del sector transporte, ve **drásticamente reducida su demanda**. **Se considera la prohibición de los vuelos peninsulares, así como el cambio modal de pasajeros y mercancías hacia el sector ferroviario y marítimo,** lo que hace que el consumo vaya disminuyendo progresivamente hasta 2 TWh en 2050, un 33% menos con respecto al consumo en 2019.

A su vez, esta descarbonización requiere la introducción de combustibles renovables, por lo que, en 2040, el 30% de la aviación consume hidrógeno y amoniaco y el 100% en 2050.

Residencial

El sector residencial tiene un enorme potencial de mejora en la Comunidad Valenciana, lo que permitiría obtener una **reducción de la demanda actual de 12,8 TWh a 4,9 TWh,** un 62% menos.

Las necesidades y las características que tiene este sector hacen que electrificarlo al 100% sea sencillo. De hecho, en 2019 ya se encontraba electrificado en un 59%, por lo que se puede conseguir una electrificación del 99% en 2040 (suponiendo un 1% de biomasa). **El petróleo**, que es minoritario en la actualidad, **desaparece por completo en 2030** y el gas natural se reduciría a un 10% en el mismo año.

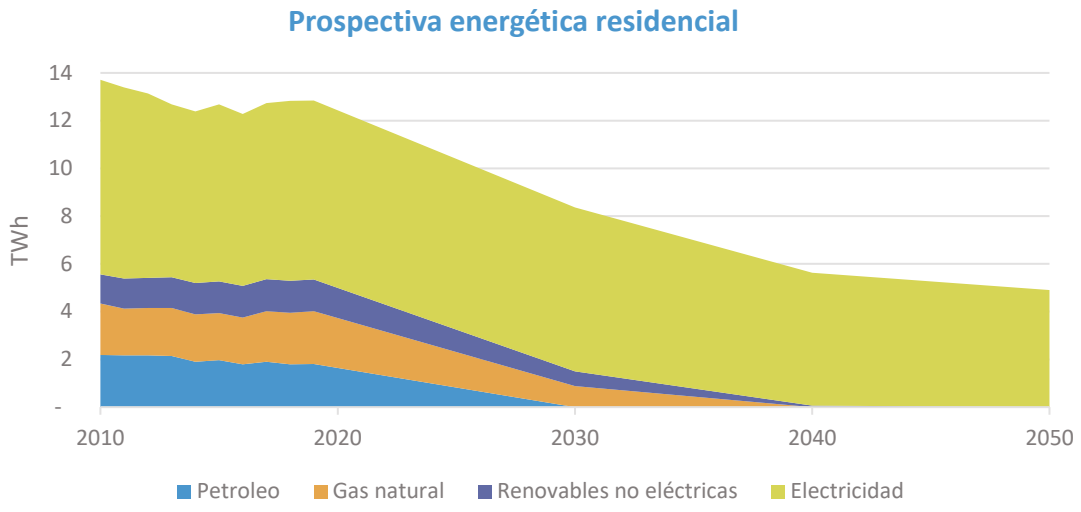

Figura 80. Prospectiva energética residencial a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva energética residencial								
Energía	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	1.803	14%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	2.210	17%	884	11%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	1.337	11%	613	7%	60	1%	-	0%
Electricidad	7.490	58%	6.867	82%	5.575	99%	4.903	100%
Total	**12.840**	**13%**	**8.364**	**11%**	**5.635**	**9%**	**4.903**	**7%**

Tabla 66. Prospectiva energética del residencial a 2050.
Fuente: elaboración propia.

En este sector se considera que la variación de la demanda, además de estar asociada al ahorro y a medidas de eficiencia, está ligada a la variación demográfica, que en este caso decrece a un ritmo anual de 0,25 desde 2019, de acuerdo a la tendencia histórica. **La intensidad energética per cápita también se ve reducida en un 33% desde 2019 hasta 2030 y en un 54% y un 59% hasta 2040 y 2050, respectivamente**. Las medidas de eficiencia como mejoras del aislamiento o cerramientos han de planificarse en un plan de rehabilitación energética del parque de viviendas.

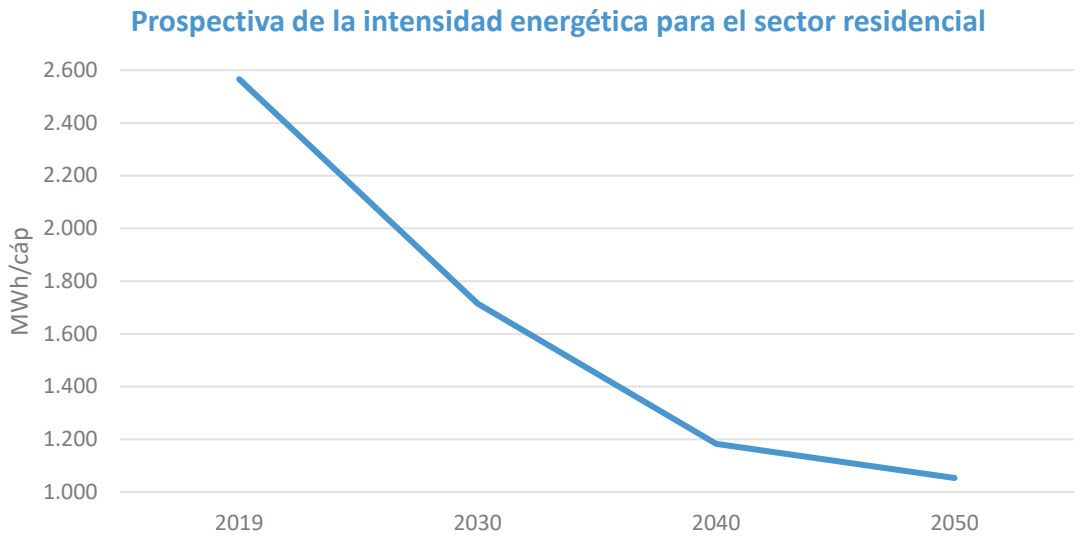

Figura 81. Prospectiva de la intensidad energética para el sector residencial.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la intensidad energética para el sector residencial				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Intensidad energética (MWh/cáp)	2.566	1.715,1	1.182,8	1.053,5
Variación $_{2019}$	-	-33,2%	-53,9%	-58,9%

Tabla 67. Prospectiva de la intensidad energética para el sector residencial.
Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de las emisiones**, el sector residencial es el más sencillo de descarbonizar, ya que no requiere del uso de nuevas tecnologías**. En este sentido, se puede conseguir una reducción del 62% hasta 2030 y del 91% hasta 2040. A pesar de que este sector se considera descarbonizado para 2040, sigue habiendo emisiones ligadas al consumo de electricidad, pues hasta 2050 no se consigue descarbonizar por completo el sistema eléctrico, como se explicará más adelante.

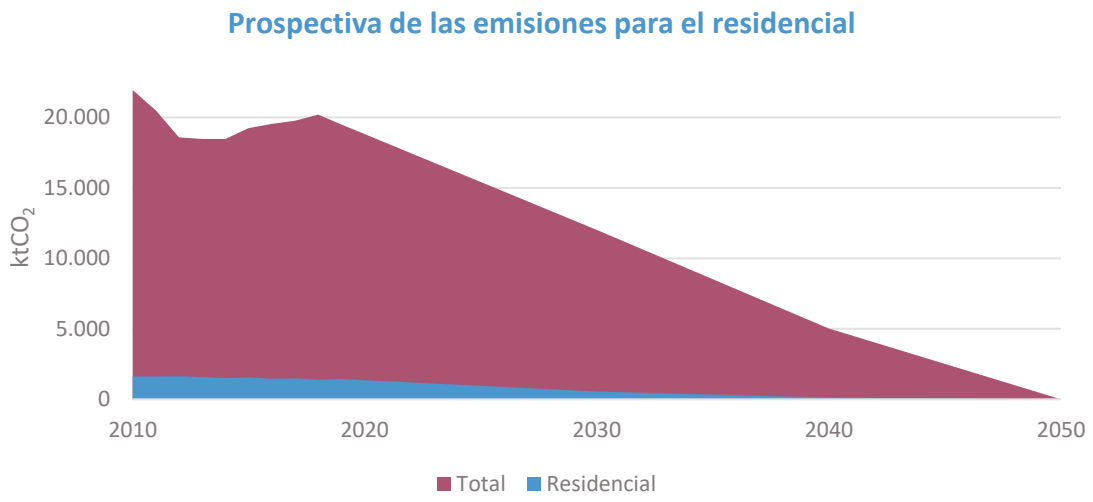

Figura 82. Prospectiva de emisiones para el sector residencial.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de emisiones para el sector residencial[19]				
	2019 (2020)	**2030**	**2040**	**2050**
Emisiones del sector residencial ($ktCO_2$)	1.425	540	128	0
% sobre el total de emisiones	7%	4%	3%	0%
Variación $_{2019}$		-62%	-91%	-100%
Total de emisiones ($ktCO_2$)	19.495	12.030	5.031	0

Tabla 68. Prospectiva de las emisiones para el sector residencial.
Fuente: elaboración propia.

De forma análoga al resto de sectores, para alcanzar estos resultados, se han estudiado los principales usos energéticos del sector residencial y se ha dividido en: calefacción, agua caliente sanitaria (ACS), electrodomésticos, cocina, iluminación y refrigeración.

Climatización

La climatización, que incluye tanto calefacción (41%) como refrigeración (5%), **consume la mayor parte de la energía del sector residencial**. Pero, antes de valorar formas de mejorar el mix energético del primer subsector (ya que el segundo se encuentra completamente electrificado) **se conseguirá un importante ahorro de energía a través de intervenciones en los elementos pasivos** con la puesta en marcha de un ambicioso plan de rehabilitación de los edificios y con la inclusión de un mayor grado de aislamiento de la envolvente y de los cerramientos.

[19] Emisiones procedentes de la parte del procesado de la energía para el sector residencial

La calefacción, además de ser el subsector que más energía consume, es el segundo que más combustibles fósiles tiene en su mix energético. Actualmente, consta de un 41% de electricidad, del que el 8% se consume a través de bombas de calor y el 33% restante por radiadores o calderas eléctricas, mucho menos eficientes que las anteriores. El resto de la calefacción actualmente depende de calderas, que en el 25% de los casos son de gas, en el 20% de biomasa y en el 14% restante de productos petrolíferos. **En el año 2030, todas las calderas que funcionan con gasóleo, butano o con el resto de los productos petrolíferos deben realizar el cambio a bomba de calor, que es el sistema más eficiente y que menos consume**, no solo por la tecnología en sí, sino también por las ventajas que presenta frente a la calefacción central por adaptarse mejor a un consumo individual. De esta forma, se eliminarían estos combustibles en 2030 y **2040 debe ser el año limite para sustituir las calderas de gas natural**.

Agua caliente sanitaria (ACS)

El ACS es el que más depende de combustibles fósiles en el mix energético y el segundo subsector que más energía consume en el sector residencial, un 20%. El gas natural y el petróleo suponen, cada uno, el 36% de la demanda. **En 2030, la totalidad de los equipos que utilizan productos petrolíferos deben ser eléctricos**, al igual que en el caso anterior, se conserva un 20% residual de gas natural en el subsector **y se consigue descarbonizar en 2040.**

Cocina

La cocina supone el 7% del consumo energético y el gas natural el 40% de este subsector. **Estas cocinas de gas se sustituirán en su mayor parte en 2030 por cocinas de inducción,** dejando un 10% que se irá sustituyendo paulatinamente en la siguiente década. Las cocinas vitrocerámicas pasarán del 30% del consumo actual a un 10% en 2040, ya que tienen menor eficiencia que las de inducción.

Iluminación

La iluminación, al ser un subsector ya electrificado no necesita un proceso de descarbonización, pero se produce una mejora de su eficiencia. Esto se consigue a través de buenas prácticas, como apagar la luz cuando no se está utilizando y cambiando las bombillas estándares, de bajo consumo y halógenas, por LEDs o incorporando detectores de presencia en las zonas comunes de los bloques de viviendas. Esta sustitución conlleva que en el año 2040 todas las bombillas sean LED, lo que implica una mejora de la eficiencia del 42%.

Electrodomésticos y otros equipos

A pesar de que los electrodomésticos están completamente electrificados, existe un potencial de mejora por el cambio de éstos por otros con mejor eficiencia y con buenas prácticas como apagar los equipos cuando se encuentran en modo *stand-by*, práctica que supone un 7% del consumo de estos equipos. Se estima una reducción del 1% en la primera década y del 5% en las dos siguientes.

Servicios

El sector servicios tuvo en 2019 un consumo de 10 TWh. Debido a medidas de electrificación y rehabilitación energética en edificios, **en 2050 la demanda se prevé que sea de 7 TWh, un 30% menos**.

De la demanda energética del sector servicios, el 73% se cubrió con electricidad mientras que el 19% lo hizo con gas natural, dejando un 4% para petróleo y otro 4% para las renovables no eléctricas. **La descarbonización de este sector pasa por electrificar los usos energéticos que actualmente consuman gas natural**. En esta línea, en 2030 la electrificación aumenta al 91% y para el 2040 prácticamente la totalidad (99%) del sector se encuentra electrificado, con un 1% de renovables no eléctricas. El gas natural disminuirá su peso y en 2030 pasará a ser el 7%. **El petróleo**, que en 2019 representaba el 4% del consumo en servicios, **desaparece en 2030**.

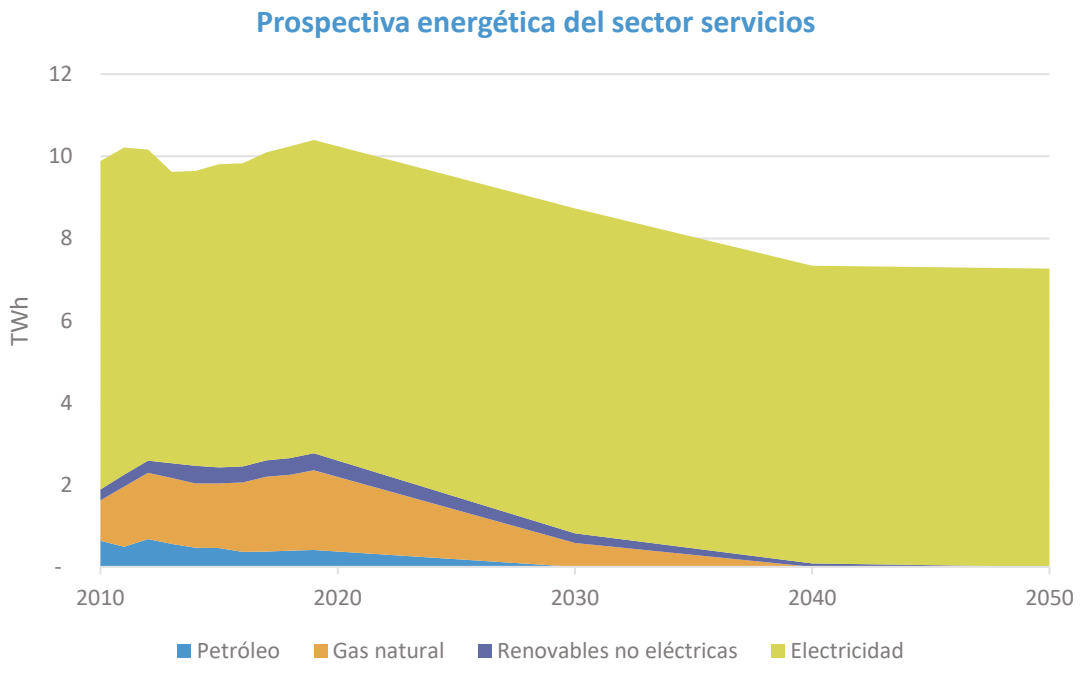

Figura 83. Prospectiva energética del sector servicios a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva energética del sector servicios										
Energía	2010		2019		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	640	6%	407	4%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	977	10%	1.942	19%	586	7%	-	0%	-	0%
Renovables no eléctricas	267	3%	419	4%	234	3%	79	1%	-	0%
Electricidad	8.001	81%	7.629	73%	7.908	90%	7.252	99%	7.264	100%
Total	**9.885**	**10%**	**10.397**	**11%**	**8.728**	**11%**	**7.332**	**11%**	**7.264**	**11%**

Tabla 69. Prospectiva energética del sector servicios a 2050.
Fuente: elaboración propia.

Mientras que en 2019 eran necesarios 90 MWh para generar un millón de euros, en las próximas décadas, las medidas de mejora de la eficiencia y de electrificación, entre otras, reducen el uso de energía necesaria para generar valor. En 2030 la intensidad se reduce a 66 MWh/M€, en 2040 a 48 MWh/M€ y en 2050 a 42 MWh/M€, lo que supone que el valor de **la intensidad energética se reduce más de la mitad (un 53%) entre 2019 y 2050.**

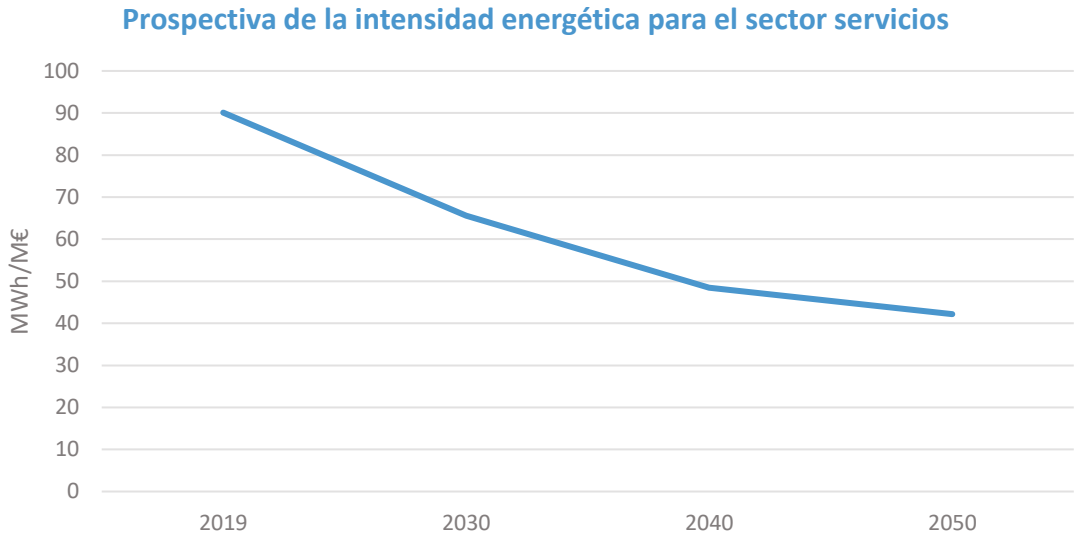

Figura 84. Prospectiva de la intensidad energética para el sector servicios.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la intensidad energética para el sector servicios				
	2019 (2020)	2030	2040	2050
Intensidad energética (MWh/M€)	90	65,6	48,4	42,2
Variación $_{2019}$	-	-27,1%	-46,2%	-53,1%

Tabla 70. Prospectiva de la intensidad energética para el sector servicios.
Fuente: elaboración propia.

Las emisiones del sector terciario son más sencillas de reducir que las del resto de los sectores, puesto que el mix ya está muy electrificado y además existe la tecnología necesaria para su descarbonización completa. Por este motivo, **en 2030 las emisiones se reducen el 62% y en 2040 el 91% desde 2019**. Al igual que sucedía en el caso anterior, **el motivo de no llegar a las emisiones nulas en 2040 es la presencia residual de ciclo combinado en el sistema eléctrico.**

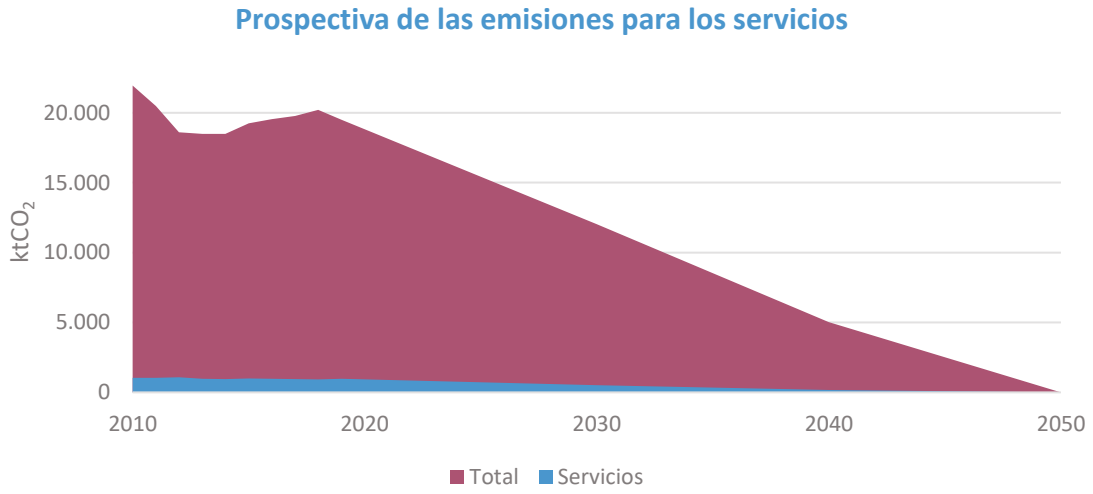

Figura 85. Prospectiva de las emisiones para el sector servicios.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de las emisiones en servicios				
	2019	2030	2040	2050
Emisiones del sector servicios ($ktCO_2$)	970	523	128	0
% sobre el total de emisiones	5%	4%	3%	0%
Variación $_{2019}$		-46%	-91%	-100%
Total de emisiones ($ktCO_2$)	19.495	12.030	5.031	0

Figura 86. Prospectiva de las emisiones para el sector servicios.
Fuente: elaboración propia.

Las medidas de descarbonización en el sector servicios son similares a las descritas en el residencial. Ambos sectores consumen energía en el ámbito del acondicionamiento y la habitabilidad de edificios principalmente (climatización, luz, agua…) y el consumo de aparatos o electrodomésticos.

Climatización

El sector terciario dedica entre calefacción y refrigeración el 60% de su consumo energético. Mejoras del aislamiento permiten reducir el consumo de forma significativa. Por otro lado, la calefacción se electrifica progresivamente, aumentando el uso de

electricidad al 72% en 2030 (en 2019 fue del 50%), al 95% en 2040 y al 100%en 2050, año en el que se prevé que toda la demanda de calefacción se cubra con bombas de calor, principalmente aerotermia.

La progresiva electrificación de la calefacción se realiza con el objetivo de eliminar el uso de petróleo en 2030, de reducir el gas natural al 20% de la demanda en calefacción y de lograr su desaparición en 2040.

Agua caliente sanitaria e iluminación

En relación con el ACS, el 36% de su producción en 2019 se cubrió con combustibles fósiles, en concreto gas natural. El objetivo a 2030 es la desaparición del gas natural para este servicio y hacerlo de forma más eficiente con bombas de calor y con resistencias eléctricas. **Por último, la iluminación LED pasa a ser el 80% de la iluminación en el sector servicios en 2030, el 90% en 2040 y el 100% en 2050.**

Prospectiva tecnológica

En 2019, la Comunidad Valenciana tenía un consumo de 98 TWh, de los cuales casi la mitad (46%) provenía de productos petrolíferos, unos 45 TWh, lo que sumado al gas natural (24%), sitúan el **consumo de combustibles fósiles en un 70% del consumo final**, alrededor de 69 TWh.

A final de la década actual, **año 2030**, la senda de descarbonización exige una reducción del **consumo hasta los 76 TWh** gracias a la implantación de medidas de ahorro, eficiencia y electrificación. Los productos petrolíferos supondrán el 29% de la demanda, 22 TWh, algo que se traduce en una reducción del 50% respecto a 2019. El gas natural decrece levemente hasta el 21%, porcentaje que se reducirá más en las próximas décadas con la introducción del hidrógeno verde. Las renovables no eléctricas crecen alrededor de 1,5 TWh, alcanzando un peso del 8% en la demanda final. El hidrógeno comienza a producirse en proyectos menores y suple 1 TWh para el final de esta década. En cuanto a la electricidad, su porcentaje aumenta del 25% al 43%, debido a un incremento de electricidad de 8 TWh, alcanzando en 2030 los 33 TWh.

En 2040 el consumo bajará hasta los 66 TWh. En esta década (2030-2040) se espera que el desarrollo del hidrógeno verde sustituya gran parte de la demanda de productos petrolíferos, que bajan al 12% (8 TWh), reduciendo de nuevo su demanda en un 63%. El consumo de gas natural baja hasta representar el 12% del consumo final, una reducción del 47%. Las renovables no eléctricas aumentan desde el 8% al 17%, compuesto por un 11% de biomasa, biogás y biocombustibles y un 6% de hidrógeno verde, que suple 4 TWh

del consumo energético de la comunidad. La electricidad sigue creciendo hasta el 60% de la demanda, lo que supone 40 TWh.

En 2050 se descarboniza por completo la economía de la Comunidad Valenciana. Tanto el petróleo como el gas natural dejan de ser consumidos. La demanda se cubre con un 73% de electricidad (48 TWh) y un 27% de renovables no eléctricas (17 TWh). El hidrógeno se convierte en el principal fuel renovable por delante del biogás, la biomasa y los biocombustibles. Este representa un 14% de la demanda (9 TWh) mientras que el resto de renovables no eléctricas suplen el 12% restante (8 TWh).

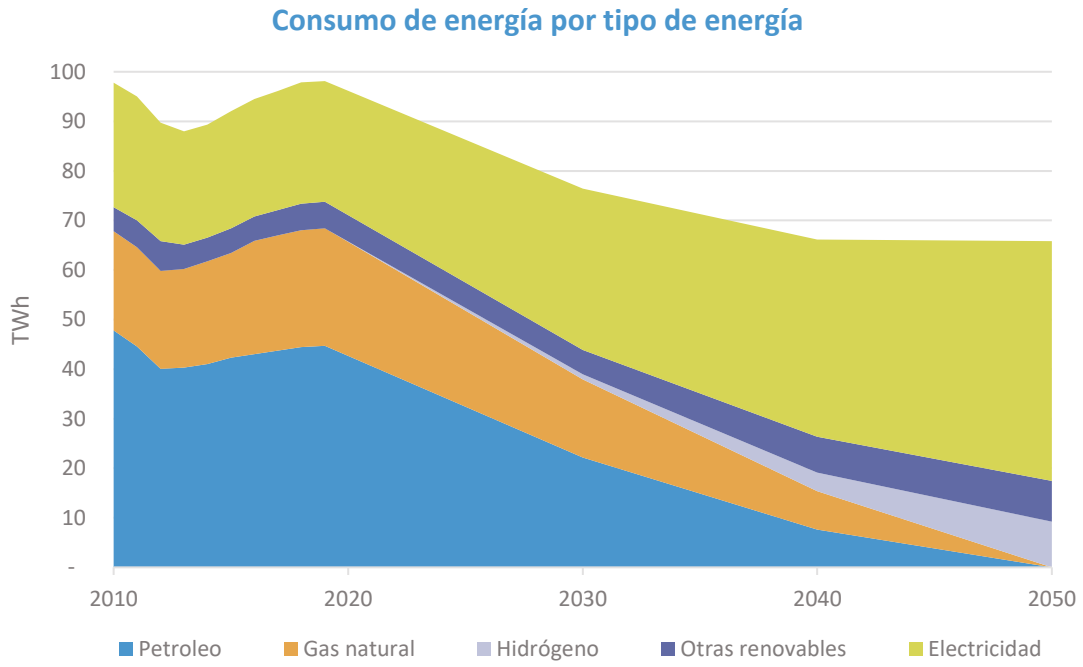

Figura 87. Prospectiva de la demanda final por tipo de energía en TWh.
Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la demanda final por tipo de energía								
Energía	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Petróleo	44.718	46%	22.145	29%	7.616	11%	-	0%
Carbón	7	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Gas natural	23.715	24%	15.801	21%	7.747	12%	-	0%
Renovables no eléctricas	5.338	5%	4.885	6%	7.281	11%	8.220	13%
Electricidad	24.342	25%	32.553	43%	39.739	60%	48.356	73%
Hidrógeno	0	0%	1.004	1%	3.742	6%	9.221	14%
Total	**98.120**	100%	**76.388**	100%	**66.125**	100%	**65.797**	100%

Tabla 71. Prospectiva de la demanda final por tipo de energía en TWh.
Fuente: elaboración propia.

La electricidad y el hidrógeno son los *vectores energéticos* capitales para alcanzar la descarbonización. En el caso de la electricidad, además de aumentar su penetración, el sector acomoda progresivamente una mayor tasa renovable. En 2019, la producción renovable suponía el 19% del total de generación (30% si se tiene en cuenta la proveniente de las importaciones eléctricas). **En 2030, el porcentaje de producción eléctrica renovable aumenta hasta el 60%, al 90% en 2040 y al 100% en 2050**. Esto quiere decir que mientras que en 2019 la producción renovable era de 17 TWh **en 2050 esta producción debe aumentar hasta los 48 TWh,** usando un porfolio de tecnologías que se describen a continuación, incluyendo el almacenamiento necesario para respaldar un sector eléctrico completamente renovable.

Por otro lado, la **producción de hidrógeno verde, que en 2050 será de 9 TWh,** se realiza a través de la electrólisis del agua, utilizando electricidad generada por fuentes renovables. **Esto conlleva una producción de electricidad mayor a la que refleja el consumo final: una parte se dirige a consumo directo de electricidad y otra a la producción de hidrógeno**.

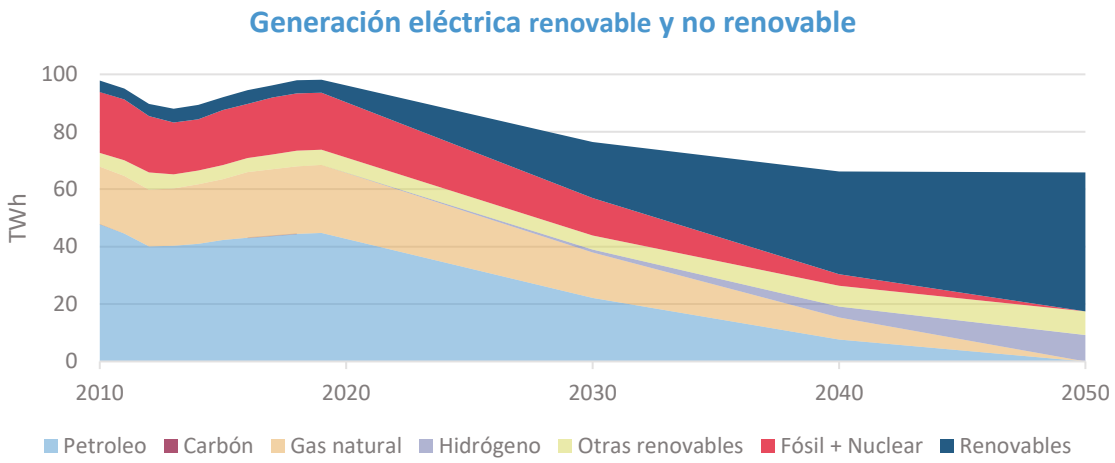

Figura 88. Prospectiva del porcentaje renovable 2010-2050.
Fuente: elaboración propia.

Generación eléctrica renovable y no renovable								
Renovables en el mix eléctrico	**2019**		**2030**		**2040**		**2050**	
	GWh	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**	**GWh**	**%**
No renovables + saldo eléctrico	19.850	82%	13.021	40%	3.974	10%	-	0%
Renovables	4.492	18%	19.532	60%	35.765	90%	48.356	100%
Demanda final de electricidad	**24.342**	**100%**	**32.553**	**100%**	**39.739**	**100%**	**48.356**	**100%**

Tabla 72. Prospectiva del porcentaje renovable 2010-2050.
Fuente: elaboración propia.

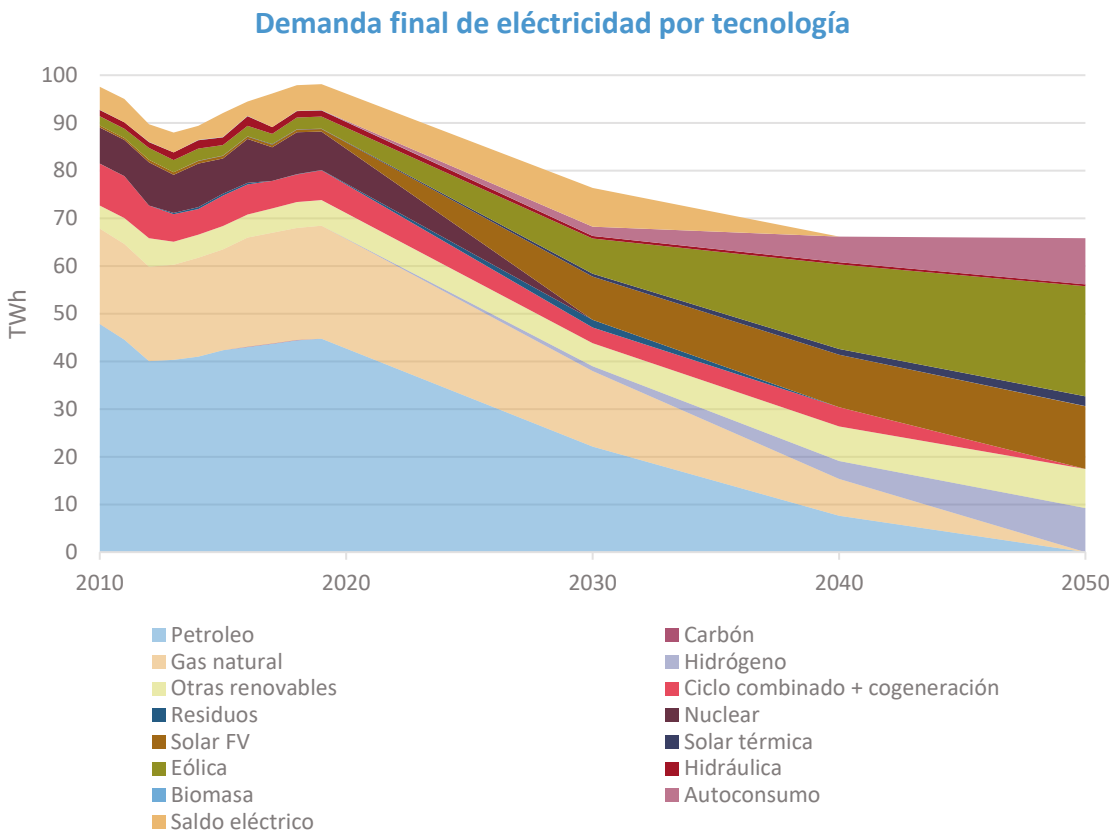

Figura 89. Porcentaje de demanda final, detallado por tecnologías de generación eléctrica. Fuente: elaboración propia.

Petróleo

Los productos petrolíferos supusieron 45 TWh en la demanda final de la Comunidad Valenciana en 2019, el 46%. La ruta de descarbonización establece como prioridad la eliminación del petróleo como fuente energética. Por ello, **se reduce al 29% (22 TWh) en 2030, al 12% (8 TWh) en 2040, eliminándose por completo en 2050**. El sector que más debe transformar su consumo energético para lograr la desaparición del petróleo es, sin duda, el sector transporte. En 2019, el sector transporte consumía 40 TWh en productos petrolíferos, el 91%. La electrificación de flotas de vehículos y del transporte pesado y la introducción de combustibles renovables emergentes como el hidrógeno verde, el amoniaco o el metanol en transporte aéreo y marítimo son fundamentales para logarlo.

Gas natural

El segundo combustible fósil más utilizado en la Comunidad Valenciana es el gas natural. En 2019, la demanda de gas natural en la Comunidad Valenciana era de 24 TWh, el 24% de la demanda final. Durante el año 2019, el sector industrial fue el mayor consumidor de este combustible: 19 TWh, el 80% del consumo de gas natural. Por ello

este sector requiere de alternativas y drásticas transformaciones de sus procesos térmicos que son intensivos en energía, especialmente la industria de la cerámica, que consume un 50% de los recursos energéticos de la industria y el 61% del gas natural industrial. Le sigue la industria química con el 12% del consumo de gas natural en industria, la alimentaria (8%) y la metalúrgica (6%). Además de ser los mayores consumidores de gas natural, tradicionalmente los procesos llevados a cabo en estas industrias requieren temperaturas por encima de los 500ºC, por lo que la introducción del uso de la electricidad es complicada en el estado del arte actual.

El sector eléctrico es el otro gran afectado por la eliminación progresiva del gas natural. Los ciclos combinados suplieron el 19% (4,6 TWh) de la demanda[20] de electricidad que sumado al 6,6% (1,6 TWh) de cogeneración, constituyen, aproximadamente, el 26% de la demanda en 2019. Las plantas de gas natural se reducen hasta el 10% en 2030, con una producción de 3,3 TWh. En 2050 se espera la desaparición de los ciclos combinados y de la cogeneración con gas natural. Esto quiere decir que tanto la central térmica de Sagunto, con 1.255 MW, y la de Castellón, con 1.668 MW, que suponen conjuntamente el 34% de la potencia total instalada, progresivamente deberán reducir su funcionamiento pues gracias al paulatino despliegue de renovables se vuelven innecesarias, coincidiendo además con el final de su vida útil.

Nuclear

En el sector energético la energía nuclear se usa únicamente para la producción eléctrica. En 2019 proporcionaba el 33% de la demanda eléctrica, 8 TWh. En la Orden TED/308/2021 se fija el cierre de la central nuclear de Cofrentes el 30 de noviembre de 2030. Esta central tiene una potencia de 1 GW actualmente, el 13% de la potencia instalada. Por ello, la hoja de ruta de descarbonización considera la producción nuclear en 2030 como nula, siendo esta suplida por nuevas renovables instaladas en el territorio durante los años anteriores y por importaciones eléctricas de otras regiones.

Hidrógeno verde

El hidrógeno verde es un vector fundamental para el reemplazo de gas natural en la industria pesada (cerámica, metalúrgica y química), además de en la movilidad para aviación y marítima. En el año 2019, la producción de hidrógeno verde era prácticamente nula en la Comunidad Valenciana. Sin embargo, existen ya algunos proyectos piloto como la refinería de BP de Castellón que prevé la finalización de un electrolizador de 60 MW para 2040. El proyecto 'Catalina I' involucra 5 GW de potencia fotovoltaica y eólica que

[20] Se dan todos los porcentajes en referencia a la demanda, no a la generación eléctrica. Esto significa que el denominador incluye la generación eléctrica dentro de la comunidad y las importaciones de otras regiones.

alimentarán un electrolizador de 2 GW. Para el año 2030, se espera una producción de 1 TWh de hidrógeno, menos del 1% de la demanda final. En la década 2030-2040, la producción de hidrógeno deberá alcanzar los 3,7 TWh (6% de la demanda final) y en 2050, 9,2 TWh (14% de la demanda final).

Para ello es imprescindible el uso de electrolizadores que usen electricidad renovable, de forma que el hidrógeno que se produzca sea verde. De este modo, existe una demanda adicional de electricidad, aparte de la que se genera para uso eléctrico. En otras palabras, la generación de electricidad se dedica en parte a la producción de hidrógeno y en otra parte a uso directo, de forma que la producción de electricidad es la suma de la requerida para hidrógeno y la usada en demanda final.

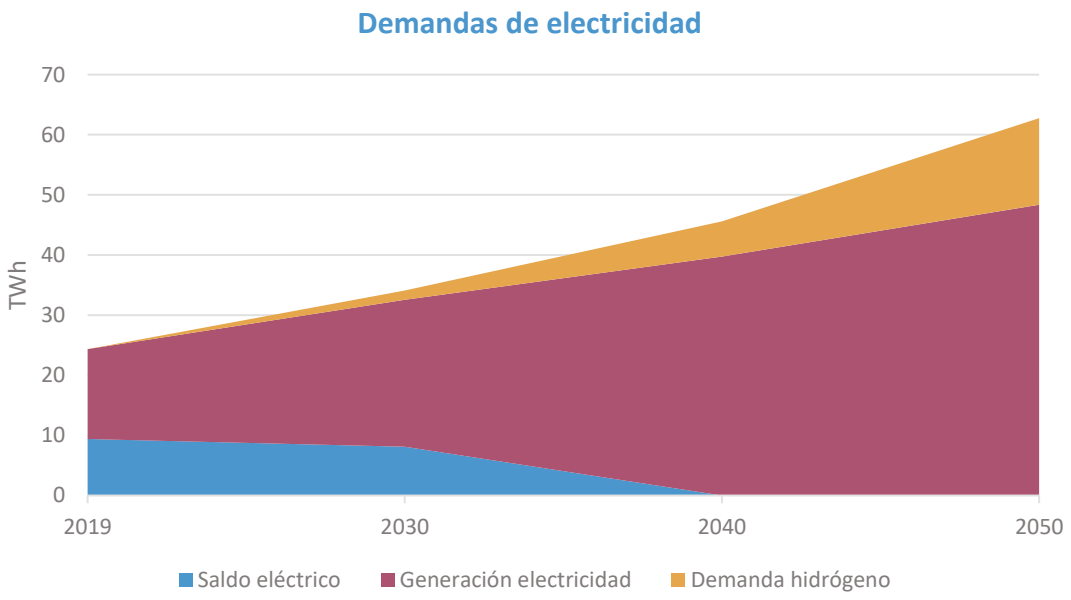

Figura 90. Prospectiva de la demanda de electricidad por uso directo, saldo y generación de hidrógeno. Fuente: elaboración propia.

Prospectiva de la demanda de electricidad en GWh				
Año	**2019 (2020)**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda eléctrica final	24.342	32.553	39.739	48.356
Saldo eléctrico	9.409	8.138	-	-
Generación a demanda final	14.933	24.414	39.739	48.356
Electricidad a H_2 verde	0	1.569	5.848	14.408
Generación total	**14.933**	**25.984**	**45.587**	**62.764**

Tabla 73. Prospectiva de la demanda de electricidad en GWh para 2019-2050. Fuente: elaboración propia.

La demanda de hidrógeno verde conlleva un aumento de las necesidades de electricidad[21]. La electricidad destinada a la producción de hidrógeno tiene en cuenta las eficiencias de las tecnologías electrolíticas. De esta electricidad, proveniente de fuentes renovables, unida a la que se destina directamente a uso final (descrita en la Figura 91), resultan las necesidades de generación eléctrica de la Comunidad Valenciana.

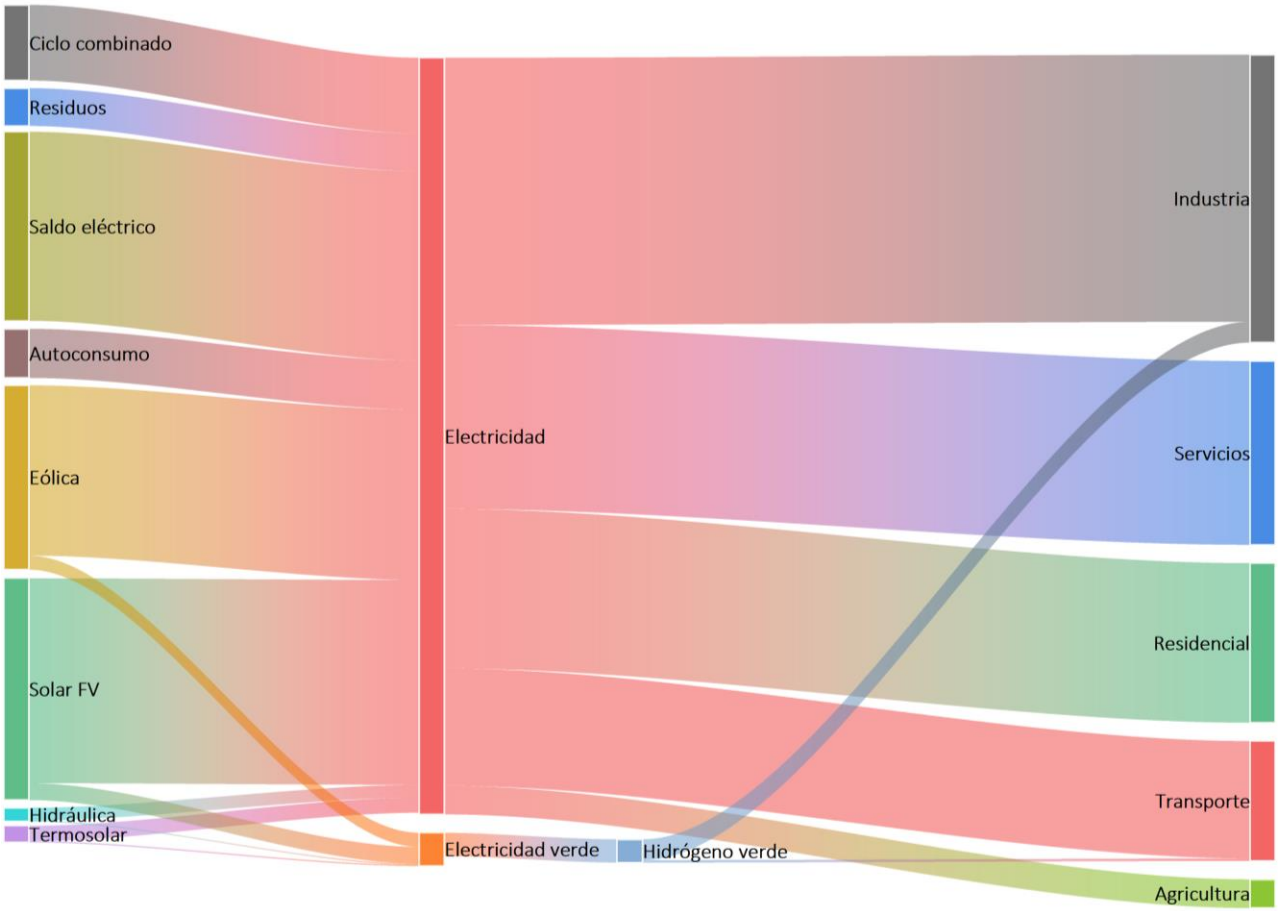

Figura 91. Fuentes, transformaciones y usos de la electricidad en la prospectiva del año 2030. Fuente: Modelo Fundación Renovables. Elaboración propia.[22]

Como se aprecia en la Figura 91. Fuentes, transformaciones y usos de la electricidad en la prospectiva del año 2030.Figura 91, en el año 2030 parte de la generación con fuentes renovables (eólica, solar fotovoltaica, hidráulica termosolar) se destina a la generación de hidrógeno verde vía electrólisis. **De los 26 TWh eléctricos que se generarán en la Comunidad Valenciana en 2030, 1,5 TWh de fuentes renovables se destinarán a la producción de 1 TWh de hidrógeno verde.** El resto de las plantas de generación que, además de las tecnologías mencionadas, incluyen ciclos combinados, importaciones

[21] La electricidad destinada a la producción de hidrógeno tiene en cuenta las eficiencias de las tecnologías electrolíticas.
[22] Los diagramas de Sankey solo muestran la energía del sector eléctrico y el acoplado de hidrógeno. El resto de las energías (gas natural, petróleo, biocombustibles…) no se analizan en el gráfico.

eléctricas y autoconsumo, cubren la producción de electricidad que se destina directamente a uso final.

En 2050, el sector eléctrico valenciano estará completamente descarbonizado. Para entonces, **la demanda final de hidrógeno verde será de 9,2 TWh, que requieren 14,4 TWh de electricidad para su producción.** Esta electricidad se suma a la destinada a uso final (y teniendo en cuenta que no se prevén importaciones eléctricas en 2050), el total de producción eléctrica ascenderá a 62,7 TWh.

La demanda adicional destinada a hidrógeno provoca un aumento de la potencia de 7 GW, hasta los 28 GW requeridos en 2050.

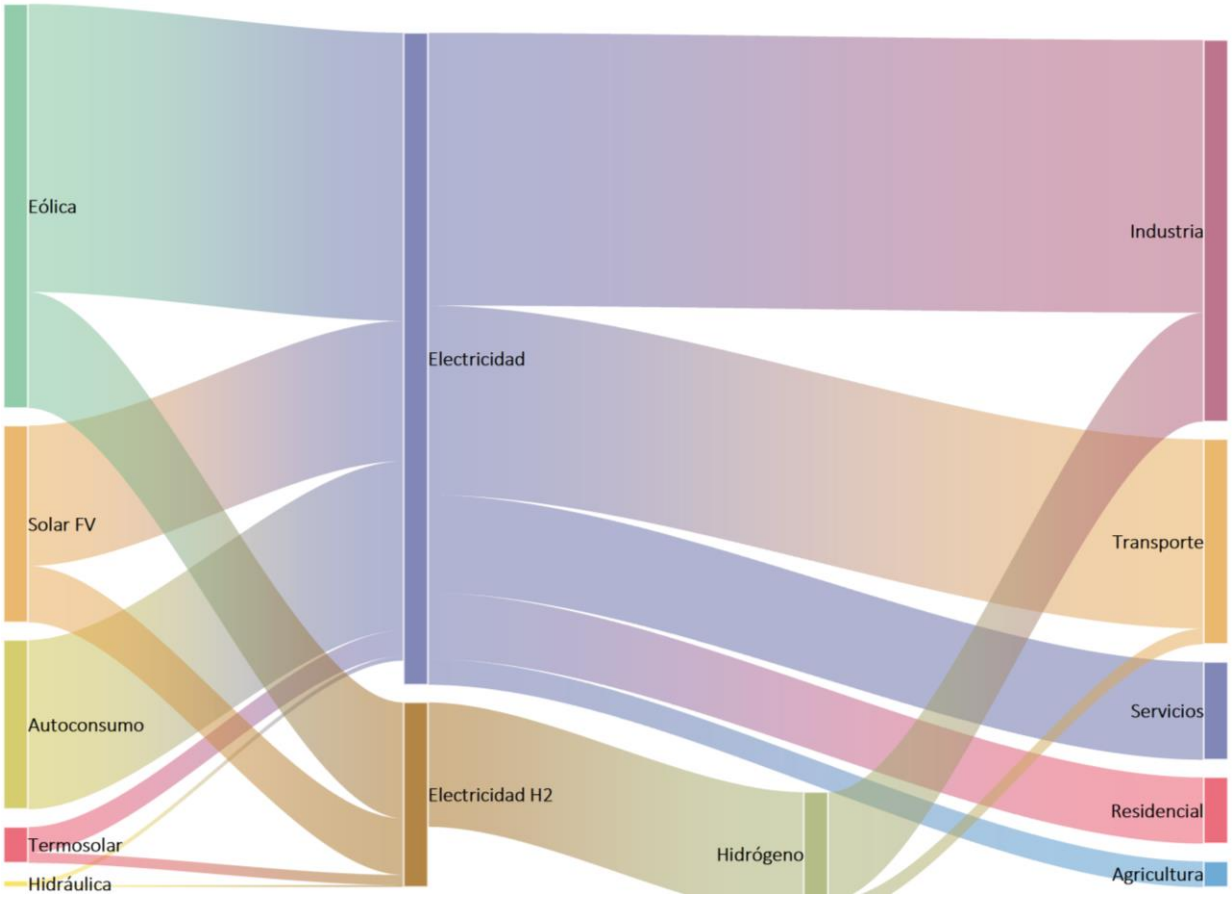

Figura 92. Fuentes, transformaciones y usos de la electricidad en la prospectiva del año 2050. Fuente: Modelo Fundación Renovables. Elaboración propia.[23]

Para la generación de hidrógeno verde se requieren 1,5 TWh, 5,8 TWh y 14 TWh de electricidad en 2030, 2040 y 2050, respectivamente (Tabla 73). Y, como ya se ha dicho

[23] Los diagramas de Sankey solo muestran la energía del sector eléctrico y el acoplado de hidrógeno. El resto de las energías (gas natural, petróleo, biocombustibles…) no se analizan en el gráfico.

anteriormente, a la producción de energía eléctrica necesaria para cubrir la demanda final de electricidad, se ha de sumar la cantidad requerida para la producción de hidrógeno verde, por lo que, **la producción de electricidad resulta ser de 26 TWh en 2030, de 45,6 TWh en 2040 y de 62,7 TWh en 2050.** Estas cantidades de energía se tienen en cuenta en el siguiente análisis de la evolución de la potencia renovables para la producción de energía eléctrica.

Evolución de la potencia renovable disponible

La apuesta por las renovables y la progresiva eliminación del uso de los combustibles fósiles exige un incremento de la potencia instalada en el sistema eléctrico **que hará posible su propia descarbonización, y la cobertura de las necesidades tanto de forma directa como a través de la producción de hidrógeno verde.**

Las tecnologías no renovables que se han tenido en cuenta para la producción de energía eléctrica son: ciclo combinado, cogeneración, residuos no renovables y nuclear y se han considerado las siguientes renovables: solar fotovoltaica, termosolar, eólica (tanto on-shore como offshore), hidráulica, biomasa, es todas sus formulaciones, y autoconsumo fotovoltaico. Las necesidades de almacenamiento se cubren con bombeo hidráulico, hidrógeno, baterías de litio fijas, vehículos eléctricos (V2G) y otros sistemas físicos.

El análisis y las proyecciones de las diferentes fuentes, tecnologías de transformación y modelos de uso obedecen a un criterio teórico de mantenimiento de un mix equilibrado a partir de la evolución tecnológica y de la disponibilidad de recurso. Pero el resultado final pasa por una política energética y de ordenación de territorio dialogada. La apuesta renovable debe partir de una planificación, el modelo como el utilizado debe considerarse como un ejercicio orientativo en el que se ha priorizado el acercamiento de la generación al consumo, la optimización de la capacidad de evacuación de nudos, la apuesta por la electricidad y su transporte frente a los combustibles independientemente de su origen y sus infraestructuras. La política energética no debe ser un ejercicio teórico de consultoría sino un desarrollo pactado entre todos los grupos de interés.

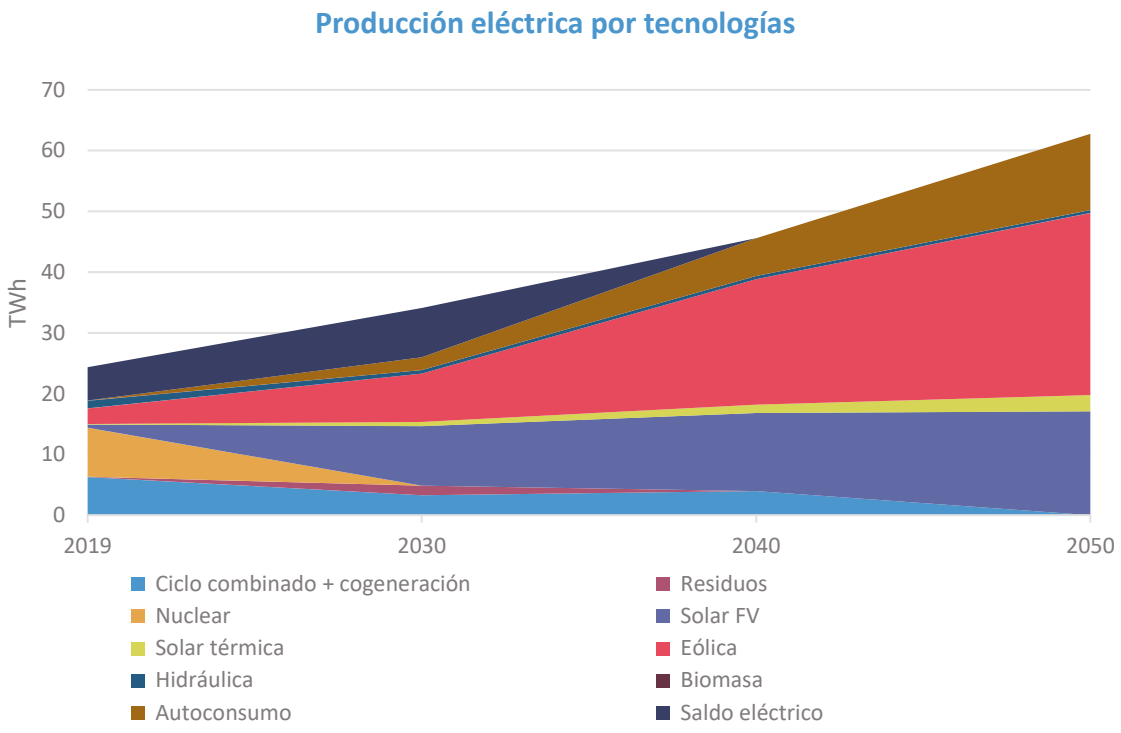

Figura 93. Prospectiva de producción de electricidad por tecnologías.
Fuente: elaboración propia.

Producción primaria de electricidad								
Tecnología	2019 (2020)		2030		2040		2050	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Ciclo combinado + cogeneración	6.261	26%	3.225	9%	3.974	9%	-	0%
Residuos no renovables	60	0%	1.628	5%	-	0%	-	0%
Nuclear	8.056	33%	-	-	-	0%	-	0%
Solar FV	541	2%	11.893	35%	19.103	42%	29.653	47%
Termosolar	88	0%	711	2%	1.376	3%	2.664	4%
Eólica[24]	2.574	11%	7.935	23%	20.637	45%	29.966	48%
Hidráulica	1.253[25]	5%	592	2%	497	1%	481	1%
Biomasa	36	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Saldo eléctrico	5.473	22%	8.138	24%	-	0%	-	0%
Generación total[26]	**24.342**	**100%**	**34.122**	**100%**	**45.587**	**100%**	**62.764**	**100%**

Tabla 74. Prospectiva de producción de electricidad por tecnologías.
Fuente: elaboración propia.

El aumento de la electrificación, la mayor tasa de renovables y la demanda de hidrógeno hacen que la producción eléctrica se triplique entre 2019 y 2040 y se

[24] Incluye eólica *on-shore* y *off-shore*.
[25] Incluye generación de bombeo. La generación hidráulica es de 439 GWh en 2019, el 2% de la demanda.
[26] El saldo eléctrico se incluye como generación para la presentación de los datos.

cuadruplique en 2050. Pasando desde una potencia instalada en 2019 de 2,3 GW a 10 GW, 17,5 GW y 27 GW instalados respectivamente para 2030, 2040 y 2050.

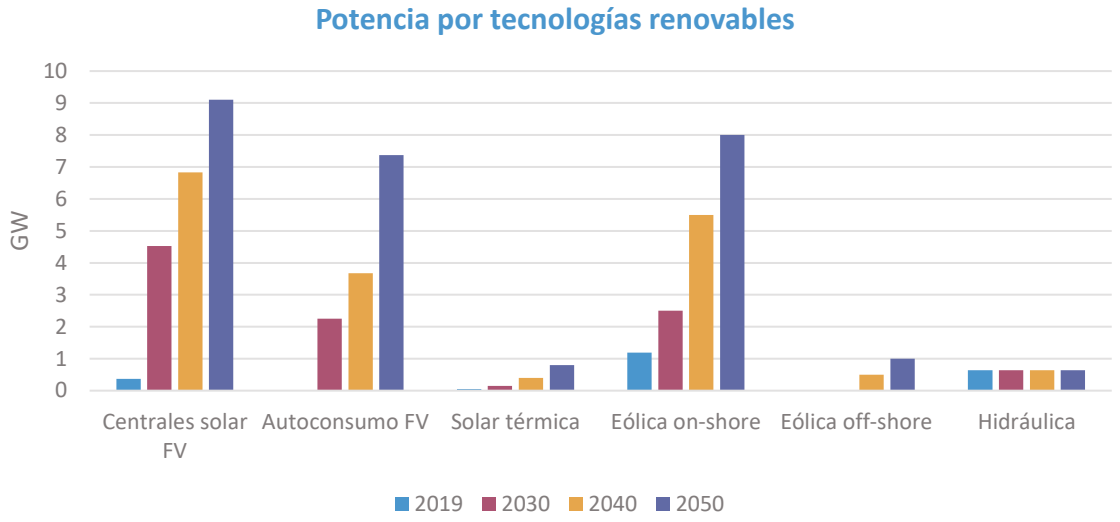

Figura 94. Potencia por tecnologías renovables.
Fuente: REE y modelo Fundación Renovables.

Mix de potencia renovable								
Tecnología	2019		2030		2040		2050	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
Solar FV	365	16%	6.773	67%	10.499	60%	16.477	61%
Centralizada	*365*	*100%*	*4.522*	*67%*	*6.827*	*65%*	*9.105*	*55%*
Autoconsumo	*0*	*0%*	*2.251*	*33%*	*3.672*	*35%*	*7.372*	*45%*
Eólica	1.193	52%	2.500	25%	6.000	34%	9.000	33%
Eólica on-shore	*1.193*	*100%*	*2.500*[27]	*100%*	*5.500*	*92%*	*8.000*	*89%*
Eólica off-shore	*0*	*0%*	*0*	*0%*	*500*	*8%*	*1.000*	*11%*
Hidráulica	642	28%	642	6%	642	4%	642	2%
Termosolar	50	2%	150	1%	400	2%	800	3%
Biomasa	27	1%		0%		0%		0%
Total	**2.277**	**100%**	**10.065**	**100%**	**17.541**	**100%**	**26.919**	**100%**

Tabla 75. Potencia por tecnologías renovables.
Fuente: REE y modelo Fundación Renovables.

Solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica generó 541 GWh con 365 MW de potencia instalada en 2019. Esto suponía un 12% de la electricidad renovable o un 2,2% de la producción eléctrica total. En el año 2030 la energía solar fotovoltaica debe aumentar su producción hasta alcanzar el 56% de la generación renovable que, teniendo en cuenta que el 60% de la generación eléctrica es renovable, supone que la solar fotovoltaica representará el 35% de la

[27] De estos 2.500 MW, hay 595 MW que quedan sin repotenciar.

generación eléctrica y el 15% de la demanda energética total. En 2040, la tecnología fotovoltaica comprende el 42% de la generación eléctrica y un 29% de la demanda total. Para 2050 cerca de 30 TWh de la demanda eléctrica serán producidos por tecnologías fotovoltaicas, es decir **el 47% de la generación eléctrica y el 45% del consumo final de energía.**

El desarrollo de la energía fotovoltaica en esta hoja de ruta viene determinado por su reducción de costes y su modularidad que **introduce criterios de uso del territorio de forma más racional, incrementa el papel del consumidor como productor y permite acercar la generación al consumo.**

En la Tabla 76 se presenta a modo de resumen la energía estimada que va a generar la fotovoltaica en los próximos 30 años. Se pueden identificar la apuesta por el autoconsumo manteniendo un objetivo mínimo de cobertura de la demanda de electricidad del 10%, 14% y 20% respectivamente para 2030, 2040 y 2050, además de la apuesta por la incorporación de la fotovoltaica en parques eólicos existentes y nuevos con el fin de aprovechar la capacidad de evacuación existente y hacer más gestionable el sistema, y por último, por la generación centralizada sin hibridar, tanto como generación distribuida conectada en redes de media tensión y por lo tanto cerca centros de consumo como en plantas de mayor tamaño. Resaltar como esta propuesta de desarrollo supone que la centralizada, en sus dos versiones pequeño y gran tamaño, supone el 58% de la generación fotovoltaica en 2050 (el 27% está ligado a instalaciones eólicas mediante la hibridación), frente a un 66% en 2040 y un 71% en 2030.

Por otro lado, puede observarse que, debido al menor factor de capacidad, la fotovoltaica a instalar es el 60% de la potencia renovable cuando su aportación es del 47%. Este concepto se incluye en la hibridación dónde la eólica se ha mantenido como dominante frente a la fotovoltaica a la que se han incorporado los vertidos.

Producción solar fotovoltaica[28]												
Tipología	2019			2030			2040			2050		
	MW	GWh	%	MW	GWh	%	MW	GWh	%	MW	GWh	%
Centralizada	365	541	2%	4.147	7.880	23%	5.727	10.881	24%	7.105	13.500	21%
Hibridada	-	-	0%	375	637	2%	1.100	1.980	4%	2.000	3.600	6%
Autoconsumo	-	-	0%	2.251	3.376	10%	3.672	6.242	14%	7.372	12.553	20%
Total	**365**	**541**	**2%**	**6.773**	**11.893**	**35%**	**10.499**	**19.103**	**42%**	**16.477**	**29.653**	**47%**

Tabla 76. Producción de energía solar FV.
Fuente: Modelo Fundación Renovables.

[28] Los porcentajes de esta tabla se refieren sobre el total de producción de electricidad (Tabla 75).

Fotovoltaica centralizada

Para alcanzar el grado y velocidad de penetración de las renovables necesario, debemos apostar también por la generación centralizada conectada en redes de media y alta tensión. Su papel debe ser complementario a la apuesta por el autoconsumo, la hibridación y la generación distribuida. El objetivo es que este tipo de instalación pase de generar los 541 GWh del año 2019 a 8,5 TWh en 2030, el 25% de la demanda eléctrica, En 2040 y 2050, la fotovoltaica centralizada generará 12,8 y 17,1 TWh, suponiendo el 28% en ambos casos.

Las hipótesis de la potencia a instalar han sido definidas en función de su configuración y del tiempo, incluyendo tanto las pérdidas de red, como un diferente factor de capacidad según se trate del autoconsumo o de plantas centralizadas con la incorporación de seguimiento e incluyendo en la hibridación una menos capacidad de producción de energía útil debido a las limitaciones de nudo, en este caso no se ha considerado la producción de hidrógeno con los excedentes porque el número de horas de funcionamiento reducidas no hace viable su desarrollo salvo que fuéramos a un modelo de sobre instalación con ese fin.

Con este supuesto, en 2030 se necesitarán 4,5 GW, que teniendo en cuenta lo que ya existe, **se deben instalar, en los próximos 7 años, 4,1 GW de potencia fotovoltaica en la Comunidad Valenciana,** tanto en plantas fotovoltaicas como en forma hibrida con eólica como se expone en el siguiente párrafo. En 2040, el progresivo avance de la electrificación, una alta penetración de renovables en el sector eléctrico y la demanda madura de hidrógeno, elevan las necesidades de potencia fotovoltaica hasta los 6,8 GW, un aumento del 50% respecto a 2030. Por último, en 2050 la capacidad fotovoltaica necesaria es de 9,1 GW.

De esta potencia, parte proviene de proyectos hibridados con plantas eólicas. La potencia solar hibridada se considera que será el 15%, el 20% y el 25% de la potencia eólica en 2030, 2040 y 2050 respectivamente. De esta forma, en las tres décadas, la potencia solar instalada en hibridación será de 375 MW, 1,1 GW y 2 GW en 2030, 2040 y 2050 respectivamente, Y la potencia en plantas solares sin hibridar será de 4,1 GW en 2030, 5,7 GW en 2040 y 7,1 GW en 2050.

De acuerdo con datos de plantas centralizadas instaladas en España, la tecnología fotovoltaica supone un uso territorial de aproximadamente 9.200 ha, 12.700 ha y 15.800 ha en la Comunidad Valenciana, en 2030, 2040 y 2050. Gracias a la apuesta por el autoconsumo y la hibridación de las tecnologías fotovoltaica y eólica el terreno utilizado disminuye a 8.400 ha, 10.300 ha y 11.300 ha en 2030, 2040 y 2050 respectivamente. Lo

que supone una reducción del 9%, el 19% y el 28% de territorio dedicado a la fotovoltaica en cada década respectivamente.

Autoconsumo fotovoltaico

Consideramos que la apuesta por el autoconsumo, tanto individual como colectivo y comunidades energéticas, debe ser uno de los pilares de la política energética de la Comunidad Valenciana. El objetivo, con un desarrollo temporal creciente, es que, en 2050, el 20% de la generación eléctrica sea de instalaciones de autoconsumo. En 2030 se ha considerado una cobertura de la demanda con autoconsumo del 10% de la generación eléctrica con una producción de 3,4 TWh que se incrementara hasta el 14% en 2040, con 6,2 TWh.

En lo que respecta a la potencia a instalar en 2030 será de 1,7 GW, un 18% del autoconsumo fotovoltaico estimado en la Hoja de Ruta del Autoconsumo de España, ligeramente superior al peso poblacional de la Comunidad Valenciana en España que es del 11%. La potencia de autoconsumo aumenta en las décadas posteriores alcanzando 3,1 GW en 2040 y 7,3 GW en 2050.

Termosolar

La energía producida por la solar térmica de alta temperatura o termosolar, tiene un papel importante en la gestionabilidad del sistema. A diferencia de otras, como la fotovoltaica o la eólica que requieren el uso de electrónica de potencia (convertidores, inversores…) para producir corriente alterna, la termosolar es una tecnología renovable que usa turbinas de vapor para la generación de potencia. La producción de electricidad con turbina es necesaria para la estabilidad de la red por motivos técnicos. Esto es lo que se conoce como la 'capacidad síncrona' y la termosolar es, junto con las plantas hidráulicas, de las pocas renovables que satisfacen este requisito técnico. Pero lo que realmente marca su importancia es por la gestionabiliidad. **Su consideración,** a pesar del diferencial de costes existentes con la eólica y fotovoltaica, **está basado en la obligatoria disponibilidad de almacenamiento en el diseño de las plantas, tanto de la actual potencia como de la futura**. Es por ello, que toda la potencia de termosolar considerada en esta prospectiva cuenta con almacenamiento.

En 219 la termosolar generó 88 GWh. Su producción debe aumentar durante la presente década hasta producir aproximadamente 711 GWh en 2030, el 2% de la producción eléctrica. En 2040, alcanzará 1,4 TWh y **en 2050 producirá 2,6 TWh**, el 4% de la generación de electricidad en la Comunidad Valenciana.

En términos de potencia, funciona de media más horas al año (un factor de capacidad más alto) debido a que debe ir acompañada de almacenamiento. La producción proveniente de esta tecnología, sumada a los factores de capacidad, hace que, en 2030, la potencia sea de 150 MW, actualmente son 50 MW. Para 2040, la potencia debería alcanzar 400 MW y para 2050, 800 MW.

En lo que respecta a la ocupación del territorio, la superficie por unidad de potencia es bastante parecida a la de la tecnología fotovoltaica. En 2030, la superficie requerida para instalación de plantas solares térmicas será de aproximadamente 800 ha. El aumento de potencia en las siguientes décadas hace que, en 2040, la superficie ocupada aumente a unas 1.600 ha y a 3.200 ha en 2050.

Eólica

La tecnología eólica es la más relevante actualmente. Generó el 57% de la electricidad de origen renovable y el 11% de la total en 2019, esto es, 2,6 TWh. En conjunto, **las tecnologías eólicas contribuyen al mix de generación con 7,9 TWh en 2030, 20,6 TWh en 2040 y 30 TWh en 2050, el 23%, 45% y 48% de la generación eléctrica, respectivamente.**

La generación eólica se cubrirá gracias a la instalación de nueva potencia principalmente on-shore, pero sin olvidar la presencia e implantación de eólica off-shore, que comenzará a través de proyectos piloto en la década de 2030. La distribución de ambas tecnologías se puede observar en la Tabla 77.

Producción eólica[29]												
Tecnología	2019 (2020)			2030			2040			2050		
	MW	GWh	%	MW	GWh	%	MW	GWh	%	MW	GWh	%
On-shore	1.193	2.574	11%	2.500	7.935	23%	5.500	18.651	41%	8.000	26.636	43%
Off-shore	0	0	0%	0	0	0%	500	1.696	4%	1.000	3.330	5%
Total	**1.193**	**2.574**	**11%**	**2.500**	**7.935**	**23%**	**6.000**	**20.347**	**45%**	**9.000**	**29.966**	**48%**

Tabla 77. Producción de energía eólica.
Fuente: elaboración propia.

Eólica *on-shore*

El desarrollo de la eólica debe ir en paralelo con su evolución tecnológica e industrial. Se espera una migración de aerogeneradores on-shore hacia mayores tamaños de 5 MW de potencia unitaria. La optimización del parque actual hacia modelos de mayor tamaño y de mayor área barrida por unidad de potencia que se adecuen a las características de viento

[29] Los porcentajes de esta tabla se refieren sobre el total de producción de electricidad (tabla 75).

de los diferentes emplazamientos, exige la sustitución de las maquinas actuales cuando su vida útil/económica así lo recomiende por máquinas de mayor tamaño y mejores prestaciones. Se ha considerado que hasta 2030 el 50% de la potencia actual que funcionan con un factor de capacidad bajo se sustituyan por máquinas de mayor tamaño y mayor producción. El resto de los parques será repotenciado en su totalidad antes de 2040. No se ha considerado repotenciación de la nueva potencia tanto por no alcanzar su vida útil/económica como por la apuesta de la extensión de vida al ser los aerogeneradores de última generación.

En 2030, se prevé que la eólica *on-shore* alcance una producción de 8 TWh, el 23% del mix eléctrico total; en 2040, unos 18,7 TWh, el 41% de la producción eléctrica; y **en 2050, alcanzará una producción de 26,6 TWh**. Actualmente, existen 1,2 GW instalados de potencia eólica *on-shore,* el 14% de la potencia total de generación. Para 2030, la potencia de tecnología *on-shore* deberá aumentar hasta los 2,5 GW. **Este aumento de potencia no dependerá sólo de la instalación de nuevos aerogeneradores en el territorio, también es producto de la repotenciación de parques eólicos antiguos**.

En la década que va de 2020 a 2030, el 50% de los aerogeneradores antiguos se sustituirán por nuevos, aumentando así sustancialmente las horas equivalentes brutas de funcionamiento. De esta forma en esta década se repotenciarán aproximadamente 600 MW y en la siguiente la potencia restante. Por último, en 2050, la potencia instalada total será de 8 GW.

Respecto al terreno ocupado por la infraestructura de la eólica *on-shore* (incluyendo cimentación de torres y vías de acceso), los 2,5 GW que deben estar instalados en 2030 supondrán algo menos de 300 ha. En 2040 y 2050 se emplearán unas 800 y 1.200 ha respectivamente. El área de influencia [30]de los parques es mayor, debido a la necesidad de distanciar los aerogeneradores para evitar problemas de estela, pero dicha área no altera en absoluto el uso del territorio, pudiéndose compaginar con otros fines como el uso agrícola o incluso la hibridación con otras tecnologías renovables como la fotovoltaica. Se ha estimado que la ocupación de la energía solar fotovoltaica en áreas de influencia eólica supondría 1.000, 2.500 y 4.300 ha respectivamente en los años 2030, 2040 y 2050.

[30] Es todo aquel territorio por el que se extiende un parque eólico, que abarca todo el espacio existente entre aerogeneradores más las servidumbres.

Eólica *off-shore*

Respecto a **la eólica *off-shore***, que no está implantada actualmente en la Comunidad, **se prevé que su desarrollo sea de forma efectiva a partir de 2030**, de forma que, en 2040**, producirá 1,7 TWh**. Continuará su crecimiento de forma progresiva y **en 2050 la generación off-shore supondrá 3,3 TWh**, un 5% del mix.

La potencia instalada en 2040 será de 500 MW y **se desarrollará hasta suponer 2,5 GW en 2050. En conjunto, *on-shore* y *off-shore,* suman 2,5 GW en 2030, 6 GW en 2040 y 9 GW en 2050.**

En el caso de esta tecnología, aunque no se ocupa terreno que compita con agricultura, terreno forestal u otras tecnologías, estarían ocupando 70 ha y 150 ha del ecosistema marino en los años 2040 y 2050 respectivamente.

Hidráulica

Está previsto que la energía hidráulica se mantenga estable en el tiempo, aunque **debido a los efectos del cambio climático** (menores precipitaciones y progresivo avance de clima desértico en la costa Mediterránea) **se prevé que la generación de electricidad de esta tecnología disminuya** progresivamente, por lo que no está previsto invertir en nueva potencia. En **2019**, las plantas hidroeléctricas generaron **439 GWh** de electricidad. En **2030 la generación se mantiene prácticamente estable** con 592 GWh. Posteriormente, la energía producida **disminuye hasta 497 GWh en 2040 y 481 GWh en 2050**. Se mantiene la potencia instalada actual a lo largo de todas las décadas.

Biomasa, biogás y biocombustibles

El biogás, la biomasa y los biocarburantes, a partir de ahora biocombustibles, son fueles con una considerable densidad energética, destinados a suplir necesidades industriales, maquinaria y transporte pesado, en donde la electricidad no es económica y/o técnicamente viable actualmente. **La producción de energía eléctrica con biocombustibles es residual a partir de 2030**, al igual que la potencia instalada para ello (Tabla 75).

Con el objetivo de no incrementar las emisiones, y de acuerdo con la hoja de ruta Valenciana del Biogás, la biomasa se utilizará para generar biogás, pudiendo ser a través de digestión anaerobia para biomasa orgánica procedente en su mayoría como fracción dominante de residuos ganaderos o pirólisis de la biomasa forestal o agrícola con alto porcentaje de lignina, por ejemplo. Todo el biogás producido en la Comunidad Valenciana se destinará a la industria, por otro lado, prácticamente la totalidad de los

biocombustibles se destinarán al sector transporte y a una pequeña parte de la industria donde también es necesario, como la maquinaria pesada de la agricultura.

Cómo se describe en la Hoja de Ruta del Biogás, los residuos urbanos, silvícolas y agrícolas se usan principalmente en la producción de biogás. En este sentido, el IDAE concluye en Evaluación del potencial de energía de la biomasa que la Comunidad Valenciana tiene un potencial de producción leñosa forestal de 104.654 toneladas anuales y unos residuos agrícolas de 2,2 millones de toneladas. Estas estarían reservadas a la producción de biogás. En Andalucía, según la Agencia Andaluza de la Energía (Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía), el potencial de biomasa proveniente de residuos agrícolas es de 8 millones de toneladas siendo la región andaluza la mayor productora en términos agrícolas en términos de superficie agrícola y la Comunidad Valenciana la última, según el último Resumen de datos sobre producción integrada. Esto confirma los órdenes de magnitud de potencial biomasa en agricultura y remarca que la hoja de Ruta del Biogás demandaría la mayor parte de biomasa para producción de biogás.

En relación con su uso directo para cubrir otras necesidades energéticas, se ha comentado anteriormente que los biocombustibles (también llamados renovables no eléctricas) **consumen actualmente 5,3 TWh** (Tabla 71). En 2030 esta cifra disminuye hasta 4,8 TWh debido a que la electrificación cubre gran parte de los usos. Según vaya siendo capaz la demanda de integrar el uso de biocombustibles, en la década de 2030, la demanda volverá a crecer hasta los 7,3 TWh y los **8 TWh en 2050** (un 54% más que en 2019).

Saldo eléctrico

La Comunidad Valenciana es una de las regiones que más importaciones eléctricas efectuó en 2019. En concreto, se importaron 5,4 TWh, lo que supone el 22% del consumo y el 29% de la generación de electricidad de la Comunidad. El cierre de la central nuclear de Cofrentes en 2030 deriva en un aumento de las importaciones hasta suplir el 25% de la demanda (8,1 TWh). Este hecho aumenta la dependencia de la Comunidad Valenciana del exterior, pero se considera un estado transitorio hasta que el progreso de las renovables reduzca por completo las importaciones. En 2040, el despliegue de las energías renovables permite suplir la demanda de la Comunidad sin importaciones de otras comunidades autónomas, lo que continúa siendo así en 2050 (Tabla 74). Es decir, **a partir de 2040 la Comunidad Valenciana es independiente energéticamente.**

Almacenamiento

Un sistema energético basado en tecnologías renovables precisa de almacenamiento, dadas las intermitencias que las caracterizan. Este almacenamiento puede tomar multitud de formas, como se describe en la Estrategia de almacenamiento energético del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. En este caso se han considerado el bombeo, como tecnología actual, y el hidrógeno, las baterías de litio, el *Vehicle to grid"* (V2G) y sistemas físicos como tecnologías emergentes.

Las capacidades de almacenamiento se han dimensionado en esta Hoja de Ruta en base a dos parámetros: potencia y capacidad de almacenamiento de energía. A partir de las curvas horarias de demanda y generación estimadas para las próximas décadas, se calcula **la potencia de almacenamiento como la máxima diferencia entre la demanda y la generación que se da durante el día**. En otras palabras, la potencia que hace falta para balancear la red (equilibrio instantáneo entre consumo y generación) en las horas de poca generación y mucha demanda.

Por otro lado, la capacidad de almacenamiento en MWh se calcula con el exceso de generación durante las horas de generación pico de las renovables. La energía excedentaria que se produce durante las horas centrales del día constituye la capacidad de almacenamiento, la cual se debe almacenar y distribuir durante el resto de las horas del día, cuando la generación no cubre la demanda por sí sola**. El análisis del almacenamiento del sector eléctrico es un análisis intradiario**. Es decir, se considera el desplazamiento de energía dentro del mismo día.

Sin embargo, es conveniente considerar mayores rangos temporales para tener en cuenta variaciones estacionales y fenómenos meteorológicos que se extiendan durante días (tormentas, tiempo nublado…). Sumado a todo ello, también se deberían **sobredimensionar las capacidades para garantizar la seguridad de suministro** (corte de líneas, mantenimientos, cortes de generación, causa mayor…). Por ello, tanto la potencia como la capacidad de almacenamiento se han sobredimensionado en esta Hoja de Ruta.

En 2030, las necesidades de almacenamiento, considerando un 60% de penetración de renovables y su mix, solo serían necesarios 688 MWh para cubrir la demanda total. Esta energía solo requiere una potencia instalada de 150 MW, por lo tanto, se pueden suplir con la capacidad de bombeo que existe actualmente (1,5 GW). Sin embargo, es necesario avanzar al ser una década de transición, existen nuevos usuarios de autoconsumo que requieren baterías para aprovechar lo máximo posible su instalación y evitar verter posibles excedentes a la red. Se considera que, en esta década, las baterías equivalen al 9% de la potencia del autoconsumo solar fotovoltaico instalado.

Pero, en la próxima década (2030-2040), la tasa de renovables dentro del mix eléctrico alcanza el 90% y por tanto se deben desarrollar tecnologías de almacenamiento. El almacenamiento se ha calculado de acuerdo con el modelo eléctrico realizado por la Fundación Renovables (Figura 95). Este modelo tiene en cuenta las distribuciones horarias de producción, dependiendo de la tecnología y de la curva de demanda, también descrita de forma horaria. **En 2040 se requieren un mínimo de 8,2 GWh diarios de capacidad de almacenamiento** para trasladar los excesos de producción renovable a aquellas horas en las que la demanda supere la capacidad de producción. Sin embargo y con el fin de conseguir seguridad de suministro en esta década y sobre todo en la siguiente se ha propuesto instalar más capacidad de almacenamiento que la calculada técnicamente. El factor de aprovechamiento en 2040 (energía aprovechada de excesos de producción y distribuida en el resto del día) es el 18% de la demanda eléctrica. Es decir, **el 18% de la demanda se cubre gracias a las capacidades de almacenamiento que permiten usar excedentes de las renovables en horas de poca producción**.

Como se ha descrito, además de aportar capacidad energética, las fuentes de almacenamiento deben ser capaces de dar potencia. En otras palabras, no solo importa la capacidad de energía almacenada, sino la rapidez con la que puede volcar a la red. De acuerdo con las curvas de producción y demanda, el mix renovable de 2040 requiere una potencia adicional total de 1,8 GW, como se describe en la Tabla 78, equivalente a la potencia de bombeo actual en la Comunidad Valenciana. El bombeo debería tener como mínimo una potencia instalada de 2,2 GW. Las baterías de litio suponen una potencia instalada de 800 MW, muy similar a las del V2G de 750 MW, que, aunque se comienzan a implantar en la década de 2030 experimentan un gran crecimiento a lo largo de estos 10 años. De forma minoritaria se implementan sistemas de almacenamiento de hidrógeno, en concreto 330 MW. Aunque no es la forma más eficiente de almacenar energía, se pueden aprovechar los electrolizadores de la industria para almacenar energía durante las horas de mayor generación.

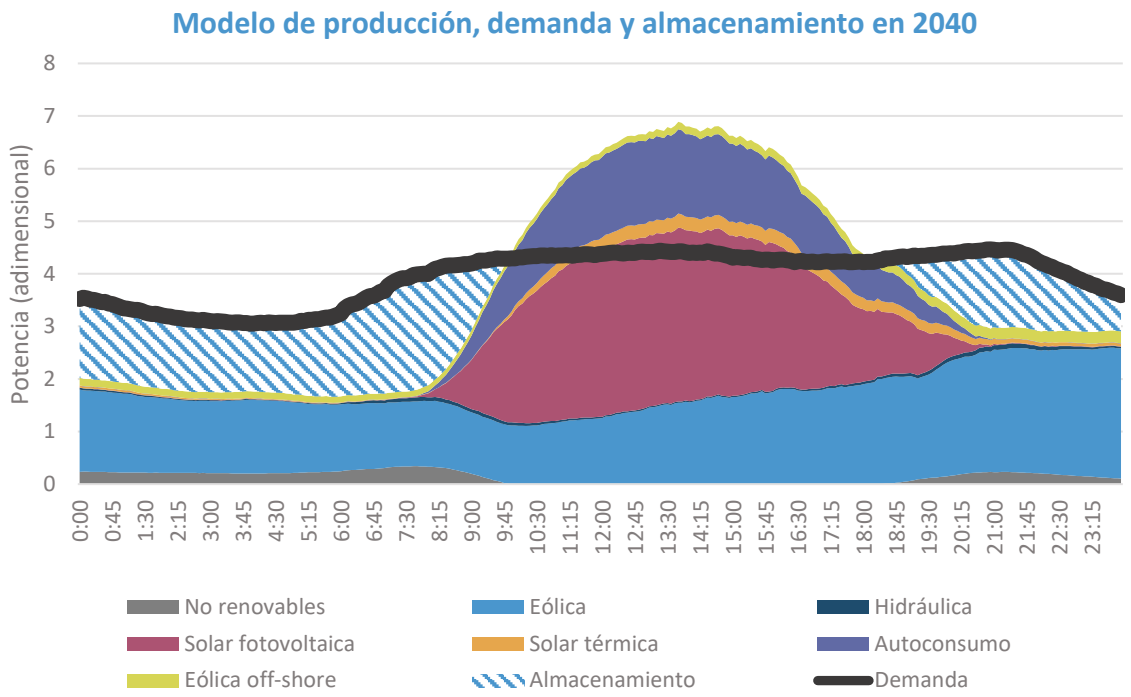

Figura 95. Representación gráfica horaria de las curvas de demanda y producción por tecnologías en un día medio para el año 2040.
Fuente: elaboración propia.

En 2050, la penetración de renovables en el sector eléctrico alcanza el 100%, lo que hace que las necesidades de almacenamiento sigan aumentando (Figura 95) y **se requieren un mínimo de 17,5 GWh** para cubrir necesidades intra diarias. **En este caso, el factor de aprovechamiento es del 28%**. Este dato pone de manifiesto la necesidad de almacenamiento: **sin almacenamiento no se podría suplir aproximadamente un cuarto de la demanda de electricidad en 2050.**

Las necesidades de potencia en 2050 superan ligeramente los 5 GW, que por seguridad de suministro deberían aumentar 1 GW extra como se describe en la Tabla 78. La instalación de potencia para bombeo aumenta ligeramente respecto a la década anterior, hasta suponer 2,4 GW. La potencia instalada de baterías de litio y V2G es 1,5 GW respectivamente. Por último, se prevé que en esta década surjan nuevos sistemas de almacenamiento de energía, los llamados en la tabla “sistemas físicos”, basados en energía potencial, pero sin uso de agua. Estos sistemas se desarrollan a lo largo de la década de 2040 y su potencia al final de la misma es de 500 MW, coincidiendo con la de hidrógeno.

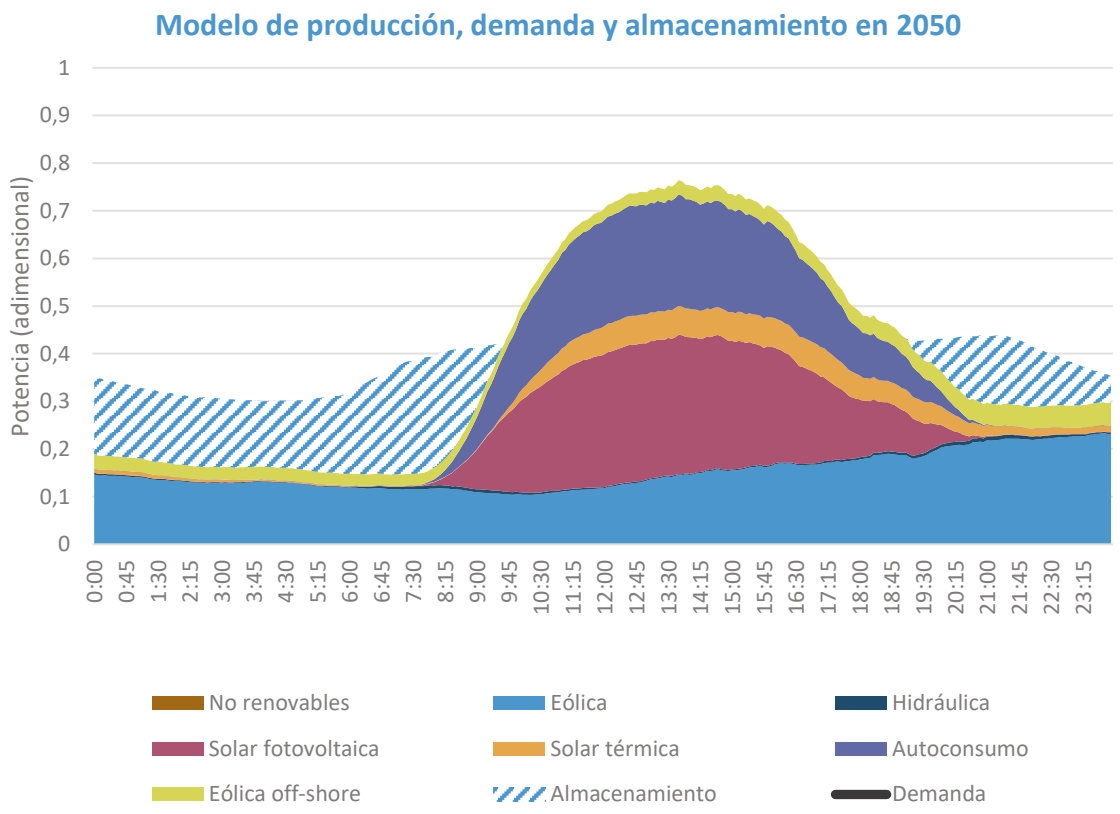

Figura 96. Representación gráfica horaria de las curvas de demanda y producción por tecnologías en un día medio, 2050.
Fuente: elaboración propia.

Almacenamiento de energía diario						
Tecnología	2030		2040		2050	
	MW	%	MW	%	MW	%
Bombeo	1.520	88%	2.220	54%	2.400	38%
Hidrógeno	-	0%	330	8%	500	8%
Batería de litio	200	12%	800	20%	1.500	23%
V2G	-	0%	750	18%	1.500	23%
Sistemas físicos	-	0%	-	0%	500	8%
Total	**1.720**	**100%**	**4.100**	**100%**	**6.400**	**100%**

Tabla 78. Necesidades de almacenamiento de energía por tecnologías.
Fuente: elaboración propia.

Territorio y recursos renovables

La Comunidad Valenciana tiene una extensión de 23.256 km^2 o 2.325.914 ha. De estas, 1.182.086 ha es superficie arbolada, arbustiva y de matorral, es decir, territorio virgen, reforestado y abandonado. Incluye también yermos, roquedos y arenales, por lo que esta categoría de suelo incluye muchos tipos de terrenos, además de bosque. Esta superficie

supone el 51% del total, del que el 40% son ecosistemas no arbolados. El 26% de la Comunidad es de tierras de cultivo, con 656.096 ha. El 7% del territorio se dedica a pastos para ganadería. Por último, 322.654 ha (el 14% del territorio) están dedicadas a usos artificiales (otras superficies en la Figura 97) como superficie urbana, infraestructuras, industrias y minería, además de agua y humedales.

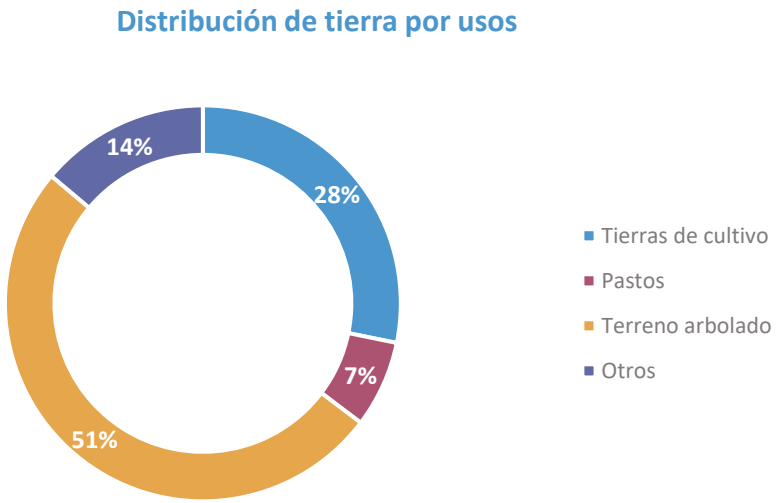

Figura 97. Distribución de tierra por usos en la Comunidad Valenciana.
Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Las infraestructuras energéticas actuales están incluidas entre los usos artificiales. Actualmente, las infraestructuras con mayor extensión por unidad de potencia son la solar fotovoltaica, la térmica y la hidráulica (requiere la inundación para la formación del pantano). La capacidad eólica es la más significativa con 1,2 GW, conformada por 36 parques eólicos, lo que traducido a superficie serían, como aproximadamente 180 ha. La solar fotovoltaica cuenta con 0,5 GW, lo que supone, aproximadamente, 1.000 ha de extensión. De termosolar únicamente hay 50 MW lo que suponen unas 230 ha[31]. Además, la central hidroeléctrica más importante de la Comunidad, en el embalse Cortes-La Muela, cubre una extensión de 115 ha[32] para una potencia de 630 MW de generación y 1.520 MW de bombeo. La central nuclear de Cofrentes tiene una extensión, incluyendo la zona de exclusión, de 300 ha[33]. La central de ciclo combinado de Sagunto, con una capacidad de 1.200 MW, tiene una extensión de 5 ha[34] y la de Castellón unas 20 ha[35]. En último lugar, se encuentra la refinería de Castellón que se extiende en 200 ha[36] y que

[31] Fuente.
[32] Fuente.
[33] Fuente.
[34] Fuente.
[35] Fuente.
[36] Fuente.

también se enmarca en el sector energético actual. En total, las grandes infraestructuras energéticas ocupan hoy, aproximadamente, 2.050 ha.

En 2030, la penetración de tecnologías renovables crece dentro del sector energético. La tecnología solar fotovoltaica, es la que ocupa un mayor espacio y supone el 10% de la producción total, se extiende en un territorio de 8.400 ha. La termosolar ocuparía 800 ha aproximadamente. La energía renovable que menor espacio ocupa es la hidráulica, que sigue manteniendo su infraestructura actual. Por otra parte, en esta década las energías no renovables siguen produciendo el 40% de la energía total, lo que obliga a conservar las existentes centrales de ciclo combinado, además de la refinería.

Por otra parte, para **alcanzar el objetivo de emisiones del PVIECC y el europeo (*Fit for 55*), requiere, como se ha comentado anteriormente, 1.466.000 ha de superficie arbolada, 190.000 ha más de las actuales. Esto implica que la superficie arbolada adicional para alcanzar el objetivo cubriría el 8% de la Comunidad, aumentando la superficie arbolada del 55% al 63%.** Entre las opciones que hay para reducir la extensión de sumideros necesarios está la de aumentar la tasa de absorción de la superficie forestal actual (reforestando, preservando bosque, introduciendo arboles de rápido crecimiento) u otro tipo de tecnologías artificiales de absorción. El impacto de estas medidas en la superficie de sumideros requiere un examen detallado de los terrenos de la Comunidad y una evaluación ecológica experta.

En 2050, con el sector energético totalmente descarbonizado, el uso de tierra por tecnologías energéticas **alcanza su superficie máxima: 15.800 ha**. Todo esto sin tener en cuenta el autoconsumo fotovoltaico, ya que este tipo de fotovoltaica distribuida permite el mejor aprovechamiento del terreno ya contraído dedicado a los sectores residencial e industrial. Tampoco incluye el espacio dedicado a la energía eólica marina. Las infraestructuras de la tecnología eólica ocupan aproximadamente 1.150 ha. Esta área está repartida a lo largo de terrenos dedicados mayoritariamente a uso agrícola y forestal y se extienden en un territorio que oscila entre 30 y 100 veces el espacio ocupado por la infraestructura. El recurso eólico no está disponible en todo el territorio, sino que son necesarias una serie de condiciones técnicas como la distribución de viento, las características del terreno, etc. Así, el Plan Eólico de la Comunidad Valenciana estima que un 28,3% de la superficie de la Comunidad tiene el potencial eólico necesario para la instalación de parques, lo que equivale a 657.820 ha. Esto quiere decir que la Comunidad Valenciana posee los recursos eólicos necesarios para la descarbonización del sector energético.

Áreas con potencial eólico	Superficie [ha]
Maestrat	211.023
Sierras orientales de Castellón	11.752
Palancia – Serranía	92.139
Rincón de Ademuz	19.659
Sierras de Utiel – Martés	76.288
Valle de Ayora – Caroig	70.999
Serra Grossa - Benicadell	39.485
Serra d'Onil – Maigmó	33.533
L'Alcoià – L¡Alicanti	24.422
Comtat – Marina Alta	16.941
Salinas – Serra de Crevillent	39.497
Sierra de Orihuela	1.479
Sur de Sierra Engarcerán	5.168
Sierra de los Tajos	3.957
Sierra del Boquerón	7.908
Sierra de Enguera	3.132
Total	**657.382**

Tabla 79. Áreas con potencial eólico en la Comunidad Valenciana.
Fuente: Plan eólico de la Comunidad Valenciana.

Además, también se consideran limitaciones de carácter ambiental los humedales, los parques naturales y los espacios protegidos, entre otros. Con todo esto, conforme a las restricciones descritas en el apartado 6.2.1.2 del Plan Eólico de la Comunidad Valenciana, **las zonas no aptas por razones medioambientales suponen, aproximadamente, la mitad de la superficie con potencial,** siendo el 50% restante terrenos aptos con cumplimientos de prescripción. **La aptitud de la mitad de la superficie con potencial eólico es suficiente para instalar la potencia eólica descrita en esta hoja de ruta.**

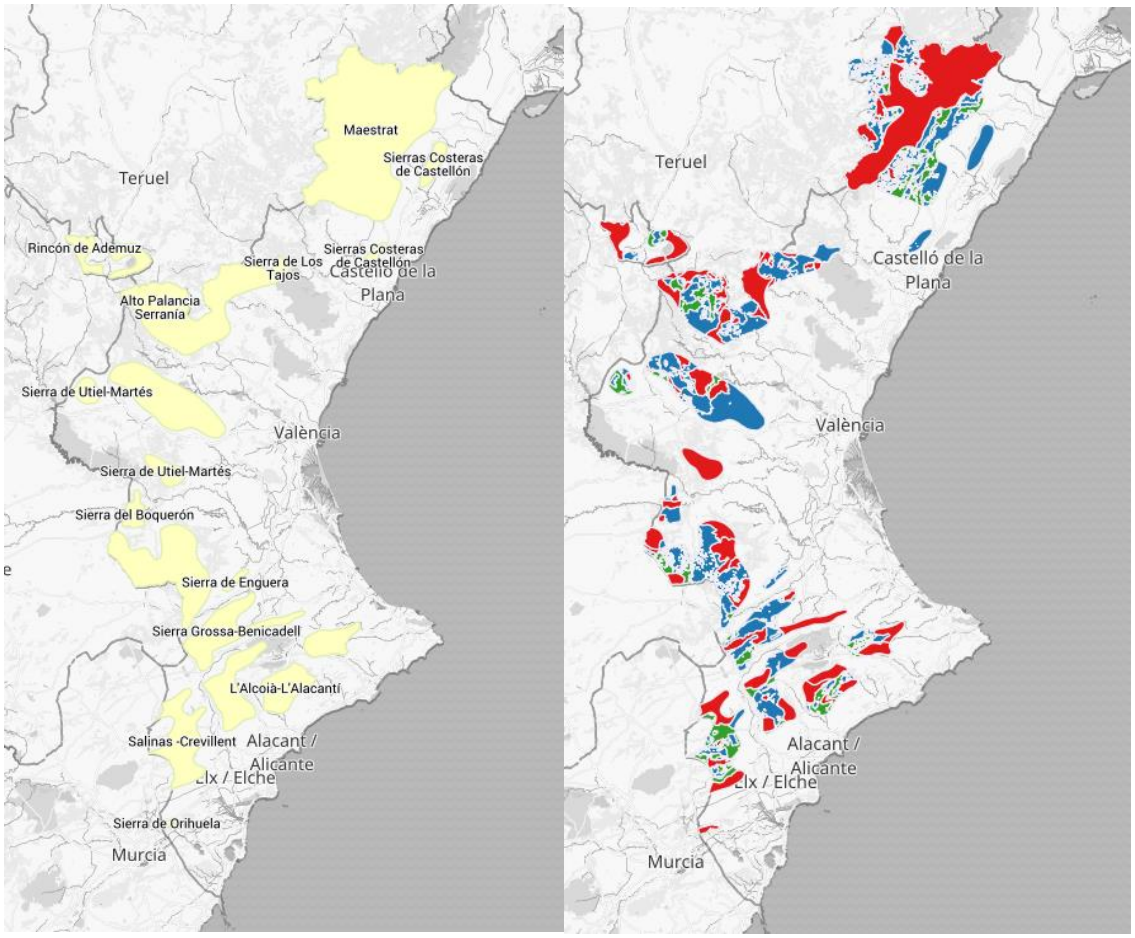

Figura 98. Áreas con potencial eólico en la Comunidad Valenciana: no aptas (rojo), condicionadas (azul) y aptas (verde). Fuente: Plan Eólico de la Comunidad Valenciana.

Un aspecto notable de la energía eólica es que permite la hibridación con otras tecnologías además de sus usos agrícolas y de silvicultura. **En esta Hoja de Ruta, se ha considerado una hibridación del parque eólico, en el que el 15%, el 20%, el 25% de la potencia eólica instalada en 2030, 2040 y 2050 respectivamente se instala con potencia fotovoltaica en territorio eólico**.

Esto significa que, en 2050, habiendo 8 GW de potencia eólica instalada, se instalarán 2 GW de solar en el área de influencia de los aerogeneradores, lo que implica que la superficie dedicada a fotovoltaica centralizada pasaría de 15.800 ha a 11.300 ha. Además de con fotovoltaica, la hibridación con otros terrenos de tipología forestal o agrícola se podría aprovechar para producir biocombustibles.

La infraestructura (incluyendo los propios aerogeneradores y el cableado) de eólica *off-shore,* con 1 GW instalado en 2050, se extiende en una superficie de 150 ha. La eólica *off-shore* tiene indudables impactos para el hábitat marino de algunos mamíferos y deben ser

contemplados, pero no compite con otros recursos como el resto de las tecnologías que aquí se describen.

Los campos solares fotovoltaicos requieren 11.300 ha, contando con que 2 GW de la generación están hibridados con eólica. Esta superficie suma el 14% del territorio de generación. Existen una serie de criterios medioambientales que limitan la implantación de campos solares. Los campos fotovoltaicos están restringidos a reservas naturales, paisajes protegidos y otros territorios con alto valor ambiental. También se debe evitar su instalación en terrenos de bajo valor agrícola, propensos a verse afectados por riesgos naturales (deslizamientos de tierra, inundaciones…) o con una pendiente superior al 25%, entre otros. Estos criterios se describen en el Consell del 7 de agosto de 2020. En la Figura 99 se pueden ver las zonas aptas, las condicionadas y la no aptas para la implantación de campos solares. El territorio apto es suficiente para alojar las 17.000 ha totales (incluyendo la hibridada con eólica) que requiere la potencia de 11 GW de fotovoltaica.

En relación con la capacidad termosolar en 2050, se necesitará un territorio de 3.200 ha, mientras que la hidráulica sigue manteniendo su ocupación actual con 115 ha totales. En esta década, tanto las centrales de ciclo combinado como la refinería han llegado al final de su vida útil, y ya no resultan necesarias, por lo que no se plantea la apertura de nuevas instalaciones similares. El espacio ahora dedicado a estas infraestructuras puede dedicarse a otros fines. En el caso de la refinería se podría evitar el desmantelamiento completo si se dedica a la síntesis de biocombustibles o de gases con un alto poder calorífico como el amoniaco, de forma que se seguiría destinado a fines energéticos.

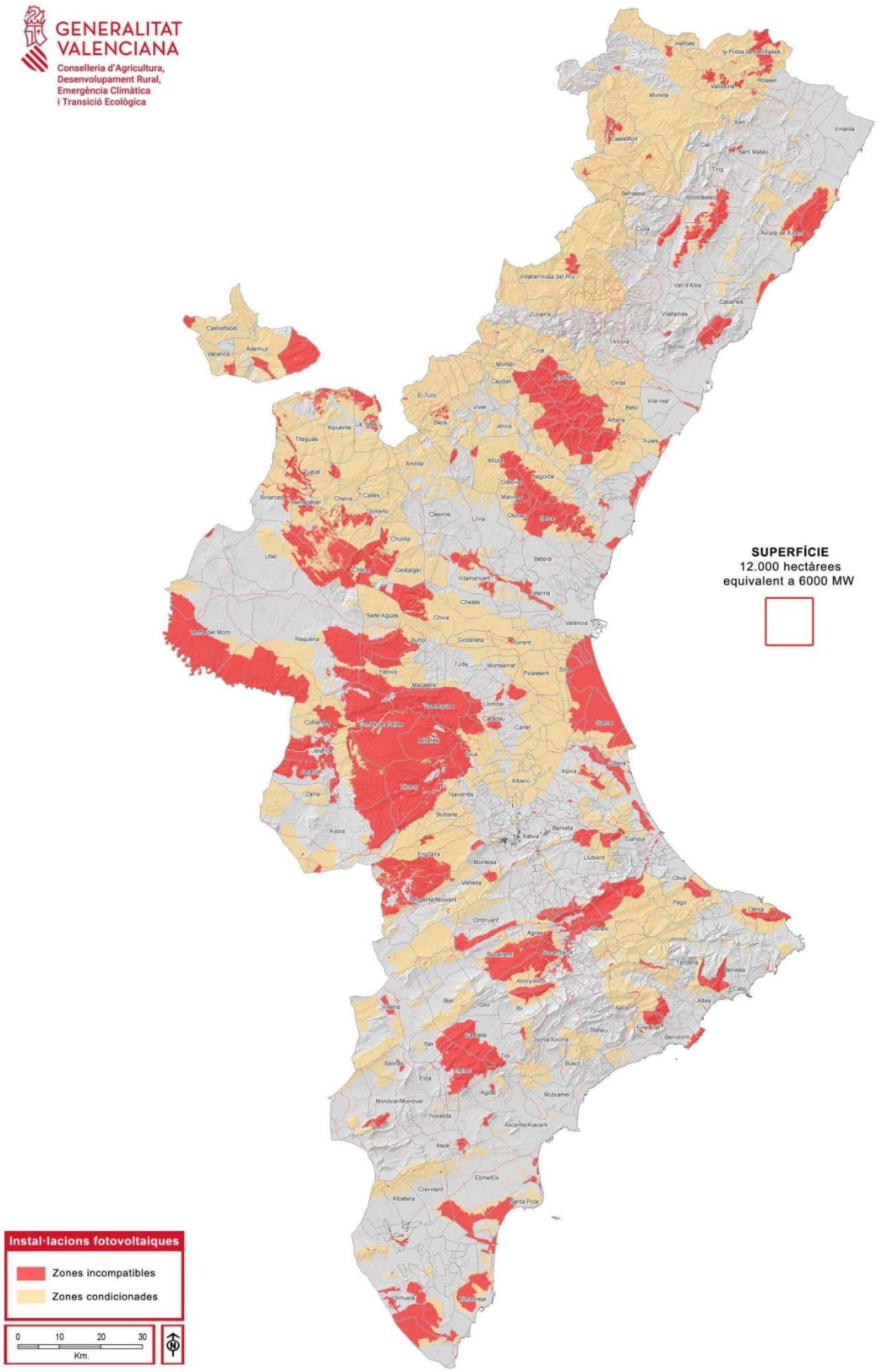

Figura 99. Mapa de zonas aptas, condicionadas y no aptas para la instalación de campos fotovoltaicos en la Comunidad Valenciana.
Fuente: Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica.

Por último, hay que mencionar el papel de los biocombustibles, biofueles, biomasa y otras renovables generadas a partir de productos agrícolas y silvícolas. La casuística de la obtención de energía vía fotosíntesis es que la superficie ocupada varía en gran medida del tipo de cultivo, de la tecnología utilizada y de los combustibles generados (etanol, biodiésel, biometano…). Según un estudio realizado por IRENA y Naciones Unidas las cifras son las siguientes:

Intensidad de uso de tierra en biocombustibles			
Biofueles	Datos EEUU	Datos Europa	Típico
	m^2/MWh	m^2/MWh	m^2/MWh
Maíz	237	450	500
Azúcar de caña (planta)	274	220	230
Azúcar de caña (residuo)	-	-	0,1
Soja	296	479	400
Celulosa (rotación corta)	565	410	500
Celulosa (residuo)	-	0,1	0,1

Tabla 80. Intensidad de uso de tierra de biocombustibles.
Fuente: IINAS 2017.

La demanda de biofueles y de biocombustibles en 2050 es de 8,22 TWh. No existen datos de la cantidad de residuos en la Comunidad Valenciana que se podrían dedicar a la producción de biofueles avanzados. Estimando que todos los biocombustibles se producen con el cultivo más eficiente (azúcar de caña), **se requeriría una extensión de 189.060 ha aproximadamente, un 8% del territorio de la Comunidad Valenciana**.

El territorio ocupado por los biocombustibles es considerable y por ello se mantiene todavía un debate en el mundo científico por la cantidad de emisiones que genera. **Cuando los cultivos destinados a biocombustibles sustituyen a terrenos forestales (por ejemplo, el caso de la selva amazónica en Brasil), la eliminación de sumideros puede llegar a ser una energía contra productiva climáticamente.** Al respecto, se debería elaborar un estudio sobre el potencial de los biocombustibles, teniendo en cuenta aspectos técnicos y medioambientales como los de la Hoja de Ruta del Biogás,

Conclusiones

Hoja de Ruta para el modelo energético sostenible a 2050 de la Comunidad Valenciana

FUNDACIÓN RENOVABLES

Conclusiones

Antecedentes

Nos encontramos en un momento de emergencia climática, en el que los estragos del cambio climático comienzan a hacerse presentes a través del incremento de temperatura medio y del aumento de eventos catastróficos como mega incendios, sequía so inundaciones. Esta crisis climática está causada por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que en el caso de la Comunidad Valenciana provienen en un 80% del procesado de energía.

Las emisiones para la producción de energía a su vez están ligadas al consumo de combustibles fósiles, que tienen que ser importados en su totalidad, generando una dependencia para el desarrollo de nuestra actividad diaria de otros países, con la vulnerabilidad que sus políticas suponen. El conflicto geopolítico entre Ucrania y Rusia es una prueba de ello, ha provocado el aumento de precios de los combustibles fósiles algo que ha supuesto al incremento de bienes tan básicos como la electricidad y los alimentos, iniciando una nueva crisis, esta vez energética que se suma a la climática en la que vivimos desde hace años. La solución a ambas pasa por la descarbonización, objetivo que tiene claro la Unión Europea. España y por supuesto la Comunidad Valenciana. Así, con el fin de lograrlo, se elabora la presente hoja de ruta, con pautas sobre cómo debe evolucionar el sector energético de la Comunidad Valenciana para conseguir si autosuficiencia energética y neutralidad climática, consiguiendo revertir ambas crisis.

Diagnóstico

Los objetivos de reducción de emisiones de la UE, y, por lo tanto, también de España y de la Comunidad Valenciana se calculan utilizando el año 1990 como base. Desde ese año, la Comunidad estaba experimentando un gran crecimiento económico ligado al aumento del consumo energético y de emisiones. Esta situación, sufrió un cambio drástico a partir del año 2008, cuando comienza una fuerte recesión que dura hasta 2014.

En la última década, la demanda de energía primaria y de consumo final se han visto afectadas por esta recesión. Ambos valores se han llegado a reducir en un 10%, para luego experimentar una subida y recuperar las demandas de principios de década: 130 TWh, en el caso de energía primaria, y 98 TWh en el de energía final.

La demanda de energía proviene mayoritariamente de fuentes no renovables: un 84% en el caso de la energía primaria, y ligeramente menor en el caso de la energía final, pues la electrificación se ha mantenido prácticamente invariable y tan solo ha llegado a cubrir el 26% de la demanda. Esta demanda eléctrica también ha mantenido su mix de generación constante, con un consumo minoritario de no renovables: un 43% de nuclear y un 33% de combustibles fósiles. Puesto que la Comunidad Valenciana carece de recursos tanto fósiles como nucleares, la alta demanda de estos en el sistema energético (sumada a la demanda del saldo eléctrico) hace que **la dependencia energética de la Comunidad sea del 90%.**

Si se analiza cada sector, **transporte** es el que mayor consumo tiene en 2019, un 41%, además, su mix depende en más de un 90% de los combustibles fósiles. El segundo es el sector **industrial**, con un 31% del total de la Comunidad, y un consumo de gas natural del 63%. Entre los dos **suponen más del 70% del consumo de la Comunidad**, por lo tanto, la descarbonización de estos **dos sectores será clave a la hora de descarbonizar la demanda energética**. Por detrás se encuentran los sectores residencial y servicios, con un 13% y un 11%, respetivamente. Ambos son los más electrificados, en un 58%, el primero, y un 73%, el segundo. Aunque son cifras a priori más prometedoras que las de los sectores comentados anteriormente, cabe destacar que ambos sectores cuentan con la tecnología suficiente para estar 100% electrificados en la actualidad. Por último, el sector agrícola tan solo supone el 4% de la demanda total y tiene un mix dependiente en un 90% del petróleo.

Estos datos demuestran que, además de por la estanqueidad del mix, la transición energética en la Comunidad Valenciana ha sido nula, porque las variaciones en el consumo estaban relacionadas con fluctuaciones económicas en lugar de con un aumento de la eficiencia energética o con una disminución de la demanda por buenas prácticas. También son una prueba de que no se están explotando al máximo los recursos renovables del territorio, que le permitirían tener autosuficiencia energética.

La ausencia de la transición energética en el territorio valenciano repercute directamente en las emisiones de GEI que, aunque se han reducido al comienzo de la década por la disminución del consumo, después se han mantenido constantes. Esta tendencia, aun suponiendo un decrecimiento de las emisiones respecto a las de las décadas anteriores, es totalmente insuficiente para alcanzar objetivos de descarbonización. Las emisiones de la última década siguen siendo un 37% superiores a las de 1990, cuando los objetivos a 2030 y 2050 suponen una reducción del 55% y del 90% respecto al mismo año.

Escenarios

En la presente hoja se plantean tres posibles escenarios para el modelo energético de la Comunidad Valenciana: un escenario continuista (*Business as usual* o BAU) y dos escenarios que persiguen los objetivos de descarbonización planteados en 2050. El primero de ellos perseguirá los objetivos solo con el uso de tecnologías actuales (escenario II). El segundo tendrá en cuenta también tecnologías emergentes y el desarrollo de las actuales (escenario III).

El **Escenario BAU**, como continúa con la demanda de combustibles fósiles, no consigue **alcanzar la descarbonización del sector energético de la Comunidad Valenciana a 2050** de ninguna forma. La demanda final no se consigue reducir, sino que se mantiene estable a lo largo de las tres décadas estudiadas, con 97 TWh. Además, perdura un mix energético muy similar al que existe. La principal diferencia está presente en el mix eléctrico y viene dada por el cierre de la central nuclear de Cofrentes en 2030, cuya demanda se suple con importaciones eléctricas procedentes de otras comunidades. Al mantenerse el consumo y el mix, también se mantienen las emisiones del procesado de energía, que continuarán siendo de 20 Mt CO_2/año en 2050. Esto demuestra que el ritmo actual de electrificación e implantación de renovables es del todo insuficiente.

En el **escenario II**, tampoco se consiguen obtener emisiones nulas en el año 2050. Sin embargo, a través de la reducción del consumo (un 32% de disminución en 2050 con respecto a 2019) y la electrificación de la demanda (73% del total), las emisiones descienden de manera notable**.** Así, **para conseguir la neutralidad de carbono se debe recurrir a la absorción de emisiones por parte de los sumideros forestales.** La reducción de la demanda se consigue a través de varias medidas en los cinco sectores.

Primero, mediante la rehabilitación de edificios y la electrificación total de los sectores residencial y servicios, que actualmente ya tienen la capacidad para realizar este cambio. El sector agrícola se electrifica en un 96%, con un consumo residual de biocombustibles para la maquinaria pesada.

Para conseguir la descarbonización del transporte es necesario un cambio modal, que provoca una importante disminución del transporte pesado por carretera y un aumento del transporte por ferrocarril, que se electrifica completamente. El desarrollo de las infraestructuras ferroviarias también provoca la disminución del número de vuelos. El transporte aéreo y marítimo no se descarbonizan por la falta de combustibles en la actualidad para estos subsectores.

El último sector que no se logra descarbonizar del todo es el industrial. A pesar de que con tecnologías actuales es posible descarbonizar doce de las catorce industrias de la Comunidad Valenciana, hay dos que requieren de nuevos combustibles que satisfagan la alta intensidad energética de las industrias cerámica y metalúrgica. Estas son la primera y la cuarta que más energía demandan en el sector, con un 50% y un 8% en 2019,

En este escenario, en el que no existe i+D, sería necesario aplicar medidas de ahorro ya disponibles, la electrificación de la demanda y un despliegue masivo de renovables en el territorio. Además, se tendría que conservar la masa forestal ya disponible para poder compensar las 3 Mt CO_2 anuales. Aunque no se logren los objetivos, en este caso queda demostrado que usando medidas existentes ya se pueden obtener grandes mejoras de eficiencia y descarbonización, aunque insuficientes para la crisis climática que vivimos.

El **escenario III** es el **único que cumple con los objetivos de descarbonización del sector energético a 2050.** Es decir, en 2050 las emisiones de GEI son cero, aumentando el 90% del objetivo de reducción planteado por la UE. La demanda de energía disminuye progresivamente en el período 2020-2050, hasta alcanzar una disminución del 33% con respecto a 2019 (de 98,1 a 65,8 TWh),

Para la consecución de estos objetivos se sigue el mismo desarrollo que en el escenario anterior solo que, en este caso, tanto el sector de la industria como el transporte aéreo y marítimo se consiguen descarbonizar por completo a través de la introducción de combustibles alternativos como el hidrógeno verde. También se incluirán otras fuentes de energía renovables por desarrollar en la Comunidad Valenciana, como la eólica *off-shore,* o el hidrógeno verde. Por tanto, es la senda energética que se recomienda para la Comunidad Valenciana, y la que se ha desarrollado en la en la prospectiva.

Prospectiva

Con el fin de lograr los objetivos de descarbonización es necesario reducir el consumo de combustibles fósiles de forma drástica en la primera década, para seguir con un descenso paulatino hasta su desaparición total en el año 2050. La energía nuclear, por su parte, desaparece en 2030, con el cierre ya pactado de la central de Cofrentes.

En cuanto a la prospectiva sectorial, el **sector agrícola,** realizando cambios en el tipo de maquinaria que usa y haciendo un mejor uso de esta, tiene la capacidad de disminuir el 50% del total utilizado en la actualidad. Por otra parte, electrificaría la mayor parte de su consumo en 2050, con un 4% residual de biocombustibles.

Tanto el **sector servicios como residencial** podrían electrificar por completo su demanda, lo que supondría pasar de un 73% y un 58%, respectivamente, a un 100% en 2040, una década antes de lo previsto. Puesto que la mayor parte de la demanda en ambos sectores proviene de la climatización, gran parte de esa demanda se podría reducir con un buen aislamiento térmico de los edificios y a través de medidas de eficiencia como el cambio de equipos y la propia electrificación del consumo, lo que supondría reducirla un 30%, en el caso del sector servicios, y un 64% en el residencial. En el caso del sector servicios la reducción de la demanda es menor porque se encuentra más electrificado de parida (76% frente al 59% del sector residencial). Además, el sector servicios experimentará un crecimiento paralelo al incremento de PIB, mientras el sector residencial decrecerá por el descenso de la población.

Los sectores más difíciles de descarbonizar serían el transporte y la industria, que son los que más consumo energético tienen y requieren el uso de combustibles con una alta intensidad energética que, al mismo tiempo, provengan de fuentes eléctricas renovables. El hidrógeno verde es la gran promesa de esta década porque podría cumplir ambos requisitos y debe ser aplicado en sectores muy concretos por el elevado consumo de energía que requiere su producción. Esto implica analizar en qué sectores es imprescindible su uso.

El **sector transporte** requiere una apuesta inmediata por el cambio modal priorizando la movilidad activa y en cuanto a la pasiva trasladando el uso de vehículos ligeros, del transporte pesado por carretera y de los vuelos de corta distancia hacia el transporte ferroviario, que ya se encuentra electrificado prácticamente al 100%. Este cambio modal será posible si se saca el máximo partido al corredor Mediterráneo que está siendo construido en la actualidad. Gracias a los biocombustibles y al uso de hidrógeno o amoniaco en los sectores marítimo y aéreo se conseguiría descarbonizar por completo el sector y reducir la demanda un 57%.

El **sector industrial** en la Comunidad Valenciana cuenta con numerosas empresas que pueden ser descarbonizadas cambiando sus equipos por otros que utilicen energía eléctrica o biocombustibles como el biogás. Esto sería posible en todas las industrias excepto en algunos procesos de cerámica y metalúrgica, en los que se utilizaría hidrógeno. En ambos casos, se electrificaría todo lo posible para conseguir una mayor eficiencia. Este sector, por lo tanto, se electrificaría un 59% y aumentaría su demanda.

En cuanto a las fuentes de energía primaria no renovables, el petróleo y el gas natural, que suponen el 46% y el 24% del consumo de energía, deberán desaparecer progresivamente, pasando a suponer el 29% y el 21% en 2030, respectivamente, y el

12%, en ambos casos, en 2040 y 2050. La eliminación del gas natural conllevaría hacer cambios en el sector eléctrico, ya que el 26% de la electricidad se suple con ciclo combinado y cogeneración. La nuclear, como ya se ha comentado, desaparece en 2030 y el saldo eléctrico también se elimina para conseguir la autosuficiencia energética plena de la comunidad.

Para conseguir estos objetivos se hace una apuesta por el uso de renovables y los sistemas de almacenamiento. Los segundos serán decisivos para suplir la demanda energética que no puede ser cubierta directamente por las renovables debido a los periodos diarios o estacionales en las que estas tienen una disponibilidad escasa o nula. Esto sucede, por ejemplo, con la energía eólica en verano o la solar durante las horas nocturnas.

A pesar de que las necesidades de almacenamiento de la Comunidad Valenciana se han modelado con las tendencias de demanda actuales, se debe tener en cuenta que, a través de cambios en los hábitos de consumo energético de la población, se conseguiría aprovechar la energía de modo más eficiente y disminuiría la necesidad de almacenamiento.

En cuanto a la energía primaria del territorio, el objetivo es que, en 2050, el 88% (62,5 TWh) será generación eléctrica del territorio y el resto (8,2 TWh) provendrá de las denominadas renovables no eléctricas: biomasa, biocombustibles y biogás.

La energía eléctrica se utilizará tanto para su uso directo (48,3 TWh) como para la generación de hidrógeno (14,4 TWh) en aquellas actividades de los sectores industrial y de transporte en las que es necesaria una mayor intensidad energética. La penetración de renovables en el mix eléctrico será paulatina, pasando del 18% actual a un 60% en 2030 y al 100% en 2050.

En el año 2050, está previsto que la energía eólica lidere el mix energético con un 48% (30 TWh) de la generación total. Esta energía provendrá tanto de eólica on-shore como off-shore con 8 GW y 1GW instalados respectivamente en 2050. El objetivo final es que la infraestructura eólica se hibride en el territorio con otras tecnologías, como la solar fotovoltaica; con agricultura para la síntesis de biocombustibles y con terreno forestal para la absorción de CO_2, para conseguir el aprovechamiento máximo del espacio.

También en el año 2050, el 47% de la electricidad (29,6TWh) provendrá de la energía solar centralizada (9GW, de los cuales 2 hibridados con eólica) y de autoconsumo (6,3 GW). De forma minoritaria, las energías termosolar e hidráulica supondrán el 4% y 1%,

respectivamente con 800 y 642 MW. No se incluye biomasa de ningún tipo en el mix, puesto que será utilizada para la generación de biogás y tanto este como los biocombustibles se utilizarán directamente en las actividades con mayor intensidad energética, al igual que se hará con el hidrógeno.

Con todos los supuestos explicados, se concluye que la Comunidad Valenciana tiene el potencial técnico y territorial para implantar tecnologías renovables capaces de conseguir la autosuficiencia energética y reducir del todo las emisiones del sector energético.

FUNDACIÓN RENOVABLES

Santa Engracia, 108. 5º Int. Izda.
28003 Madrid

www.fundacionrenovables.org

DEMOCRATIZAR ELECTRIFICAR PARA