



Perspectiva para la reducción de emisiones de CO2 en España a 2030

El papel de los productos petrolíferos

Marzo 2018



Lista de acrónimos

ACS	Agua Caliente Sanitaria	INE	Instituto Nacional de Estadística
BOF	Basic Oxygen Furnace	KTep	Kilo toneladas de petróleo equivalente
CAPEX	Capital Expenditure	MAPAMA	Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
CE	Comisión Europea	MFOM	Ministerio de Fomento
CMLP	Coste Marginal de Largo Plazo	MINETAD	Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital
CO2	Dióxido de carbono	MT CO2-eq	Mega Toneladas de CO2 equivalente
DGT	Dirección General de Tráfico	MTep	Mega toneladas de petróleo equivalente
EAF	Electric Arc Furnace	MWh	Megavatios hora
ESD	Effort Sharing Decision	OPEX	Operational Expenditures
ETS	Emission Trading Scheme	REE	Red Eléctrica de España
EUR	Euros	RES	Renewable Energy Sources
FV	Fotovoltaica	TCO	Total Cost Ownership
GEI	Gases de Efecto Invernadero	Ton	Tonelada
GLP	Gases Licuados del Petróleo	Uds	Unidades
GNC	Gas Natural Comprimido	VE	Vehículo eléctrico
GNL	Gas Natural Licuado	VU	Vida útil
GW	Gigavatio	W2W	Well-to-wheel
IDAE	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético	WACC	Weighted average cost of capital

REFERENCE SCENARIO (CE) para España: todos los análisis del presente estudio se han realizado sobre la base del Escenario de Referencia 2016 elaborado por la Comisión Europea para España.

Índice

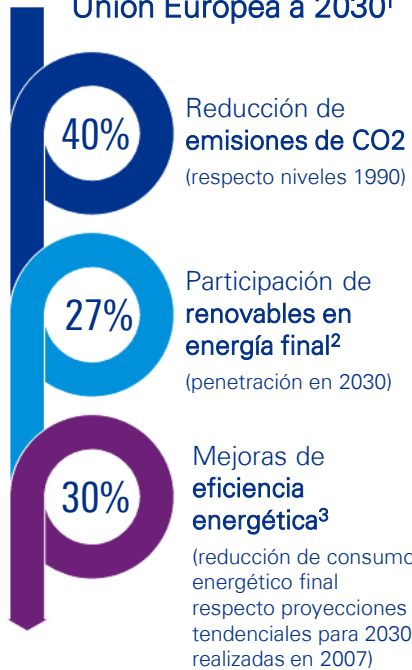
El objeto del estudio es analizar la contribución de los productos petrolíferos en la transición energética y evaluar cómo las mejoras tecnológicas que se implementarán a 2030 en los diferentes sectores económicos contribuyen al cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones de CO2 en España.

0	Alcance del estudio y principales conclusiones	p.4
1	Contexto y objetivos de reducción de emisiones para España	p.8
2	Evaluación económica de las medidas que pueden ser implementadas en diferentes sectores a 2030 para reducción de emisiones CO2	p.14
3	Contribución del sector del Petróleo a la economía española	p.39
A	Anexos	p.49



0. Alcance del estudio y principales conclusiones

Objetivos de energía y clima de la Unión Europea a 2030¹



-43% Sectores ETS (Electricidad, Industria) respecto niveles de 2005.

-30%⁴ Sectores no ETS (Transporte, Residencial, Comercial, etc.) respecto niveles de 2005.

- La Unión Europea contempla unos objetivos de energía y clima a 2030 que incluyen un **40% de reducción de emisiones** respecto a 1990, un **27% de penetración de renovables** en 2030 y un **30% de mejora de la eficiencia energética** con respecto a las proyecciones tendenciales para 2030 realizadas en 2007.
- El objetivo de reducción de emisiones a nivel de la UE se ha asignado entre sectores ETS (objetivo del **-43%**) y no-ETS (objetivo del **-30% para UE**). Los objetivos para sectores no-ETS se han asignado por país, teniendo España una meta propuesta del **-26%**, según la Comisión Europea (pendiente de aprobación del Parlamento Europeo).
- En este contexto, la CE desarrolló y publicó un **Escenario de Referencia para la matriz energética** de los distintos países en Europa. Para el caso particular de España, el Reference Scenario permite el cumplimiento de los tres objetivos propuestos a 2030.
- El **sector de los productos petrolíferos** en España (que en 2016 tuvieron un 51% de peso en la energía final) será necesariamente **parte de esta transición**, sin dejar de tener **una contribución significativa a la economía del país**.

El alcance de este estudio ha incluido:

- 1 La **identificación de las medidas** de reducción de emisiones a 2030 necesarias para cumplir los objetivos de reducción de emisiones ETS y no ETS en España, a partir de los planes de acción en eficiencia energética de España y otros países, así como de otras fuentes disponibles.
- 2 La **evaluación de la eficacia y eficiencia de estas medidas** a la hora de reducir emisiones, y en particular para aquellas que afectan a los productos petrolíferos.
- 3 Un **análisis de la contribución** del sector del petróleo a la economía española en los últimos años.

¹ Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030, Acuerdo de París.

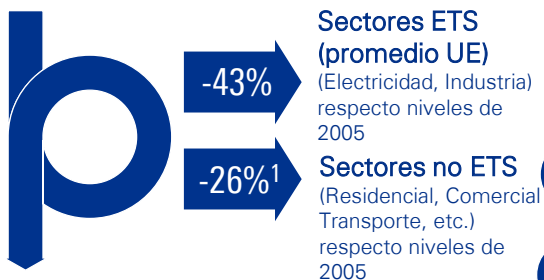
² Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

³ Propuesta de DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, 2016/0376 (COD), parte del "Winter Package".

⁴ El objetivo de reducción de emisiones no-ETS es de un 30% entre 2005 y 2030 en la UE. Para España se ha propuesto un objetivo de reducción de 26%.

Conclusiones del estudio (I/II)

Objetivos de reducción de emisiones a 2030 para España



¹ El objetivo de reducción de emisiones no-ETS es de un 30% entre 2005 y 2030 en la UE. Para España se ha propuesto un objetivo de reducción de 26%.

- Entre 2005 y 2016, España ha reducido sus emisiones ETS en un 41,7% y emisiones no ETS en un 14,7%, con respecto a 2005.

 - El sector industrial ha disminuido sus emisiones entre 2005 y 2015 un 35% en los sectores ETS y un 20% en los no ETS. A pesar de menor actividad industrial en este periodo, la parte importante de la reducción de emisiones se debe a la sustitución de combustible y mejoras de eficiencia de los procesos industriales.
 - El sector eléctrico ha reducido sus emisiones en 34% entre 2005 y 2015, mayormente debido a los objetivos de energía renovable en el mix eléctrico.
 - En este periodo, el sector de Transporte terrestre ha reducido sus emisiones en un 15%, mientras el tráfico se ha reducido en un 3%. La mayoría de los ahorros se han debido a las mejoras en eficiencia del parque vehicular.
- Para los próximos años, todavía queda pendiente una reducción adicional, con respecto a los niveles de 2005, de 26,4 MTCO₂-eq en los sectores no ETS y de 2,9 MTCO₂-eq en los sectores ETS, para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones.
- El menú de las medidas identificadas para la reducción de emisiones muestra que según la evolución tecnológica prevista a 2030, existe un potencial de medidas coste eficientes en todos los sectores analizados que permiten alcanzar una reducción global de 46 MTCO₂ en 2030.

Analizando las medidas que se pueden adoptar para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones a 2030, la contribución de las medidas eficientes de cada sector desde el punto de vista económico, sería: 32% Generación eléctrica, 16% Industria, 19% Transporte terrestre, 20% Residencial y 13% restantes sector Comercial.
- El cumplimiento de los objetivos sectoriales de reducción de emisiones, se podría alcanzar completamente en los sectores ETS y en un 88% en los sectores no ETS con medidas que son eficientes económicamente por sí mismas:

 - ETS:** con las medidas económicamente eficientes se estima que el sector Eléctrico contribuiría a reducir un total de 14,5 MTCO₂ y el sector Industrial un 7,4 MTCO₂ para un objetivo de reducción de 2,9 MTCO₂ para los sectores ETS.
 - No-ETS:** la contribución al cumplimiento de reducción de emisiones con medidas económicamente eficientes se estiman para Transporte en 8,8 MTCO₂, Residencial 9,2 MTCO₂ y Comercial 6,0 MTCO₂, siendo necesaria una reducción adicional de 2,4 de MTCO₂ para alcanzar el objetivo de 26,4 MTCO₂ para los sectores no-ETS.

Conclusiones del estudio (II/II)

Contribución del sector del petróleo a la economía española.

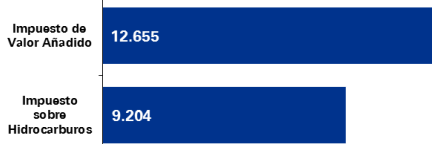
5

La contribución del sector del petróleo a la economía española y la recaudación fiscal debería tomarse en cuenta en las medidas que se adopten para la transición energética.

Impuestos recaudados por el sector, 2015

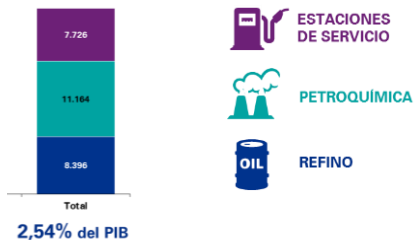
(IVA e Impuesto sobre Hidrocarburos)

Millones de euros



PIB total del sector, 2015

(directo, indirecto e inducido)



Empleo total del sector, 2015

(directo, indirecto e inducido)



- El sector del petróleo es uno de los sectores con **mayor protagonismo** dentro de la transición energética y a la vez uno de los **motores de crecimiento** dentro de la economía española.
- Los productos petrolíferos corresponden a un **51% del consumo de energía final en España** (2016), presente en el consumo de todos los sectores económicos: un 7% del consumo en el sector Energía, un 95% del consumo energético final en el sector Transporte, un 14% del consumo final en el sector Industria, a 20% del consumo final en el sector Residencial, 10%, en el sector Comercial, un 71% del consumo final en Agricultura, y un 98% del consumo energético final en Pesca.
- El sector del Petróleo (Refino, Petroquímica y Estaciones de Servicio) contribuyó a recaudar en 2015 un 9,5% del total de impuestos del país. **Los impuestos recaudados debido a la actividad del sector (IVA e Impuesto sobre Hidrocarburos) en 2015 ascendieron a 22.912 millones de euros.** Además, las empresas del sector han contribuido con más de **2.500 millones de euros en impuestos** soportados en 2015.
- En la Balanza Comercial, el 79% de las importaciones de combustibles líquidos en España provienen del crudo, mientras que casi el 100% de las exportaciones son derivados del petróleo.
- La industria de refino **aporta 2.500 millones de euros anuales a la Balanza Comercial.** Las importaciones de productos petrolíferos aumentarían en un 10% si se importasen todos los derivados que se consumen.
- La contribución total (directa, indirecta e inducida) del **sector del Petróleo (Refino, Petroquímica y Estaciones de Servicio) al PIB de España en 2015 alcanzó un total de 27.286 millones de euros representando una cuota de 2,54% del PIB.**
- En términos de empleo, el impacto total** (directo, indirecto e inducido) **en 2015 asciende a 271.564 personas** representando una cuota **del 1,5% del total empleo nacional.**

Fuente: Elaboración propia con estadísticas de INE, Agencia Tributaria, Aduanas y CORES.



1. Contexto y objetivos de reducción de emisiones para España

Transición energética: Objetivos a 2030, RES y Eficiencia

En línea con las directrices de la Comisión Europea, España debe cumplir objetivos de participación de renovables en la energía final del 20% al 2020 y 27% al 2030, así como el objetivo de reducción del consumo de energía primaria del 20% al 2020 y del 30% al 2030, con respecto a las proyecciones tendencias para 2020 y 2030 elaboradas en 2007 por la CE.

Renovables en energía final

Participación de renovables en la energía final



Objetivo vinculante:

2020: 20% de RES en energía final

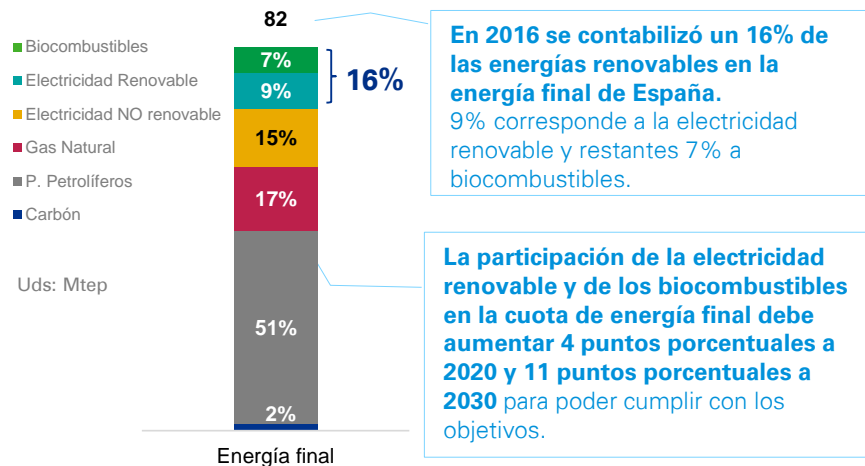
2030: 27% de RES en energía final



Fuente: CE, Directiva 2009/28/CE.

Participación de energías renovables en la energía final en 2016 (usos energéticos).

Fuente: elaboración propia con datos de MINETAD



Consumo de energía primaria

Reducción del consumo de energía primaria



Objetivo no vinculante¹:

2020: -20% respecto a proyecciones para 2020

2030: -30% respecto a proyecciones para 2030 (equivalente a -17% respecto niveles de 2005)



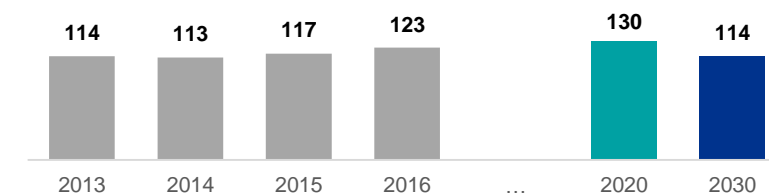
Fuente: CE, Propuesta de modificación a la Directiva 2012/27/UE.

¹ Los objetivos de reducción aplican a las proyecciones tendencias del consumo de energía primaria elaboradas por la Comisión Europea en 2007.

Consumo de energía primaria en 2016.

Fuente: elaboración propia con datos de MINETAD

Uds: Mtep



Los objetivos de eficiencia al 2020 previsiblemente se alcanzarán, siendo necesario ahora mantener la senda de consumo. Sin embargo, para cumplir a 2030, se requiere una reducción adicional del -7,3% respecto a los valores actuales de consumo.

Para cumplir los objetivos de renovables y eficiencia energética a 2030, España debe aumentar en 11 puntos porcentuales la participación de renovables en la energía final, y reducir en un 7,3% el consumo energético final respecto al consumo actual.

Transición energética: Cumplimiento objetivos, RES

El análisis realizado toma como base el Escenario de Referencia elaborado por la CE para España que le permite cumplir con los tres objetivos (RES, emisiones, eficiencia energética). En el escenario modelado se contempla una participación de renovables del 56% en el mix de energía eléctrica así como un 10,6% de bios en las gasolinas y gasóleos de automoción¹, permitiendo a España cumplir con el objetivo del 27% de energías renovables en el consumo final a 2030.

Hipótesis empleadas en el sector transporte y el sector eléctrico para el cumplimiento de objetivos en 2030 Fuente: Reference Scenario (CE) para España y elaboración propia



Transporte

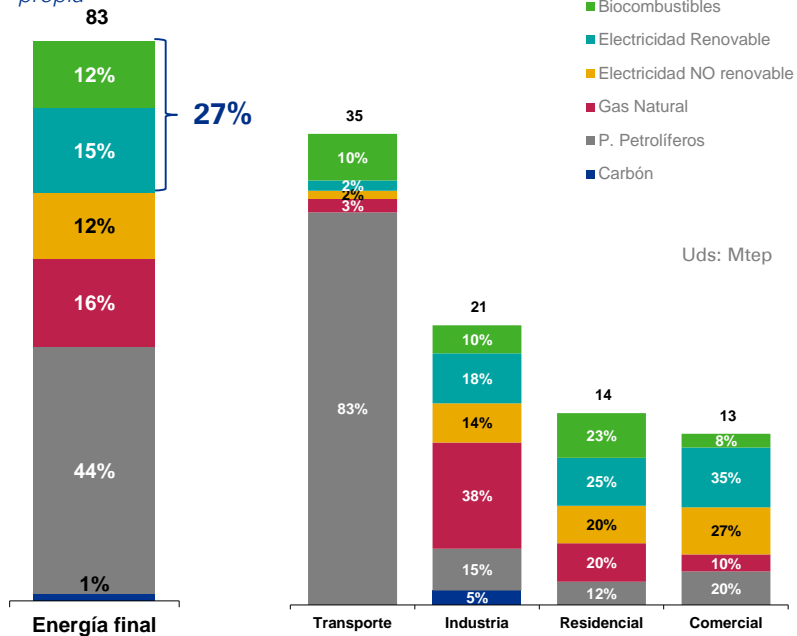
- **Biocombustibles:** 10,6% en gasolinas y gasóleos en transporte por carretera (mínimo establecido en Winter Package) y 0% en el resto de sub-sectores de transporte.
- **Electricidad:** penetración hasta un 2% del coche eléctrico y hasta un 5% del coche híbrido enchufable de la demanda de transporte particular y 100% de trenes eléctricos.



Generación eléctrica

- **Nuclear:** Se extiende la vida útil del parque existente en España.
- **Carbón:** El nacional desaparece antes de 2020 mientras que el importado continúa hasta su cierre progresivo al cumplir 45 años de vida útil.
- **Ciclos combinados:** Continúan en explotación las plantas existentes y se incorpora nueva potencia para mantener la garantía de suministro (índice de cobertura=1,1).
- **Eólica y solar:** Se desarrollan aumentando la potencia instalada hasta alcanzar el 56% de renovables en el mix eléctrico.

Participación de energías renovables en la demanda de energía final 2030 (datos en Mtep) Fuente: Reference Scenario (CE) para España y elaboración propia

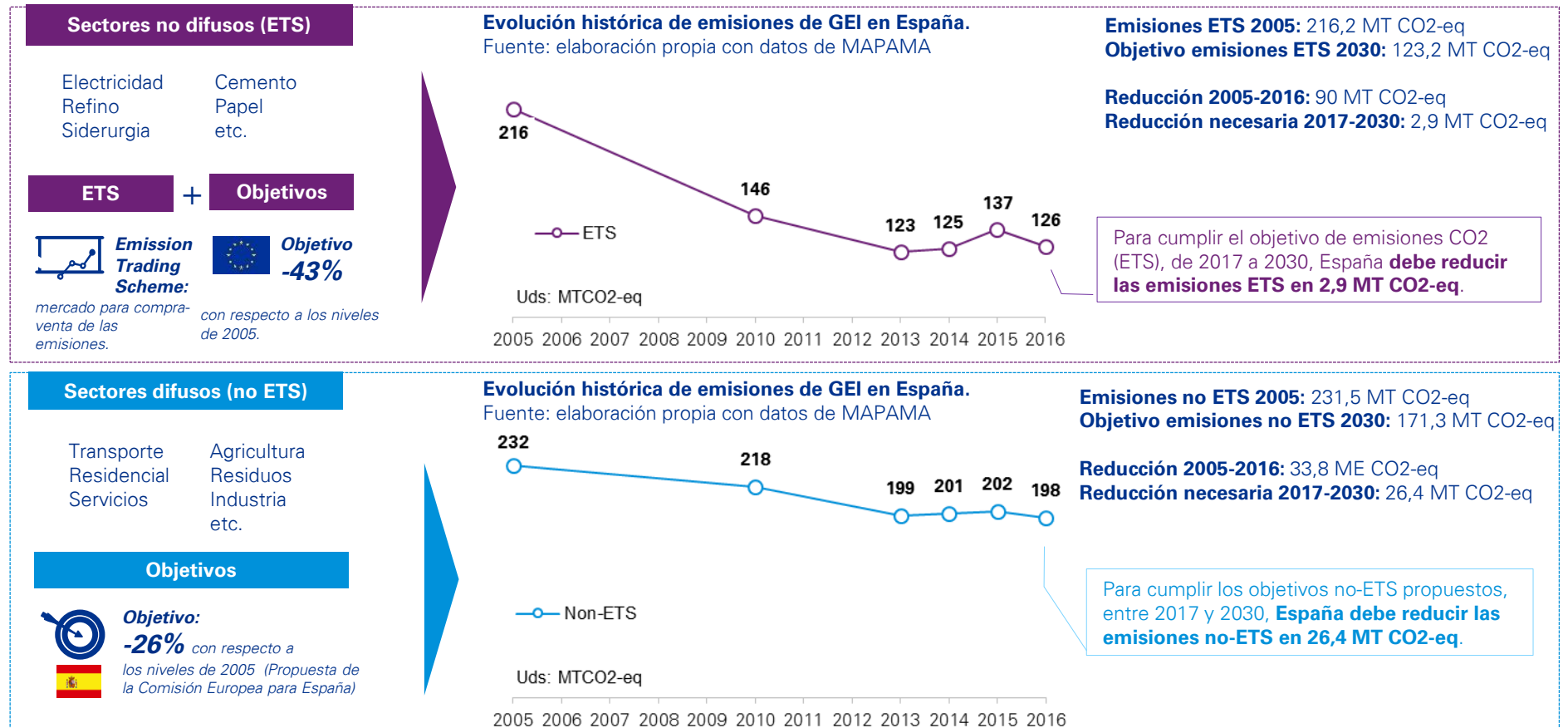


El cumplimiento del 27% de energías renovables en Energía Final se alcanza a través de la combinación de las contribuciones de todos los sectores de la economía.

¹ La cuota de 10,6% de bios en combustibles de automoción está calculada como suma de cuota mínima exigida de energía renovable avanzada (6,8%) y cuota máxima permitida de los biocombustibles procedentes de cultivos alimentarios o forrajeros (3,8%) en 2030.

Transición energética: Objetivos a 2030, Emisiones

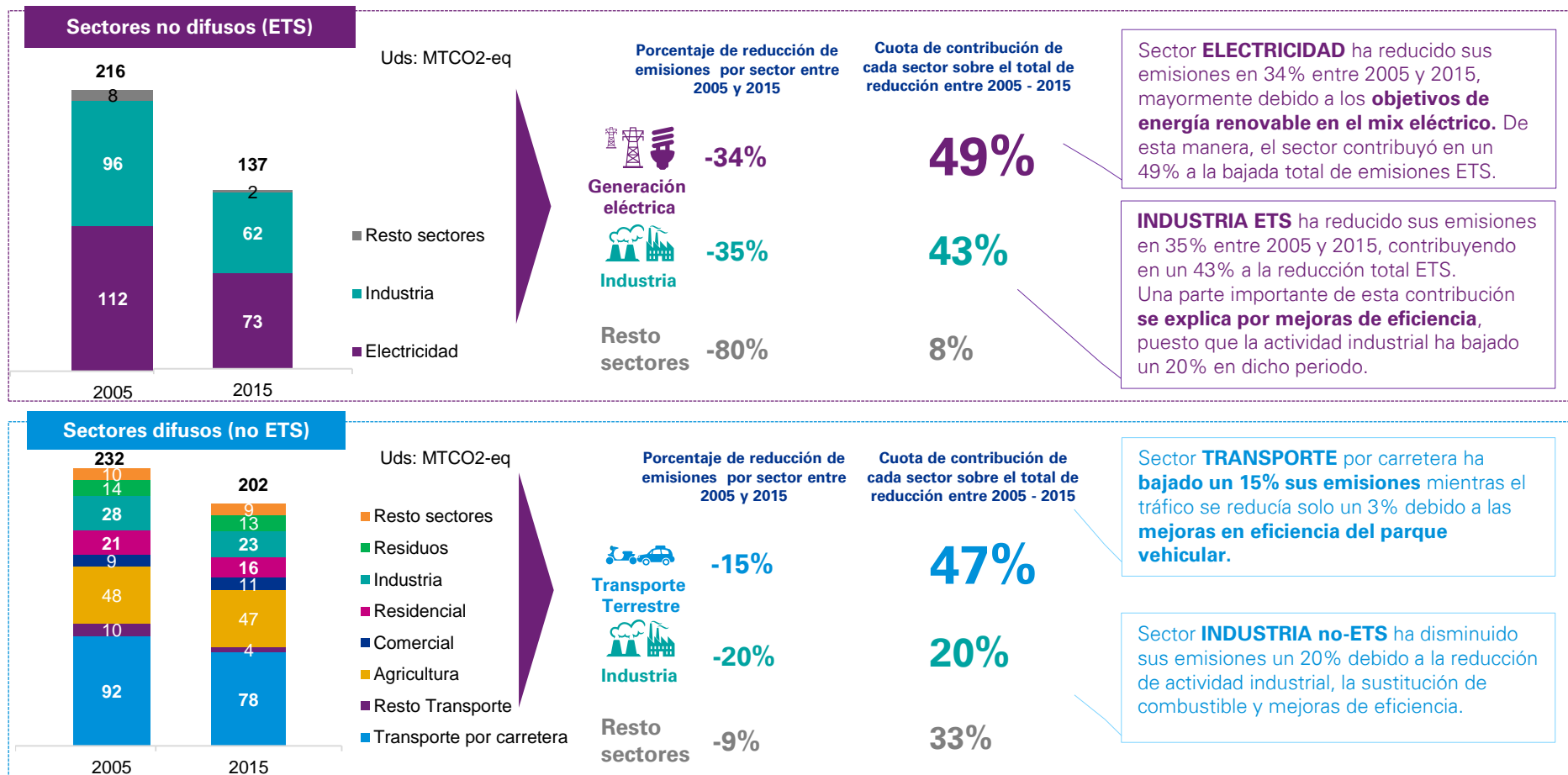
España ha reducido sus emisiones GEI respecto a niveles de 2005 en un **41,7%** en sectores ETS y en un **14,6%** en sectores no-ETS. Para cumplir con los objetivos propuestos por la Comisión Europea para 2030, debe alcanzarse una reducción de **2,9 MTCO2-eq** para ETS y de **26,4 MTCO2-eq** para no-ETS.



Nota: El régimen europeo de comercio de derechos de emisión se ha reformado para el periodo 2021-2030 para garantizar que se alcanza el objetivo de reducción de emisiones de CO2 fijado para los sectores ETS. Las herramientas para conseguirlo son el nivel de derechos de emisión y su precio; actuando sobre estas palancas se pretende impulsar la inversión en mejoras de eficiencia de emisiones de CO2. Teniendo en cuenta que el objetivo establecido para 2030 es una reducción del 43% respecto a las emisiones en 2005, la nueva Directiva reduce los derechos de emisión e introduce medidas que favorecerán el incremento de su precio para asegurar el cumplimiento del objetivo. Estas medidas se implementarán por igual en todos los países de la UE independientemente de la situación particular de cada uno. Comparativamente respecto a los objetivos del 2020 (21% respecto a 2005) esto supondrá para los sectores ETS un esfuerzo adicional de reducción del 22% de las emisiones de CO2

Transición energética: Cumplimiento, Emisiones

Todos los sectores (con excepción del sector Comercial) han disminuido sus emisiones de CO2 entre 2005 y 2015, siendo Electricidad, Industria y Transporte los tres sectores que han aportado más de 90% de la reducción total en conjunto.



Fuentes: elaboración propia con datos de MAPAMA 2005 y 2015.

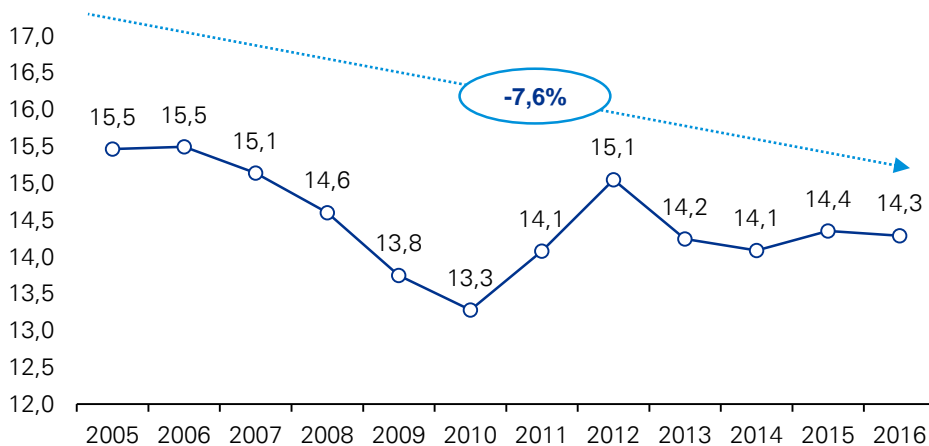
Nota: los desgloses sectoriales de emisiones corresponden al año 2015 al no haberse publicado el inventario detallado GEI para 2016 a la fecha de redacción de presente informe.

Transición energética: Cumplimiento, Emisiones (Refino)

El sector del Refino en España ha contribuido a la reducción de emisiones de la Industria. Entre 2005 y 2016 las emisiones totales de las refinerías españolas han disminuido en un 7,6%, habiendo aumentado su producción en un 7,7%, así como la calidad de los productos, lo que implica un consumo energético adicional. La intensidad de emisiones de las refinerías españolas ha disminuido en un 14,2% en este periodo, debido a las ganancias en eficiencia en el procesado del crudo.

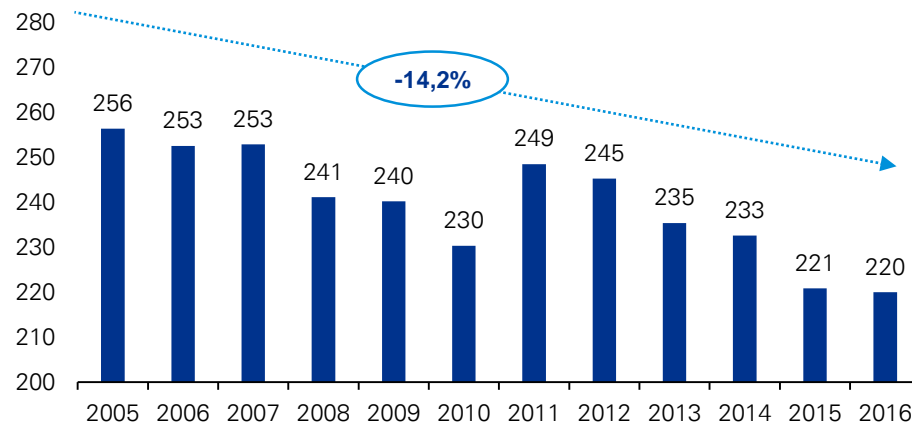
Emisiones totales anuales del sector Refino (MTCO2).

Fuente: Informes anuales MAPAMA "Aplicación de la Ley 1/2005".



Intensidad de emisiones del sector Refino: emisiones de CO2 anuales por producción total de refinerías (kgCO2/ton).

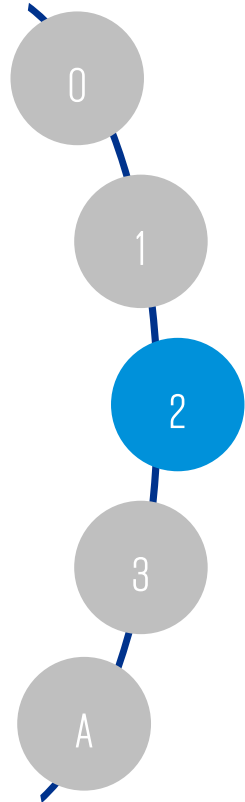
Fuente: elaboración propia con datos de MAPAMA y CORES



- Las inversiones en los complejos industriales de refino, incluyendo las cogeneraciones, han permitido al sector ganar en eficiencia, reduciendo sus emisiones al tiempo que se aumentaba la producción.
- Adicionalmente, las refinerías han efectuado sustituciones de combustibles a Gas Natural, contribuyendo a la reducción de emisiones del sector.
- Por último, las refinerías españolas han invertido en las mejoras de las calidades de sus productos y de eficiencia energética, fomentando aún más el ahorro de emisiones de CO2.



2. Evaluación económica de las medidas que pueden ser implementadas en diferentes sectores a 2030 para la reducción de emisiones de CO2



Evaluación económica de las medidas que pueden ser implementadas en diferentes sectores a 2030 para la reducción de emisiones de CO2

2.1	Metodología de curvas marginales de largo plazo (CMLP)	p.16
2.2	Cálculo de CMLP	p.19
2.3	Resultados del modelo	p.34
2.4	Interpretación de los resultados	p.36

Metodología de curvas marginales de largo plazo (I/III)

El objeto del estudio es evaluar cómo las mejoras tecnológicas, de aquí a 2030, en los diferentes sectores económicos contribuyen al cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones de CO2.

CURVAS DE COSTE MARGINAL DE LARGO PLAZO (CMLP)

una metodología para comparar distintas opciones tecnológicas para la reducción de las emisiones GEI en dos dimensiones: su efectividad y su coste económico.

Primeros modelos desarrollados por académicos en los 1990s (Jackson 1991, Baker et al. 2008, Economics for Energy 2011, etc.)

Útiles para los Reguladores/ Planificadores en toma de decisiones:

- A. Indican el potencial factible de reducción de emisiones causado por cada acción/ medida frente a un escenario sin mejoras tecnológicas.
- B. Reflejan el esfuerzo económico necesario para la implementación de cada medida comparado con la opción sin mejoras tecnológicas.

PASO 1: SELECCIÓN DE MEDIDAS

89 medidas analizadas en:

Sectores no difusos (ETS)



Sectores difusos (no ETS)



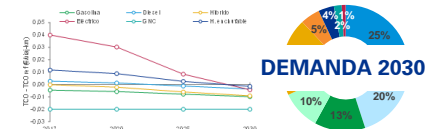
PASO 2: CÁLCULO DE LA IMPLEMENTACIÓN en 2030 y crecimiento del sector

Para cada medida, se proyecta su **grado de implementación en 2030** según sus costes y el crecimiento esperado del sector. Los consumidores/ inversores deciden implementar la opción tecnológica si los ahorros que ella proporciona superan la inversión inicial.

Modelos **Total Cost of Ownership** para determinar la alternativa óptima en función de la evolución de costes.

Benchmark de costes en estudios académicos y publicaciones oficiales.

- ✓ Reference Scenario
- ✓ Realidad española



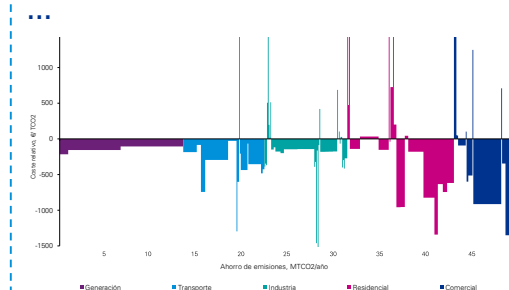
Se utiliza la información del escenario de referencia para determinar la composición de la demanda.

PASO 3: CÁLCULO DE AHORROS/ COSTES en 2030

- a) Se calcula la **reducción de las emisiones de CO2** debido a la implementación de la medida, en comparación con la situación de referencia.
- b) Se calcula el **coste total de implementación de la medida**, comparado con la situación de referencia sin mejoras tecnológicas.



PASO 4: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CMLP

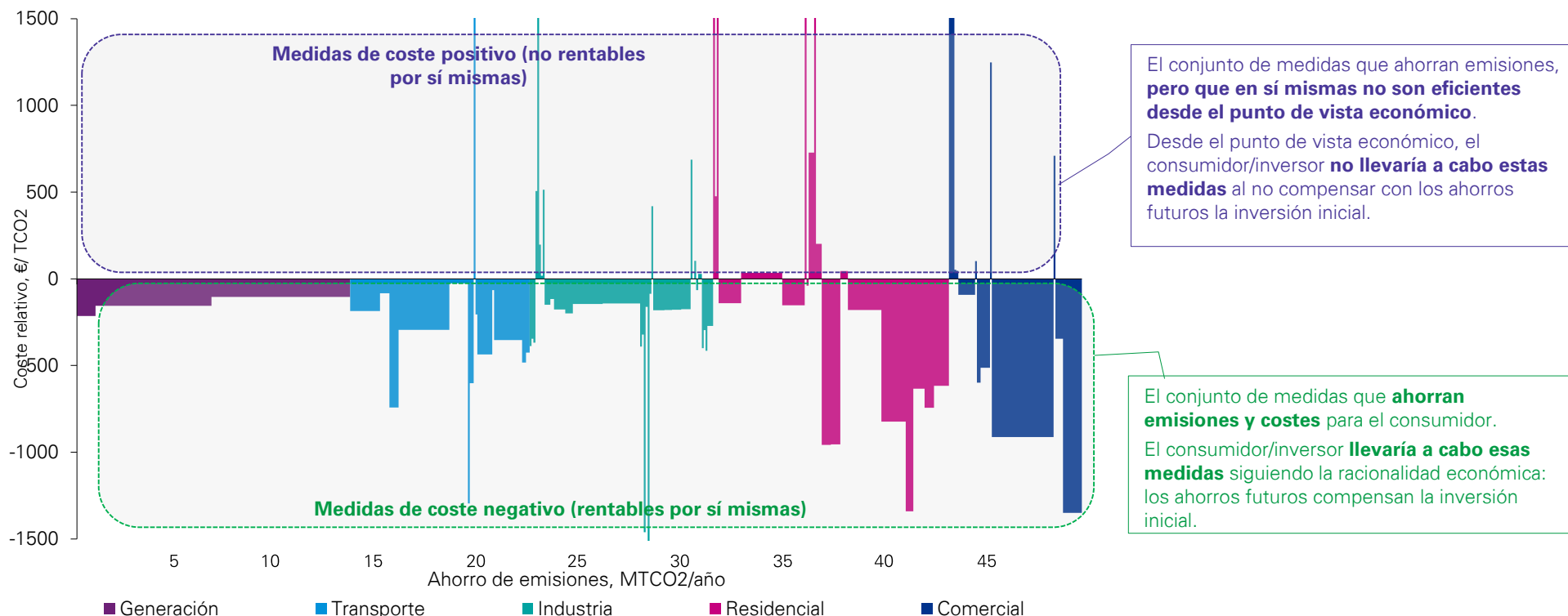


* Industria: las medidas identificadas en la Industria corresponden a aquellas que están disponibles en la actualidad y son intensivas en energía.
 **Transporte Terrestre: el presente estudio tiene en consideración el transporte terrestre el cual registra la mayor cuota de consumo final.

Metodología de curvas marginales de largo plazo (II/III)

La curva CMLP representa el coste/ahorro relativo de implementación de cada medida (eje de ordenadas) y la reducción de emisiones (eje de abscisas) con respecto a la tecnología de referencia considerada para cada medida.

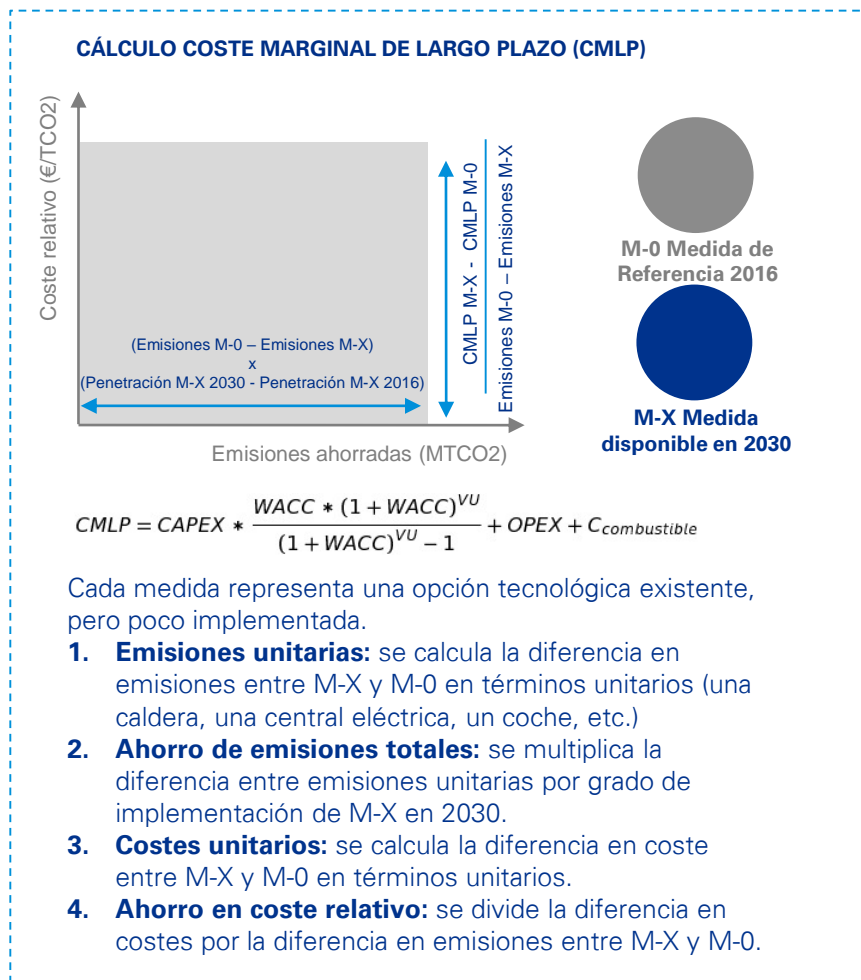
También representa las medidas que pueden participar en alcanzar el objetivo de reducción de emisiones de CO2, y permite distinguir entre aquellas que se desarrollarían por sí mismas y las que no, desde un punto de vista económico.



Las medidas que permiten alcanzar el cumplimiento del objetivo de modo mas eficiente desde el punto de vista económico son las que dan como resultado ahorros económicos al compararlas con la referencia y que son eficaces en la reducción de emisiones.

Metodología de curvas marginales de largo plazo (III/III)

A través del enfoque multisectorial, el modelo aporta la visión de futuro sobre el potencial de reducción de emisiones factible y evaluado desde un punto de vista económico.



ENFOQUE MULTISECTORIAL

Permite **comparar las medidas de diferentes sectores** de actividad en dos dimensiones: contribución factible a la reducción de emisiones y coste-eficiencia.



VISIÓN DEL FUTURO

El modelo evalúa el potencial de reducción de emisiones a 2030 debido al cambio tecnológico, **incorporando las curvas de aprendizaje esperadas** de nuevas tecnologías en el futuro.



PARTICULARIZADO PARA ESPAÑA

- Analiza la viabilidad de las medidas a nivel sectorial **considerando la situación actual** y la evolución histórica en **España**.
- Contempla el **cumplimiento de los objetivos** medioambientales a 2020 y 2030.



RESULTADO DEL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

El grado de implementación de las medidas en 2030 incluye un **análisis de coste-beneficio** de lo que supone para los agentes económicos/consumidores tomar sus decisiones entre las opciones disponibles.

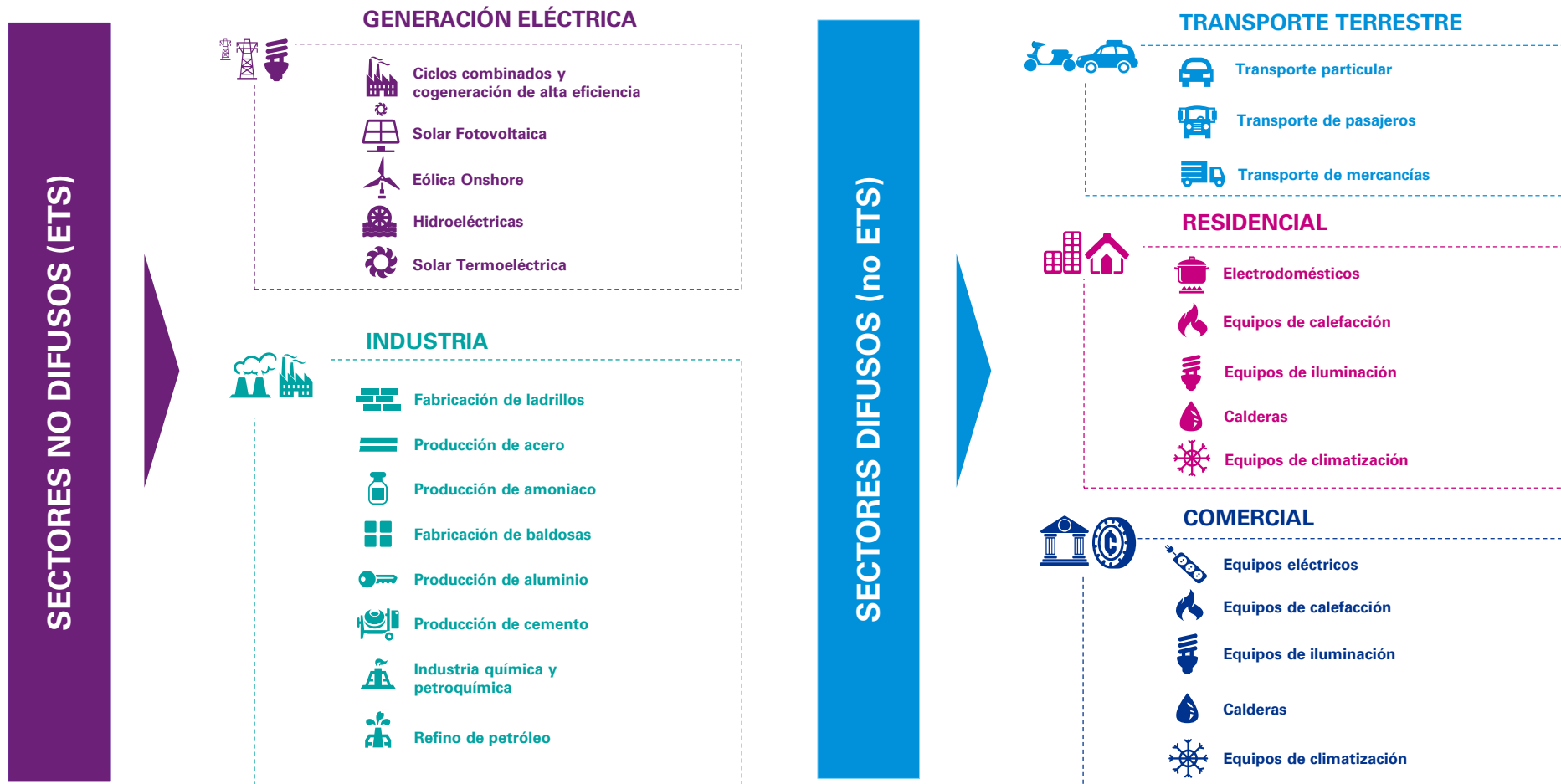


VISIÓN EXPERTO

Guarda consistencia con la **visión de expertos independientes** en las proyecciones de la Comisión Europea (modelo PRIMES), Agencia Internacional de la Energía, etc.

Paso 1: Medidas consideradas

La selección de las medidas se ha realizado a partir de informes regulatorios, Planes de Acción en Eficiencia Energética (España y UE), y estudios académicos con enfoque en medidas con mejoras tecnológicas ya disponibles en el mercado.



Nota: aquí se presentan los grupos agregados de medidas, la lista completa de las medidas consideradas se encuentra en el Anexo del documento.

Paso 2: Cálculo del grado de implementación en 2030

Para obtener el potencial de reducción de emisiones de cada medida es necesario proyectar la demanda futura de cada sector así como el grado de implementación de las medidas a 2030. El grado de implementación se deriva de las decisiones de inversión de los agentes en función de la evolución en el tiempo de los costes de las medidas.



Crecimiento del sector



Grado de implementación de las medidas

Sobre la base del *Reference Scenario* de la CE para España:

- Asegurando el cumplimiento de objetivos de energías renovables y eficiencia energética a 2030.
- Asegurando compatibilidad con la realidad española.

Modelado en función de las decisiones de inversión:

- Valores centrales de los benchmarks de la evolución de los costes.
- Implementación de alternativas según su **Total Cost of Ownership**,



REFERENCE SCENARIO:

- Demanda eléctrica del Reference Scenario para España (considerando, mayor electrificación y cumplimiento de objetivos RES en España).

MODELO EPSILON de KPMG ("TOTAL COST OF OWNERSHIP"):

- Evolución de CAPEX y OPEX según los valores centrales del benchmark de costes (World Energy Outlook 2016, IRENA y propio).
- Modelo de despacho en función de los costes de tecnologías.



REFERENCE SCENARIO:

- Crecimiento de la demanda: 1,2% anual para transporte particular, 1,6% anual para transporte de pasajeros y 1,4% para mercancías.
- Aumento del peso del transporte por ferrocarril vs. carretera.

TOTAL COST OF OWNERSHIP:

- Evolución de CAPEX y OPEX según los valores centrales del benchmark de costes (publicaciones, encuestas a las concesionarias).
- Implementación según TCO de vehículos y reemplazo al final de vida útil.



REFERENCE SCENARIO:

- Crecimiento anual de la producción: 1,0% para Baldosas, Cemento y Ladrillos, 0,4% para Aluminio, 0,8% para Acero, 1,2% para Amoniaco, 1,2% para Petroquímica y 1,3% para Refino (aprox. por Industria total).

TOTAL COST OF OWNERSHIP:

- Evolución de CAPEX y OPEX según los valores centrales del benchmark de costes (publicaciones y encuestas).
- Implementación según TCO de equipos y reemplazo al final de vida útil.



INE e IDAE

- Crecimiento del número de hogares (INE): 0,62% anual.
- Distribución de hogares entre zonas climáticas (IDAE).

TOTAL COST OF OWNERSHIP:

- Evolución de CAPEX y OPEX según los valores centrales del benchmark de costes (encuestas a puntos de venta y publicaciones).
- Implementación según TCO de equipos y reemplazo al final de vida útil.



INE

- Crecimiento de superficie comercial (INE): según la serie histórica del índice de actividad del sector servicios, 0,16% anual.

TOTAL COST OF OWNERSHIP:

- Evolución de CAPEX y OPEX según los valores centrales del benchmark de costes (encuestas a puntos de venta y publicaciones).
- Implementación según TCO de equipos y reemplazo al final de vida útil.

Nota: aquí se resume la metodología sectorial, los detalles de cálculos por sector y fuentes de información se encuentran en el Anexo del documento.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes

Para cada medida, en el año 2030, se calculan los ahorros de emisiones de CO2 y los ahorros monetarios asociados a esta medida, para posteriormente compararlos con la situación actual (caso de referencia).

AHORROS DE EMISIONES CO2



Los ahorros de CO2 se calculan en términos de Tank to Wheel. En el caso de electricidad, los ahorro de CO2 incorporan las emisiones de generación de electricidad.



Para el cálculo de emisiones CO2 unitario, se supone un uso medio de equipos (e.g. uso medio de calefacción en un hogar, eficiencia promedio de las centrales de generación eléctrica, etc.)



Para el cálculo de ahorro de emisiones, cada medida se compara con el promedio actual aplicable para cada sector (caso de referencia), y no se compara con la opción más contaminante que está disponible actualmente.

Ejemplo: la tecnología solar fotovoltaica se compara con el mix eléctrico medio y no con las centrales a carbón.

Este enfoque es conservador en cuanto al ahorro total de emisiones CO2, puesto que existe correlación positiva entre emisiones de una tecnología y su antigüedad.

AHORROS MONETARIOS



Tomador de decisión

Los ahorros monetarios se expresan en términos anuales.

Empresas y personas toman las decisiones, con el **criterio de beneficio económico** (Total Cost of Ownership), comparando la inversión inicial con los ahorros futuros en coste de combustible y de mantenimiento.



Tasa descuento

Tasa de descuento específica para cada sector (WACC).

Tasas de descuento usadas en el modelo CMLP

Fuente: Comisión Europea, Reference Scenario 2016.

		WACC
 Eléctrico	Convencional	8,5%
	Nuevas	10,5%
 Transporte	Particular	11%
	Business	9,5%
	Público	7,5%
 Industria	Intensiva	7,5%
	No intensiva	9%
 Residencial Comercial		14,1%
		11%



Impuestos

Todos los impuestos¹ que afronta el **consumidor están incluidos en el coste** del combustible:

Gasolina	1,2 EUR/ l	(IVA e impuestos de hidrocarburos)
Gasóleo	1,1 EUR/ l	
Electricidad	240 EUR/ MWh	(IVA y el impuesto especial de electricidad)

¹ El análisis parte de la premisa que a 2030 se mantienen los niveles actuales impositivos para todos los combustibles y usos considerados.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Ejemplo transporte

INFO GENERAL:

Vida útil (VU): 12 años
 Distancia: 15.000 km/ año
 Parque vehicular 2030: 21 millones de vehículos



T0 Promedio actual



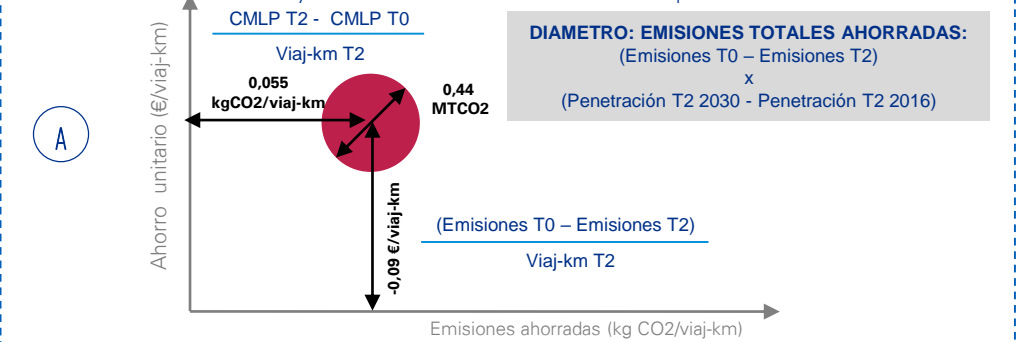
T2 Eléctrico



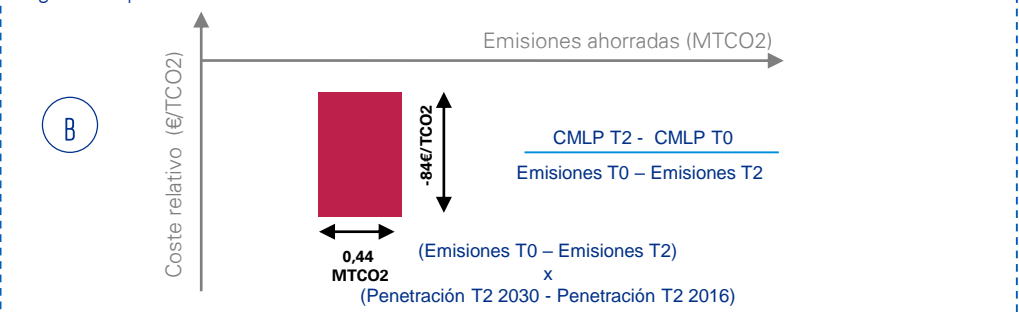
COSTE MARGINAL DE LARGO PLAZO (CMLP) - COCHE ELÉCTRICO

En este estudio se utilizan dos formas complementarios de representar las medidas:

La representación circular se utiliza para comparar las medidas **dentro del mismo sector**. El tamaño de cada círculo representa el ahorro total de emisiones de CO2 que se alcanzan con el grado de penetración, estimado para cada medida. La coordenada representa la posición de la medida en cuanto a las emisiones de CO2 ahorradas y el ahorro unitario de la medida con respecto a la medida de referencia.



La representación de barras se utiliza para comparaciones **entre diferentes sectores (Curva CMLP)**. Se basa en los ahorros por tonelada de CO2 de cada medida con respecto a la medida de referencia según el grado de penetración de la medida.



COSTES en 2030

CAPEX (EUR)	20.222 EUR	24.152 EUR
OPEX (EUR)	579 EUR	228 EUR
COSTE de COMBUSTIBLE:		
Consumo	4,54 l/ 100km	11,8 kWh/ 100km
Precio	1,17 EUR/l	256 EUR/ MWh
Coste anual (EUR)	781 =4,54*1,17*150	448 =11,7*0,256*150
WACC	11%	11%

$$CMLP = CAPEX * \frac{WACC * (1 + WACC)^{VU}}{(1 + WACC)^{VU} - 1} + OPEX + C_{combustible}$$

CMLP (EUR/ año)	4.492 EUR	4.396 EUR
DIFERENCIA DE COSTES (EUR/año)		-96=4.492- 4.396

EMISIONES de CO2 a 2030

TASA DE EMISIONES:		
Emisiones CO2 (g/km)	108 g/km	31 g/km
Emisiones (TCO2/ año)	1,62 =108*15.000	0,47 =31*15.000

DIFERENCIA DE EMISIONES (TCO2/año)	1,15 =1,62-0,47
---	------------------------

RESULTADOS

ALTURA:		
Diferencia de costes (A)		-96 EUR
Diferencia de emisiones (B)		1,15 MTCO2
Coste de implementación relativo al ahorro de emisiones (A/B), EUR/TCO2		-84 EUR/TCO2
ANCHURA		
Penetración T2 a 2016		0%
Penetración T2 a 2030		2%
Aumento de vehículos T2 entre 2016 y 2030		382.600
Total diferencia de emisiones (MTCO2)		0,44=0,38mill*1,15

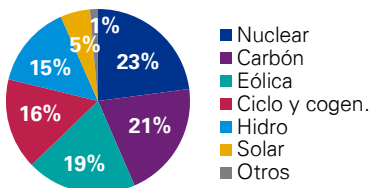


Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Electricidad (I/II)

Situación actual

1 Se caracteriza el sector en 2016 en términos de:

1A **Mix eléctrico actual, Energía (%)**
Fuente: REE



Mix eléctrico actual, Potencia (GW)
Fuente: REE



1B **Demanda eléctrica total 2016, TWh**
Fuente: REE

262 TWh

2 **Tecnologías disponibles como medidas de reducción de CO2:**

- P01 Ciclo de gas de alta eficiencia
- P02 Solar Fotovoltaica
- P03 Solar Termo
- P04 Eólica Onshore
- P05 Eólica Offshore
- P06 Hidro Fluyente
- P07 Mareomotriz

Penetración de nuevas tecnologías

Modelo EPSILON de KPMG

El mix energético a 2030 es el resultado del despacho a mínimo coste de las tecnologías que componen el mix de potencia instalada y las decisiones de política energética consideradas para conformarlo.

A

Evolución del parque de generación

Fuente: Elaboración propia y Planificación sector eléctrico 2015- 2020 MINETAD

B



Nuclear

Extensión vida útil por encima de los 40 años



RES

56% de RES en 2030 para cumplir el objetivo del 27% de RES en energía final



Carbón

Se retira según vida útil y cierre de carbón nacional antes de 2020



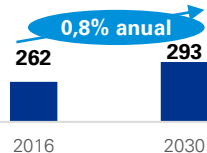
Ciclo

Para cumplir un índice de cobertura de 110% de potencia firme

C

Generación futura

Fuente: REE, EPSILON, EC Reference Scenario



Aumento de demanda con eficiencia energética:

- Desacoplamiento entre la demanda eléctrica y el crecimiento económico;
- Aumento de electricidad en el transporte.

D

Caracterización económica de las medidas

Fuente: Benchmark de costes

CAPEX	Proyecciones de costes de inversión y de operación y mantenimiento para las diferentes tecnologías, particularizado para Europa y proveniente de benchmark de diferentes estudios de organismos internacionales.
OPEX	El coste de las tecnologías renovables no incluye el coste de 5.300 MW de ciclos combinados necesarios para la operación del sistema como capacidad de respaldo, cuya inversión se valora en 4.770 M€ (Fuente: coste de inversión CCGT IEA).

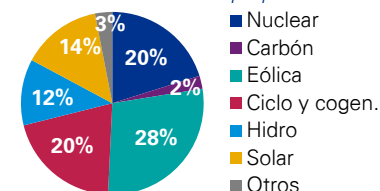
Escenario central de costes

Se toman valores centrales del benchmark de evolución de costes.

Situación a 2030

1 Se caracteriza el sector en 2030 en términos de:

1A **Mix eléctrico futuro, Energía (%)**
Fuente: Elaboración propia



Mix eléctrico 2030, Potencia (GW)
Fuente: Elaboración propia



1B **Demanda eléctrica total 2030, TWh**
Fuente: Reference Escenario

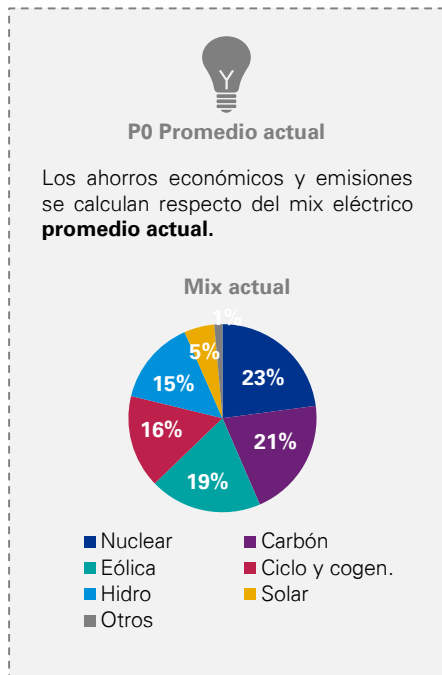
293 TWh

2 Se caracterizan las **medidas de reducción de CO2** en 2030:

- 2A Derivando el grado de implementación de las medidas.
- 2B Calculando la reducción de emisiones de CO2 respecto al mix actual.
- 2C Calculando costes monetarios respecto al mix actual.

Nota: La información detallada sobre fuentes de información está contenida en el Anexo.

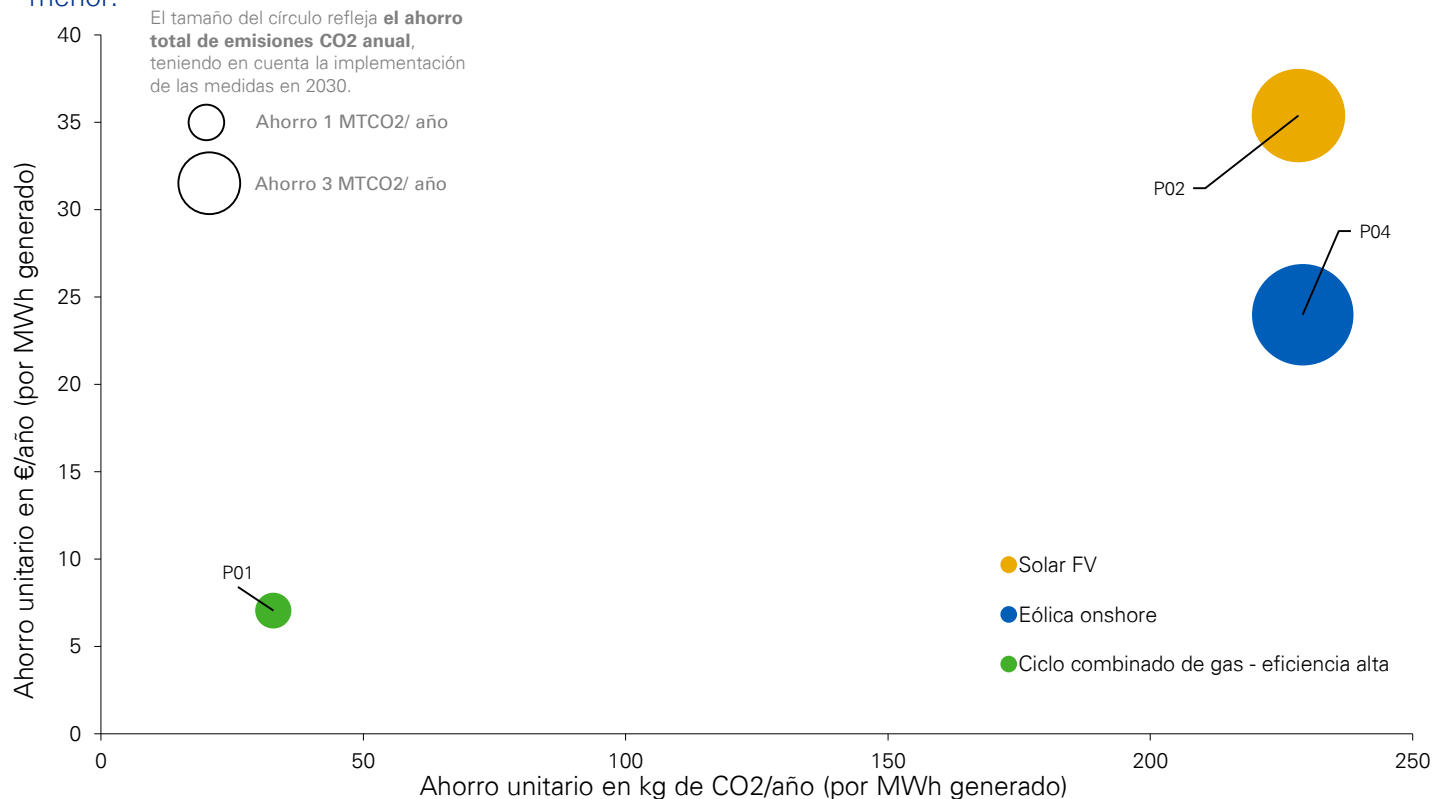
Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Electricidad (II/II)



Medidas con ahorro CO2 y monetario POSITIVO

- P01 Ciclo de gas de alta eficiencia
- P02 Solar Fotovoltaica
- P03 Solar Termo
- P04 Eólica Onshore
- P05 Eólica Offshore
- P06 Hidro Fluyente
- P07 Mareomotriz

El gráfico representa las medidas del sector Electricidad en términos del **coste relativo de implementación** (eje vertical) y **ahorro de CO2** (eje horizontal) anuales en términos unitarios¹. Las medidas que se sitúan en el **cuadrante superior derecho son más coste-eficientes**: producen mayor ahorro de CO2 con un coste relativo menor.



¹ Ahorro que resulta de usar tecnología X en comparación al uso del mix eléctrico actual para producir 1 MWh.

La solar fotovoltaica, la eólica terrestres y el ciclo combinado de gas de alta eficiencia representan un ahorro monetario en comparación al caso de referencia. Con estas medidas la generación de energía eléctrica ahorraría 14,5 MT CO2 en 2030.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Transporte (particular)

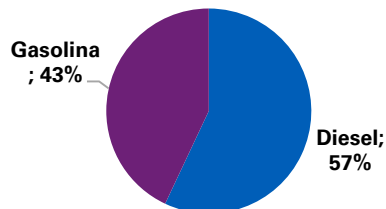
Situación actual

1 Se caracteriza el sector en 2016 en términos de:

1A **Demanda del sector Transporte particular (miles de millones pasajero-km¹)** Fuente: EU Reference Scenario 2016 para España

358 miles de millones pasajero-km

1B **Desglose del parque de turismos en España 2016**
Fuente: DGT



2 **Tecnologías disponibles como medidas de reducción de CO2:**

- T01 Coche diésel más eficiente
- T02 Coche eléctrico
- T03 Coche gasolina más eficiente
- T04 Coche híbrido
- T05 Coche híbrido enchufable
- T10A Coche de gas natural comprimido

¹ Resultado del producto de la ocupación de vehículo (en pasajeros) por la distancia recorrida (en km).

Penetración de nuevas tecnologías

Sustitución en función de costes al final de la vida útil

El grado de implementación de cada medida depende de la relación entre coste de inversión y ahorros futuros que la tecnología proporciona (Total Cost of Ownership).

El parque en 2030 es resultado de las cuotas del Escenario de Referencia de la UE, la decisión del consumidor en función de los costes, la tendencia histórica de la evolución del parque de vehículos y las proyecciones de demanda total.

A Supuestos de sustitución

Sustitución en función de costes

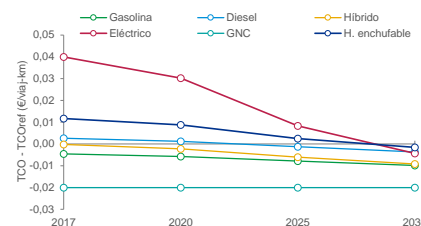
A partir del año en el que los nuevos vehículos alcanzan la paridad con los tradicionales, sus ventas comienzan a desplazarlos.

Consistencia con el parque español

Se comprueba la consistencia de las proyecciones dadas por la evolución de costes con el histórico de bajas, altas y ventas de vehículos por cada tecnología.

Curvas de Total Cost of Ownership.

Fuente: Elaboración propia datos benchmark

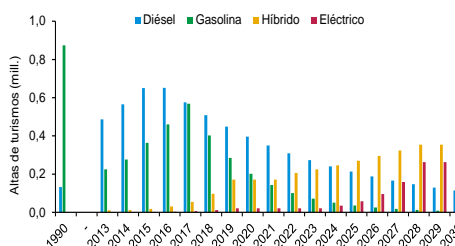


B Consistencia con objetivos adicionales de la UE - Emisiones de CO2 a los productores de turismos

Se ha comprobado la consistencia de la penetración resultante del parque de vehículos con los objetivos de emisiones de CO2 que se les exigen a los productores de turismos por la normativa europea (95 g/km en 2021, -15% con respecto a 2021 en 2025 y -30% con respecto a 2021 en 2030).

Evolución histórica del parque de vehículos

Fuente: Elaboración propia con datos de DGT



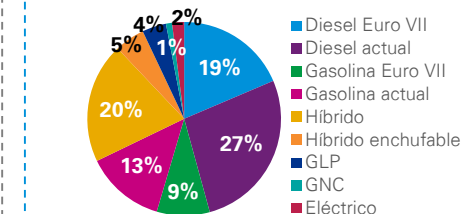
Situación a 2030

1 Se caracteriza el sector en 2030 en términos de:

1A **Demanda 2030 del sector Transporte particular (miles de millones pasajero-km)** Fuente: EU Reference Scenario 2016 para España

426 miles de millones pasajeros-km

1B **Desglose del parque de turismos en España 2030**
Fuente: Reference Scenario 2016



El desglose es resultado de la penetración de las nuevas tecnologías y guarda consistencia con el Reference Scenario para la UE en 2030 (epígrafe 3.1.4).

2 Se caracterizan las **medidas de reducción de CO2** en 2030:

2A Derivando el grado de implementación de las medidas.

2B Calculando la reducción de emisiones de CO2 respecto al mix actual.

2C Calculando costes monetarios respecto al mix actual.

Nota: La información detallada sobre fuentes de información está contenida en el Anexo.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Transporte (particular)

La caracterización de los vehículos se ha basado en coches reales del segmento C a los que se aplican ganancias en eficiencia y reducciones de costes.

Penetración de nuevas tecnologías

C Vehículos Diésel, Gasolina y Gas Natural

CAPEX	• El coste actual se estima como el precio de compra del vehículo.
OPEX	• Se obtiene del <i>benchmark</i> de Audatex de costes de mantenimiento periódico y reparaciones.
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Diésel y gasolina: Se parte del consumo actual y a 2030 se aplica una reducción de consumo de un 21% para diésel y de un 14% para gasolina (Fuente: MIT 2015). • GNC: Se parte del consumo actual y a 2030 se aplica una reducción de consumo de un 14% como para el vehículo de gasolina (Fuente: encuesta sector automoción).

Vehículos Eléctrico, Híbrido e Híbrido enchufable

CAPEX	<ul style="list-style-type: none"> • El coste actual se estima como el precio de compra de modelos equivalentes en tipo de vehículo en su versión Eléctrica, Híbrida e Híbrida enchufable. • Para 2030 se asume una reducción del coste de las baterías del 60% según <i>benchmark</i> de estudios. • El peso de la batería en el coste total de cada coche se toma de MSR 2017: Eléctrico 34%, Híbrido 8% y PHEV una media de ambos. • El modelo híbrido enchufable y el modelo eléctrico incluyen también el coste de una instalación de recarga doméstica, de 750€, según presupuesto de instaladora
OPEX	• Se obtiene del benchmark de Audatex de costes de mantenimiento periódico y reparaciones.
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Híbrido: Se parte del consumo del modelo actual y se asume una reducción de consumo de un 21% a 2030 (Fuente: MIT 2016). • Eléctrico: Se parte del consumo del modelo actual y a 2030 se asume una reducción de consumo de un 24% (Fuente: ADL 2016). • Híbrido enchufable: se parte del modo de consumo promedio del coche actual (20% gasolina, 80% eléctrico) y se aplica al consumo del coche de gasolina y el coche eléctrico en 2030.

1 ADL 2016: Battery Electric Vehicles vs. Internal Combustion Engine Vehicles, Arthur D. Little, 2016
 2 MIT 2015: On the road toward 2050: Potential for substantial reductions in LDV energy use and GHG emissions, MIT, 2015
 3 MSR 2017: European Automotive Industry, Morgan Stanley Research, 2017



2030

	Diésel	Gasolina	GNC
CAPEX €	20.940	19.270	19.930
OPEX €/año	626	517	517
Consumo /100km	4,2 lt	5 lt	2,8 kg
Emisiones g/km	78	88	81
Km al año	15.000	15.000	15.000



2030

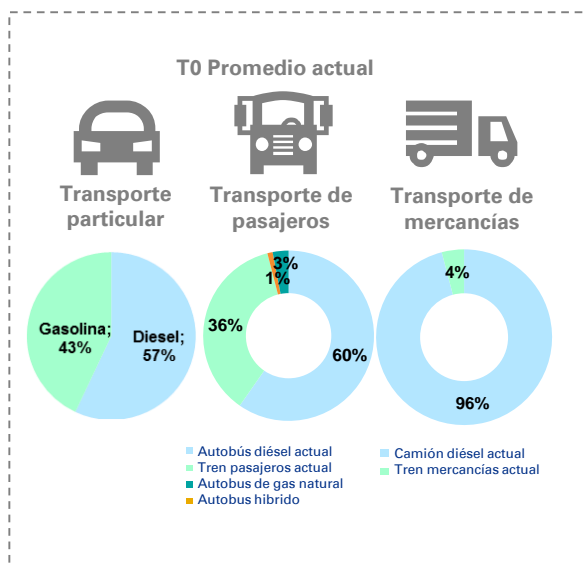
	Eléctrico	Híbrido	H. enchufable
CAPEX €	24.152	22.753	26.795
OPEX €/año	228	319	319
Consumo /100km	11,8 kWh	3 lt	0,9 lt + 8,3 kWh
Emisiones g/km	31	61	38
Km al año	15.000	40.000	40.000

Nota: El análisis Total Cost of Ownership muestra que para vehículos híbridos, su rentabilidad depende de la intensidad del uso del vehículo. Así, para los consumidores con uso intensivo (a partir de 40.000 km al año) son las opciones más económicas, mientras no es cierto para usuarios con uso promedio.

Reflejando la coexistencia de diferentes intensidades de uso y entrada observada de coches híbridos al parque en 2017, se ha asumido el uso de 40.000 km/ año para estos vehículos.

Nota: La referencia con la que se compara cada vehículo -para obtener el ahorro económico y de emisiones- se considera que hace los mismos km que el propio vehículo.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Transporte



Medidas con ahorro CO2 y monetario POSITIVO

PARTICULAR

T01 Coche diésel más eficiente
 T02 Coche eléctrico
 T03 Coche gasolina más eficiente
 T04 Coche híbrido
 T05 Coche híbrido enchufable
 T10A Coche GNC

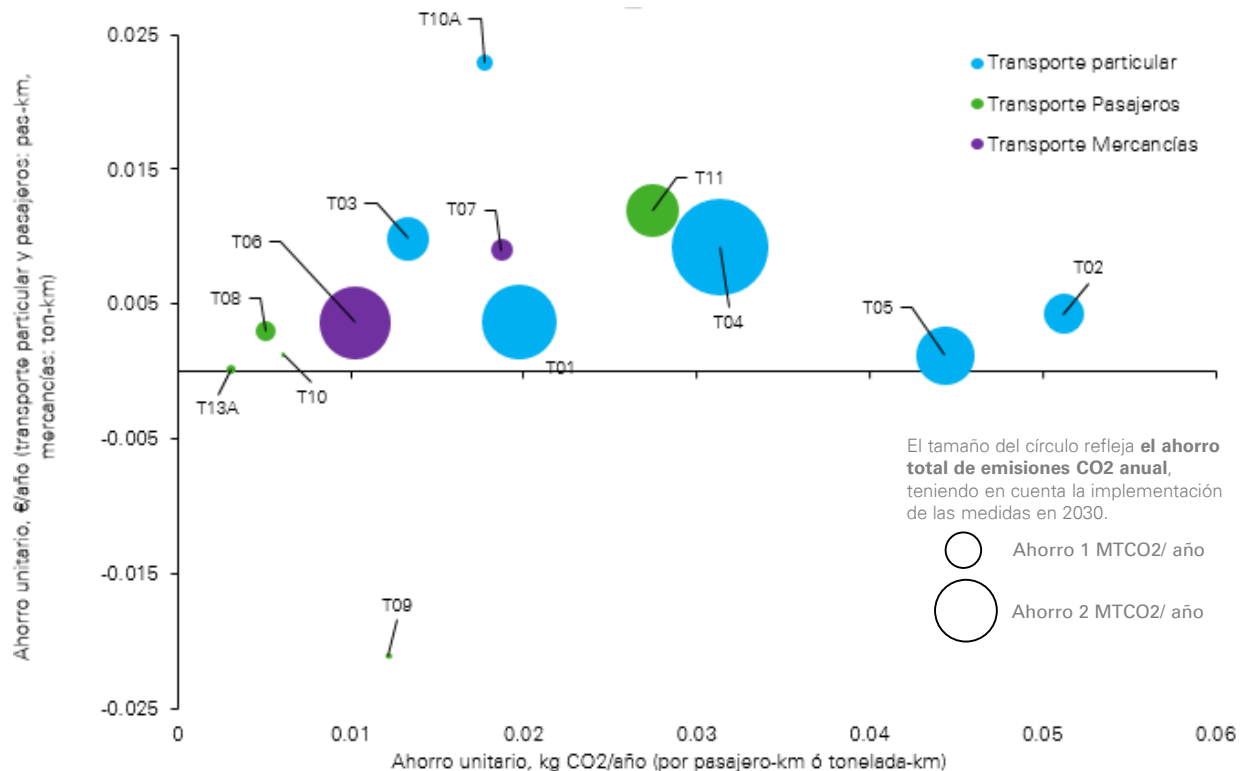
PASAJEROS

T08 Autobús diésel más eficiente
 T09 Autobús eléctrico
 T10 Autobús híbrido
 T11 Tren de pasajeros eficiente
 T13a Autobús de gas natural

MERCANCIAS

T06 Camión diésel más eficiente
 T07 Camión gas natural
 T11 Tren de pasajeros eficiente

El gráfico representa las medidas del sector Transporte en términos del **coste relativo de implementación** (eje vertical) y **ahorro de CO2** (eje horizontal) anuales en términos unitarios¹. Las medidas que se sitúan en el **cuadrante superior derecho son más coste-eficientes**: producen mayor ahorro de CO2 con un coste relativo menor.



¹ Ahorro que resulta de usar medio de transporte X en comparación al uso de un vehículo promedio actual. Transporte particular y de pasajeros: para transportar 1 pasajero 1 kilómetro; transporte de mercancías: para transportar 1 tonelada de carga 1 kilómetro.

13 de 14 medidas consideradas en el sector Transporte producen ahorros en términos de CO2 y representan un ahorro monetario en comparación al caso de referencia. Con estas medidas, el sector Transporte ahorraría 8,8 MT CO2 en 2030.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Industria (I/II)

Situación actual

1 Se caracteriza el sector en 2016 en términos de:

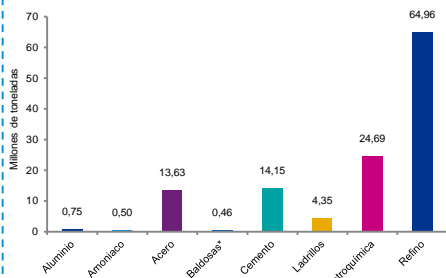
1A Identificación de subsectores intensivos en energía y emisiones de CO2

Fuente: IDAE, elaboración propia

Cemento	Ladrillos	Acero
Aluminio	Petroquímica	Baldosas
Refino	Amoniaco	

1B Producción 2016 (millones ton.)

Fuente: gremios, informes sectoriales



2 Tecnologías disponibles como medidas de reducción de CO2:

- Acero: 6 medidas;
- Aluminio: 1 medida;
- Amoniaco: 3 medidas;
- Baldosas: 5 medidas;
- Cemento: 6 medidas;
- Ladrillos: 5 medidas.
- Petroquímica: 4 medidas
- Refino: 4 medidas.

Penetración de nuevas tecnologías

Sustitución en función de costes al final de la vida útil

El grado de implementación de cada medida depende de la relación entre coste de inversión y ahorros futuros que la tecnología proporciona (Total Cost of Ownership).

A Supuestos de sustitución

A partir de la senda de costes futuros se determina el año en el que la mejora tecnológica de la medida es viable económicamente, comenzándose a implementar desde esa fecha en adelante.

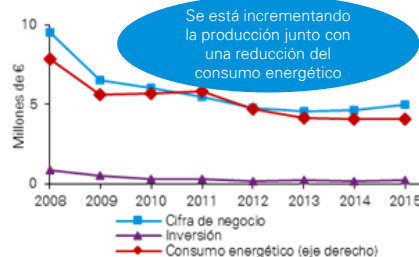
Las mejoras tecnológicas representan cambios de equipos por otros más eficientes y se realizan al final de la vida útil de los equipos antiguos.

B Elaboración de la senda de costes a partir de las estadísticas sectoriales.

Utilizando información técnica (saturación de implementación, madurez) y económica (costes de medidas, de reducción de intensidad energética, expectativas de crecimiento) ad hoc a subsectores.

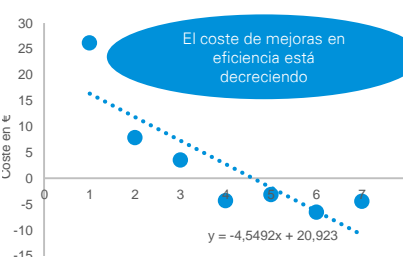
Producción (MM€) y consumo energético (Ktep) históricos. Ej: Baldosas.

Fuente: IDAE e INE.



Coste de reducción de eficiencia energética (MM€/ Ktep). Ej: Baldosas.

Fuente: Elaboración propia, datos INE, IDAE.



C Caracterización económica de las medidas. Fuente: Benchmark de costes

CAPEX	Mantenimiento
	Combustible
OPEX	

Proyecciones de costes de inversión y de operación y mantenimiento para las diferentes tecnologías, particularizado para Europa y proveniente de benchmark de diferentes estudios de organismos internacionales

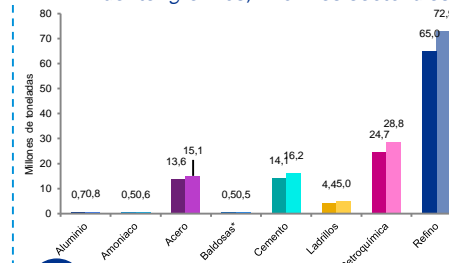
Escenario central de costes
Se toman valores centrales del benchmark de evolución de costes.

Situación a 2030

1 Se caracteriza el sector en 2030 en términos de:

1B Producción 2030 (millones ton.)

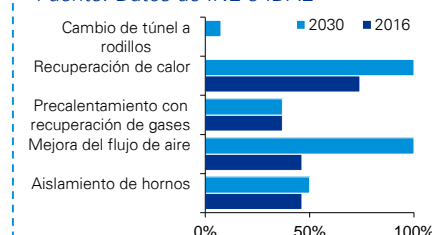
Fuente: gremios, informes sectoriales



2 Se caracterizan las medidas de reducción de CO2 en 2030.

2A Derivando el grado de implementación de las medidas.

Adopción de tecnologías ej. Baldosas
Fuente: Datos de INE e IDAE



2B Calculando la reducción de emisiones de CO2 respecto al caso actual.

2C Calculando costes monetarios respecto al caso actual.

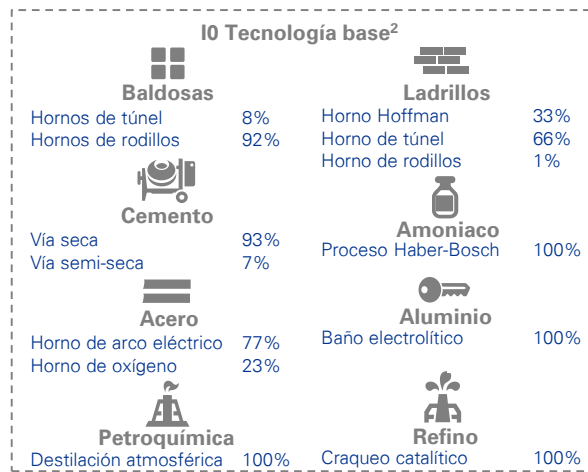
Nota: La información detallada sobre fuentes de información está contenida en el Anexo.

La metodología para el resto de medidas residenciales sigue los mismos pasos.

Para aquellas medidas que no resulten viables económicamente, se calcula el potencial máximo de implementación ilustrando el coste y la reducción de emisiones a 2030.



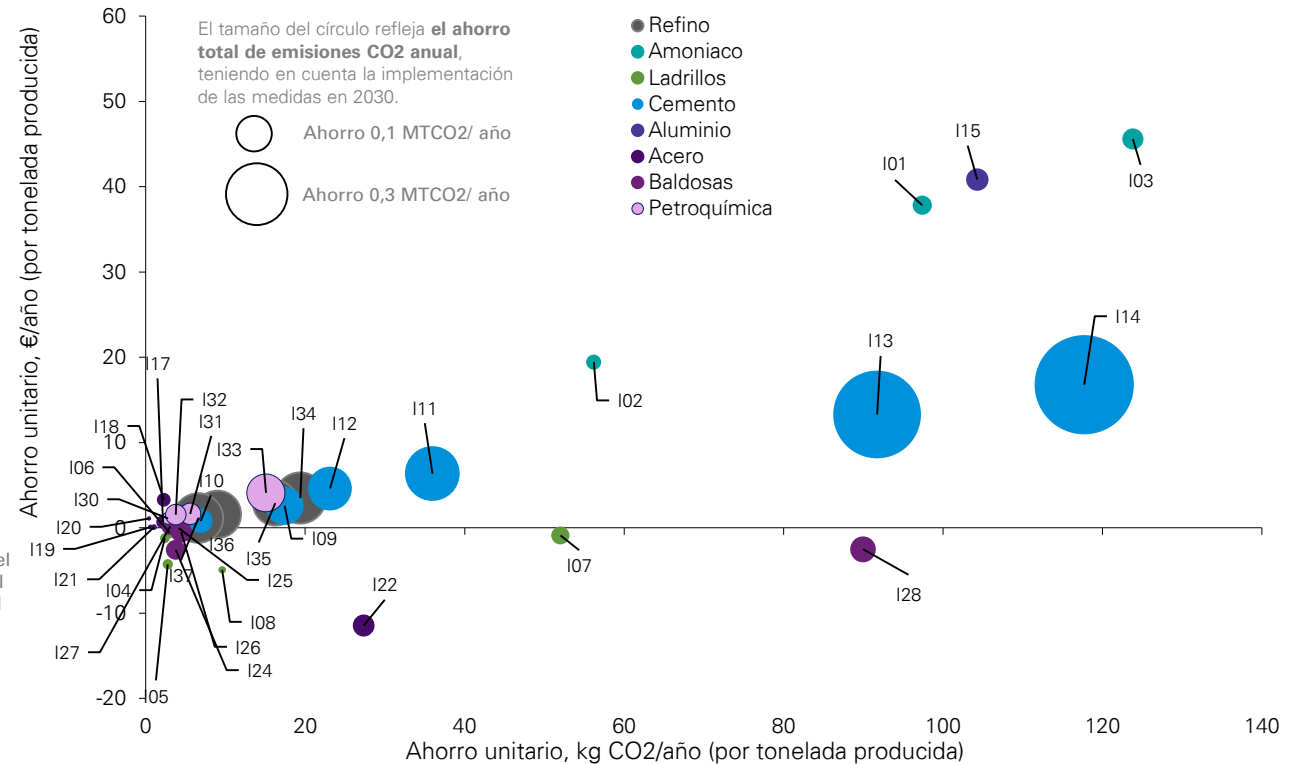
Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Industria (II/II)



Medidas con ahorro CO2 y monetario POSITIVO

- | | |
|--|---|
| <p>AMONIACO</p> <ul style="list-style-type: none"> I01 Recuperación de hidrógeno I02 Síntesis de baja presión I03 Gestión de la energía <p>BALDOSAS</p> <ul style="list-style-type: none"> I24 Aislamiento de hornos I25 Mejora del flujo de aire I26 Precalent. con recup. de gases I27 Recuperación de calor I28 Cambio de túnel a rodillos <p>ACERO</p> <ul style="list-style-type: none"> I17 Gestión de energía EAF I18 Fundición NNSS EAF I19 Gestión de energía BOF I20 Fundición NNSS BOF I21 Recuperación de gases - BOF I22 Sustitución de BOF por EAF <p>PETROQUÍMICA</p> <ul style="list-style-type: none"> I30 Mejora de aislamiento I31 Mejora recup. calor I32 Mejora control procesos I33 Equipos más eficientes | <p>CEMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> I09 Precalcinadores I10 Enfriado de rejilla I11 Control de procesos I12 Mantenimiento preventivo I13 Precalcinadores (residuos) I14 Control (residuos) <p>LADRILLOS</p> <ul style="list-style-type: none"> I04 Recuperación de gases - Túnel I05 Aislamiento del horno - Túnel I06 Mejora flujo y presión - Túnel I07 Upgrade de Hoffman a Túnel I08 Secado continuo - Hoffman <p>ALUMINIO</p> <ul style="list-style-type: none"> I15 Mejora de procesos <p>REFINO</p> <ul style="list-style-type: none"> I34 Control avanzado I35 Cargas calientes, hornos y calderas I36 Intercambiadores de calor I37 Recuperación de gases antorcha |
|--|---|

El gráfico representa las medidas del sector Industria en términos del **coste relativo de implementación** (eje vertical) y **ahorro de CO2** (eje horizontal) anuales en términos unitarios¹. Las medidas que se sitúan en el **cuadrante superior derecho son más coste-eficientes**: producen mayor ahorro de CO2 con un coste relativo menor.



1 Ahorro que resulta de usar 'mejora tecnológica X' en comparación al uso de la tecnología actual sin mejoras para fabricar 1 tonelada de producción.
2 Los porcentajes de cada tecnología base reflejan la producción final de la industria (ton) producida con esta tecnología.

24 de 34 medidas consideradas en el sector Industria producen ahorros en términos de CO2 y representan un ahorro monetario en comparación al caso de referencia. Con estas medidas el sector Industria ahorraría 74 MT CO2 en 2030.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Residencial (I/II)

Situación actual

1 Se caracteriza el sector en 2016 en términos de:

1A **Identificación de subcategorías de consumos intensivos en energía y emisiones de CO2**
Fuente: IDAE, elaboración propia

- ELECTRODOMESTICOS**
- CALEFACCIÓN CALDERAS**
- ILUMINACIÓN CLIMATIZACIÓN**

1B **Número de hogares por zona climática 2016**
Fuente: IDAE e INE

Zona Atlántica: 2,25 mill.
Zona Continental: 5,78 mill.
Zona Mediterránea: 9,16 mill.

2C **Adopción de las medidas 2016. Ejemplo: calderas.**
Fuente: IDAE e INE

2 **Tecnologías disponibles como medidas de reducción de CO2:**

- Electrodomésticos – 5 medidas
- Calefacción – 8 medidas
- Iluminación – 2 medidas
- Calderas – 2 medidas
- Climatización – 3 medidas

Penetración de nuevas tecnologías

Sustitución en función de costes al final de la vida útil
El grado de implementación de cada medida depende de la relación entre coste de inversión y ahorros futuros que la tecnología proporciona (Total Cost of Ownership).

A **Supuestos de sustitución**

A partir de la senda de costes futuros se determina el año en el que la mejora tecnológica de la medida es viable económicamente, comenzándose a implementar desde esa fecha en adelante.

Las mejoras tecnológicas representan cambios de equipos por otros más eficientes y se realizan al final de la vida útil de los equipos antiguos.

B **Elaboración de la senda de costes a partir de las estadísticas sectoriales.**

utilizando información técnica (saturación de implementación, madurez) y económica (costes de medidas, de reducción de intensidad energética, expectativas de crecimiento) ad hoc a categorías.

Curvas de Total Cost Ownership y CMLP para Agua Caliente Sanitaria. Fuente: elaboración propia, benchmark.

Evolución histórica y proyectada de los tipos existentes de Agua Caliente Sanitaria
Fuente: IDAE, INE y Benchmark.

C **Caracterización económica de las medidas.** Fuente: Benchmark de costes

CAPEX	Coste de compra e instalación de cada una de las opciones tecnológicas.
Mantenimiento	Incluye mantenimiento periódico y reparaciones.
OPEX	Se calcula con los consumos y el precio actual de los combustibles. En caso de ser eléctrica, será el coste de la electricidad.

Escenario central de costes
Se toman valores centrales del benchmark de evolución de costes.

Situación a 2030

1 Se caracteriza el sector en 2030 en términos de:

1B **Número de hogares por zona climática en 2030**
Fuente: IDAE e INE

1C **Adopción de las medidas en 2030. Ejemplo: calderas.**
Fuente: IDAE e INE

2 Se caracterizan las medidas de reducción de CO2 en 2030.

2A Derivando el grado de implementación de las medidas.

2B Calculando la reducción de emisiones de CO2 respecto a un hogar actual.

2C Calculando costes monetarios respecto a un hogar actual.

Nota: La información detallada sobre fuentes de información está contenida en el Anexo. La metodología para el resto de medidas residenciales sigue los mismos pasos.

Para aquellas medidas que no resulten viables económicamente, se calcula el potencial máximo de implementación ilustrando el coste y la reducción de emisiones a 2030.



Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Residencial

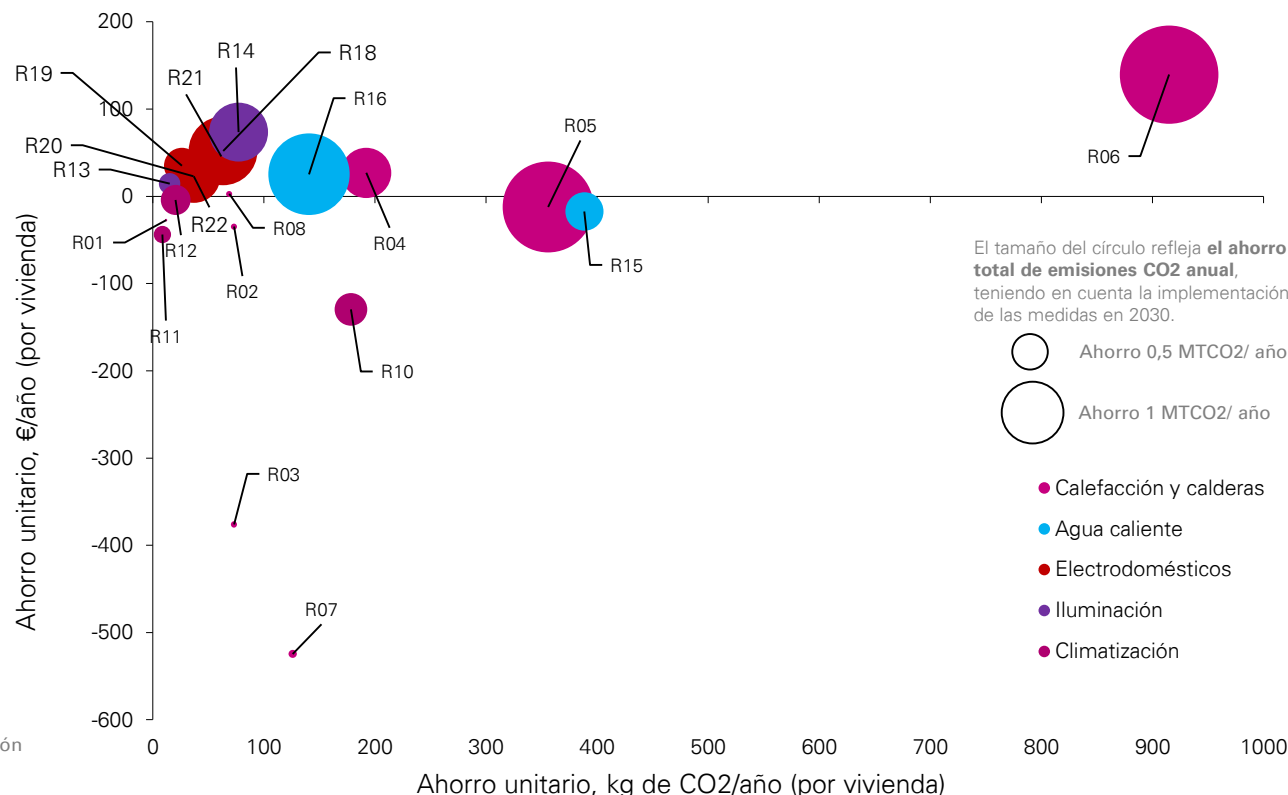
R0 Hogar Medio

Los ahorros económicos y de emisiones se calculan tomando como referencia el **hogar medio actual**.

Hogartípico en 2016:

- 1 horno
- 1 lavadora
- 1 frigorífico
- 1 cocina
- 50% lavavajillas
- 10 bombillas
- 45% caldera/ 14% bomba de calor
- 35% otros tipos de calefacción
- 61% calentador de agua de gas
- 30% calentador eléctrico
- 10% aire acondicionado / 38% bomba

El gráfico representa las medidas del sector Residencial en términos del **coste relativo de implementación** (eje vertical) y **ahorro de CO2** (eje horizontal) anuales en términos unitarios¹. Las medidas que se sitúan en el **cuadrante superior derecho son más coste-eficientes**: producen mayor ahorro de CO2 con un coste relativo menor.



Medidas con ahorro CO2 y monetario POSITIVO

CALEFACCIÓN	ELECTRODOMÉSTICOS
R01 Caldera de biomasa	R18 Frigoríficos eficientes
R02 Microgeneración	R19 Hornos eficientes
R03 Calefacción urbana	R20 Lavadoras eficientes
R04 Caldera de gas de condens.	R21 Lavavajillas eficientes
R05 Bomba de calor	R22 Cocina inducción eficiente
R06 Bomba de calor avanzada	CLIMATIZACIÓN
R07 Bomba de calor geotérmica	R10 Aislamiento de viviendas
R08 Caldera de gas de baja temp.	R11 Doble acristalamiento
ILUMINACIÓN	R12 Sist. gestión de la climatización
R13 Iluminación fluorescente	CALDERAS
R14 Iluminación LED	R15 Calentador solar
	R16 Calentador gas condens.

¹ Ahorro que resulta de usar tecnología X en comparación al mix tecnológico actual en 1 hogar durante 1 año.

11 de 20 medidas consideradas en el sector Residencial producen ahorros en términos de CO2 y representan un ahorro monetario en comparación al caso de referencia. Con estas medidas el sector Residencial ahorraría 9,2 MT CO2 en 2030.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Comercial (I/II)

Situación actual

1 Se caracteriza el sector en 2016 en términos de:

1A Identificación de subcategorías de consumo intensivos en energía y emisiones CO2

Fuente: IDAE, elaboración propia



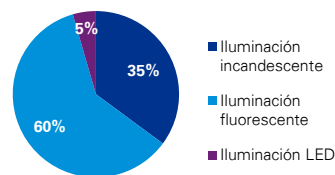
1B Superficie comercial por zona climática 2016

Fuente: IDAE e INE

Zona Atlántica: 97 mill. m2
Zona Continental: 250 mill. m2
Zona Mediterránea: 396 mill. m2

2C Adopción de las medidas 2016. Ejemplo: Iluminación.

Fuente: IDAE e INE



2 Tecnologías disponibles como medidas de reducción de CO2:

- Climatización – 3 medidas
- Calderas – 2 medidas
- Calefacción – 7 medidas
- Iluminación – 1 medida
- Equipos – 1 medida

Penetración de nuevas tecnologías

Sustitución en función de costes al final de la vida útil

El grado de implementación de cada medida depende de la relación entre coste de inversión y ahorros futuros que la tecnología proporciona (Total Cost of Ownership).

A Supuestos de sustitución

A partir de la senda de costes futuros se determina el año en el que la mejora tecnológica de la medida es viable económicamente, comenzándose a implementar desde esa fecha en adelante.

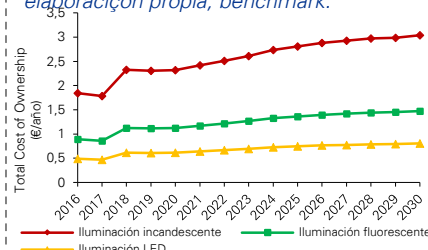
Las mejoras tecnológicas representan cambios de equipos por otros más eficientes y se realizan al final de la vida útil de los equipos antiguos.

Una baja adopción de una medida que es rentable hoy ayuda a identificar fallos de mercado. El caso de la Iluminación LED, a pesar de ser rentable hoy, la medida aún no está implementada.

B Elaboración de la senda de costes a partir de las estadísticas sectoriales.

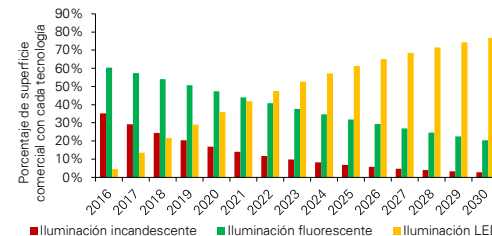
Utilizando información técnica (saturación de implementación, madurez) y económica (costes de medidas, de reducción de intensidad energética, expectativas de crecimiento) ad hoc a categorías.

Curvas de Total Cost of Ownership y CMLP para Iluminación. Fuente: elaboración propia, benchmark.



Evolución histórica y proyectada de los tipos existentes de Iluminación.

Fuente: IDAE, INE y Benchmark.



C Caracterización económica de las medidas. Fuente: Benchmark de costes

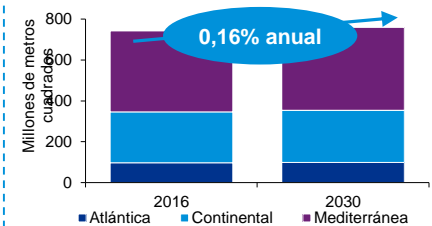
CAPEX	Coste de compra e instalación de cada una de las opciones tecnológicas.	Escenario central de costes Se toman valores centrales del benchmark de evolución de costes.
	Mantenimiento Incluye mantenimiento periódico y reparaciones.	
OPEX	Combustible Se calcula con los consumos y el precio actual de los combustibles. En caso de ser eléctrica, será el coste de la electricidad.	

Situación a 2030

1 Se caracteriza el sector en 2030 en términos de:

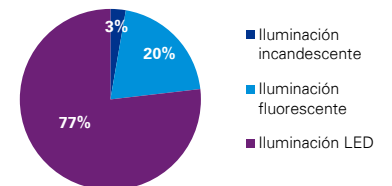
1B Superficie comercial por zona climática 2030

Fuente: IDAE e INE



1C Adopción de las medidas 2030. Ejemplo: Iluminación.

Fuente: IDAE e INE



2 Se caracterizan las medidas de reducción de CO2 en 2030.

2A Derivando el grado de implementación de las medidas.

2B Calculando la reducción de emisiones de CO2 respecto a un comercio actual.

2C Calculando costes monetarios respecto a un comercio actual.

Nota: La información detallada sobre fuentes de reducción está contenida en el Anexo. La metodología para el resto de medidas residenciales sigue los mismos pasos.

Para aquellas medidas que no resulten viables económicamente, se calcula el potencial máximo de implementación ilustrando el coste y la reducción de emisiones a 2030.

Paso 3: Cálculo de ahorros/ costes - Comercial



C0 Local medio actual

Los ahorros económicos y de emisiones se calculan tomando como referencia un **comercio medio actual**.

La superficie comercial en 2016:

- Equipos eléctricos convencionales
- 37% Iluminación incandescente / 63% fluorescente
- 68% calderas de gas convencionales
- 87% calentadores de gas convencionales
- 80% aire acondicionado convencional

Medidas con ahorro CO2 y monetario POSITIVO

CALEFACCIÓN

- C01 Bomba de calor geotérmica
- C02 Caldera de biomasa
- C04 Calefacción urbana
- C05 Caldera de gas de condens.
- C06 Bomba de calor

C07 Bomba de calor eficiente

- C08 Caldera de gas de baja temp.

EQUIPOS

- C17 Equipos eléctricos eficientes

ILUMINACIÓN

- C13 Iluminación LED

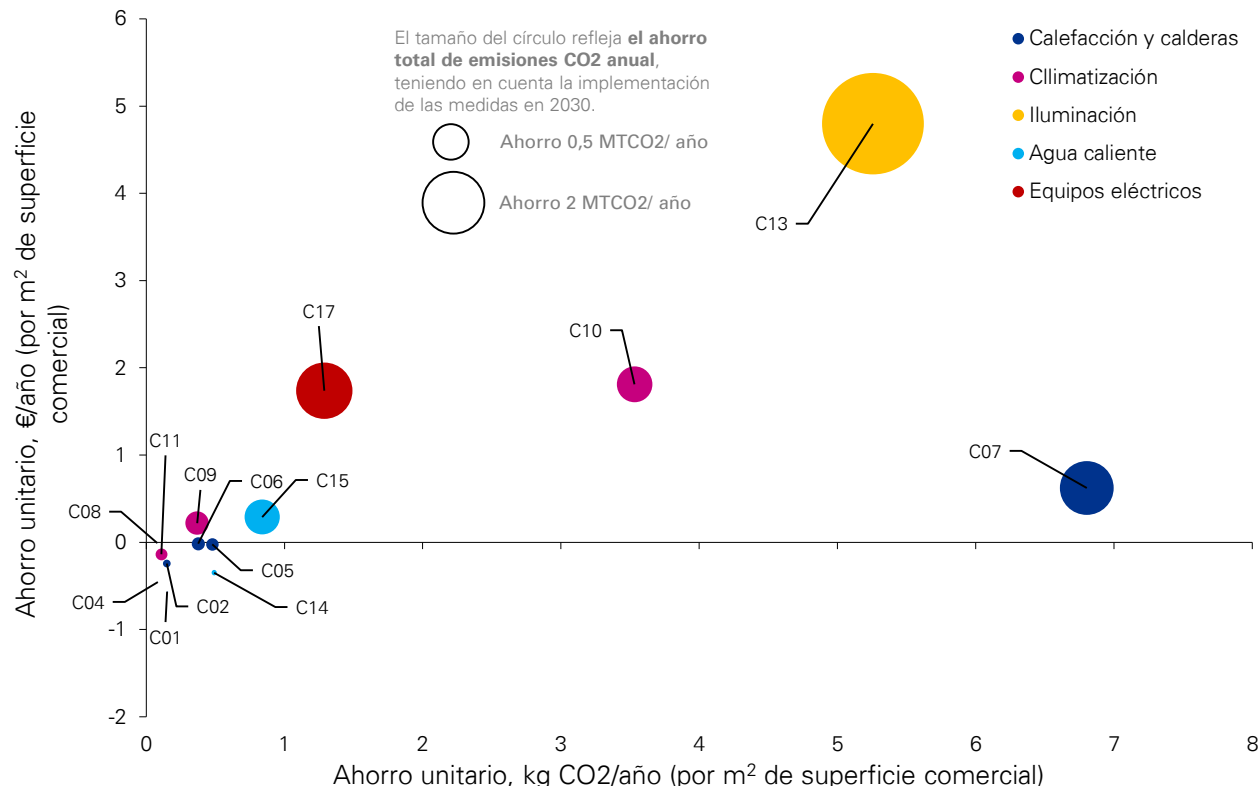
CALDERAS

- C14 Calentador solar
- C15 Calentador gas de condens.

CLIMATIZACIÓN

- C09 Sistemas de gestión
- C10 Aislamiento
- C11 Doble acristalamiento

El gráfico representa las medidas del sector Comercial en términos del **coste relativo de implementación** (eje vertical) y **ahorro de CO2** (eje horizontal) anuales en términos unitarios¹. Las medidas que se sitúan en el **cuadrante superior derecho son más coste-eficientes**: producen mayor ahorro de CO2 con un coste relativo menor.

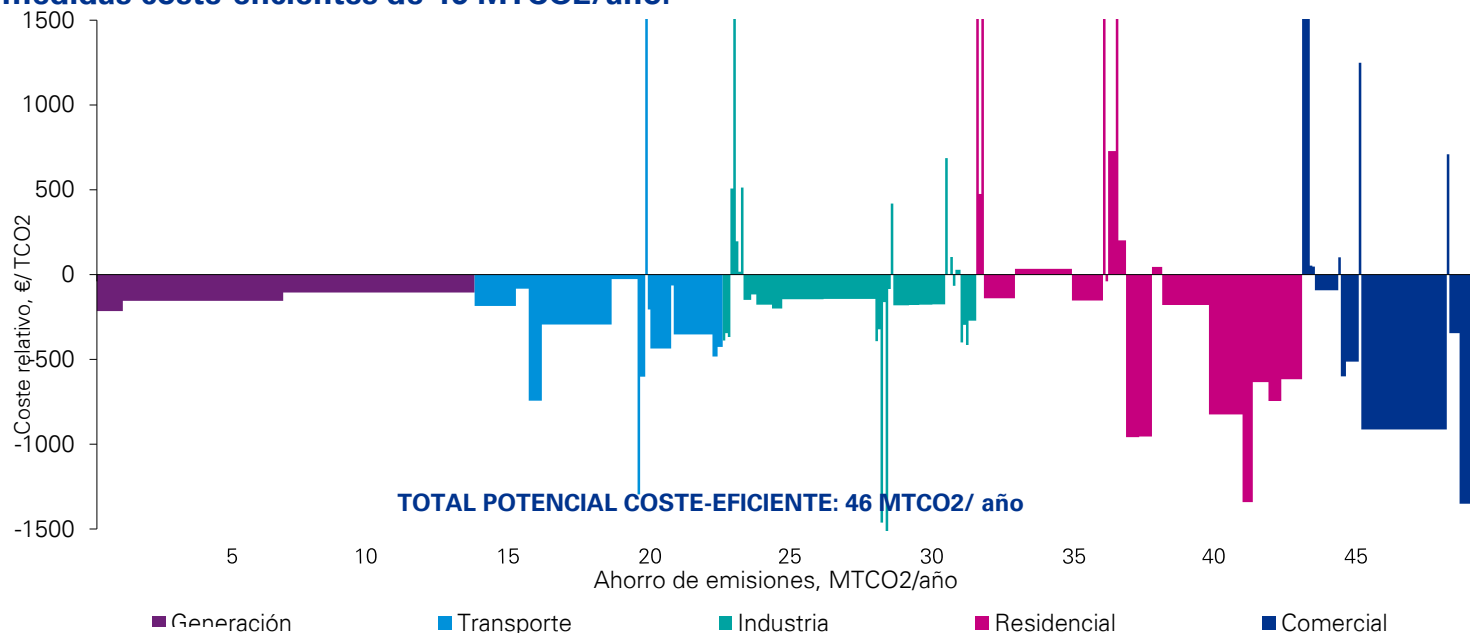


¹ Ahorro que resulta de usar tecnología X en comparación al mix tecnológico actual para 1 m2 de la superficie comercial durante 1 año.

6 de 14 medidas consideradas en el sector Comercial producen ahorros en términos de CO2 y representan un ahorro monetario en comparación al caso de referencia. Con estas medidas sector Comercial ahorraría 6,0 MT CO2 en 2030.

Paso 4: Representación gráfica CMLP - global

Para alcanzar los objetivos globales existen diferentes caminos y debe atenderse a la capacidad de reducción de emisiones de las medidas eficientes que muestre cada uno de los sectores. Con las medidas estudiadas existe un potencial de las medidas coste-eficientes de 46 MTCO2/año.



Lista de medidas:

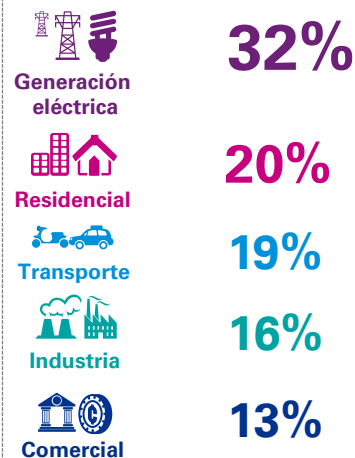
- P01 Ciclo combinado de gas - eficiencia alta
- P02 Solar FV
- P04 Eólica onshore
- T01 Coche diésel más eficiente
- T02 Coche eléctrico
- T03 Coche de gasolina más eficiente
- T04 Coche híbrido no enchufable
- T05 Coche híbrido enchufable
- T06 Camión diésel más eficiente
- T07 Camión de gas natural licuado
- T08 Autobús diésel más eficiente
- T09 Autobús eléctrico
- T10 Autobús híbrido
- T10A Coche de gas natural comprimido
- T11 Tren de pasajeros eficiente

- T12 Transporte de mercancías por ferrocarril
- T13A Autobús de gas natural
- I01 Recuperación de hidrógeno (Amoniaco)
- I02 Síntesis de baja presión (Amoniaco)
- I03 Gestión de la energía (Amoniaco)
- I04 Recuperación de gases (Ladrillos)
- I05 Aislamiento del horno (Ladrillos)
- I06 Mejora del flujo y presión (Ladrillos)
- I07 Hoffman a Túnel mejorado (Ladrillos)
- I08 Secado continuo - Hoffman (Ladrillos)
- I09 Precalcinadores (Cemento)
- I10 Enfriado de rejilla (Cemento)
- I11 Control de procesos y automatización (Cemento)
- I12 Mantenimiento preventivo (Cemento)
- I13 Precalcinadores - residuos (Cemento)
- I14 Control de procesos y automatización (Cemento)
- I15 Mejora de procesos (Aluminio)
- I17 Gestión de energía EAF (Acero)

- I18 Fundición Near net shape strip EAF (Acero)
- I19 Gestión de energía BOF (Acero)
- I20 Fundición Near net shape strip BOF (Acero)
- I21 Recuperación de gases - BOF (Acero)
- I22 Sustitución de BOF por EAF (Acero)
- I24 Aislamiento de hornos (Baldosas)
- I25 Mejora del flujo de aire (Baldosas)
- I26 Precalentamiento recuperación gases (Baldosas)
- I27 Recuperación de calor (Baldosas)
- I28 Cambio de túnel a rodillos (Baldosas)
- I30 Mejora de aislamiento (Petroquímica)
- I31 Mejora de la recuperación de calor (Petroquímica)
- I32 Mejora de control de procesos (Petroquímica)
- I33 Equipo más eficiente (Petroquímica)
- I34 Control avanzado (Refinería)
- I35 Cargas calientes, hornos y calderas (Refinería)
- I36 Intercambiadores de calor (Refinería)
- I37 Recuperación de gases antorcha (Refinería)

- R01 Caldera de biomasa
- R02 Microcogeneración
- R03 Calefacción urbana
- R04 Caldera de gas de condensación
- R05 Bomba de calor
- R06 Bomba de calor avanzada
- R07 Bomba de calor geotérmica
- R08 Caldera de gas de baja temperatura
- R10 Aislamiento de viviendas
- R11 Doble acristalamiento
- R12 Sistemas de gestión de la climatización
- R13 Iluminación fluorescente
- R14 Iluminación LED
- R15 Calentador de agua solar
- R16 Calentador de agua gas condensación
- R18 Frigoríficos eficientes
- R19 Hornos eficientes

Cuota de participación de medidas coste-eficientes por sector¹:



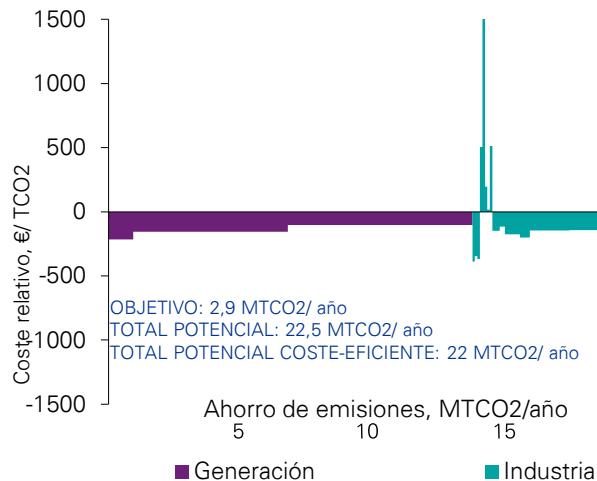
¹ La cuota de participación es el ratio entre las emisiones de las medidas coste-eficientes del sector entre el total de las emisiones de las medidas coste-eficientes de todos los sectores.

Paso 4: Representación gráfica CMLP - objetivos

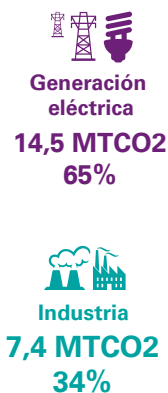
Para alcanzar los objetivos globales existen diferentes caminos y debe atenderse a la capacidad de reducción de emisiones de las medidas eficientes que muestre cada uno de los sectores.

Resultados del modelo de CMLP: ETS

Fuente: Elaboración propia

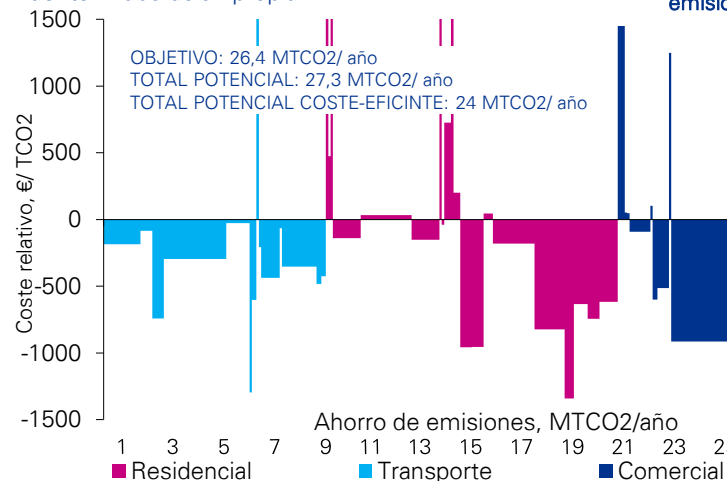


Cuota de contribuciones* coste-eficientes a la reducción de emisiones entre 2017 y 2030:

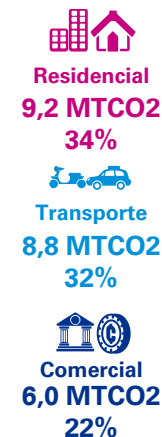


Resultados del modelo de CMLP: NO ETS

Fuente: Elaboración propia



Cuota de contribuciones* coste-eficientes a la reducción de emisiones entre 2017 y 2030:



* Cuota de contribuciones coste-eficientes a la reducción de emisiones entre 2017 y 2030 se calcula como el ratio entre los ahorros acumulados de CO2 de las medidas por sector que son coste-eficientes y la reducción de emisiones de CO2 producida por el total de medidas consideradas en ETS o en no ETS según corresponda.

Lista de medidas:

- I01 Recuperación de hidrógeno (Amoniaco)
- I02 Síntesis de baja presión (Amoniaco)
- I03 Gestión de la energía (Amoniaco)
- I04 Recuperación de gases (Ladrillos)
- I05 Aislamiento del horno (Ladrillos)
- I06 Mejora del flujo y presión (Ladrillos)
- I07 Hoffman a Túnel mejorado (Ladrillos)
- I08 Secado continuo - Hoffman (Ladrillos)
- I09 Precalcinadores (Cemento)
- I10 Enfriado de rejilla (Cemento)
- I11 Control de procesos (Cemento)
- I12 Mantenimiento preventivo (Cemento)
- I13 Precalcinadores - residuos (Cemento)
- I14 Control de procesos y automat. (Cemento)
- I15 Mejora de procesos (Aluminio)
- I17 Gestión de energía EAF (Acero)
- I18 Fundición Near net shape strip EAF (Acero)
- I19 Gestión de energía BOF (Acero)
- I20 Fundición Near net shape strip BOF (Acero)
- I21 Recuperación de gases - BOF (Acero)
- I22 Sustitución de BOF por EAF (Acero)
- I24 Aislamiento de hornos (Baldosas)
- I25 Mejora del flujo de aire (Baldosas)
- I26 Precalentamiento recuperación gases (Baldosas)
- I27 Recuperación de calor (Baldosas)
- I28 Cambio de túnel a rodillos (Baldosas)
- I30 Mejora de aislamiento (Petroquímica)

- I31 Mejora de la recuperación de calor (Petroquímica)
- I32 Mejora de control de procesos (Petroquímica)
- I33 Equipo más eficiente (Petroquímica)
- I34 Control avanzado (Refinería)
- I35 Cargas calientes, hornos y calderas (Refinería)
- I36 Intercambiadores de calor (Refinería)
- I37 Recuperación de gases antorcha (Refinería)
- P01 Ciclo combinado de gas - eficiencia alta
- P02 Solar FV
- P04 Eólica onshore

Lista de medidas:

- C01 Bomba de calor geotérmica
- C02 Caldera de biomasa
- C04 Calefacción urbana
- C05 Caldera de gas de condensación
- C06 Bomba de calor
- C07 Bomba de calor eficiente
- C08 Caldera gas baja temperatura
- C09 Sistemas gestión climatización
- C10 Aislamiento
- C11 Doble acristalamiento
- C13 Iluminación LED
- C14 Calentador de agua solar
- C15 Calentador de condensación
- C17 Equipos eléctricos eficientes
- R01 Caldera de biomasa

- R02 Microgeneración
- R03 Calefacción urbana
- R04 Caldera de gas de condensación
- R05 Bomba de calor
- R06 Bomba de calor avanzada
- R07 Bomba de calor geotérmica
- R08 Caldera de gas de baja temperatura
- R10 Aislamiento de viviendas
- R11 Doble acristalamiento
- R12 Sistemas gestión de la climatización
- R13 Iluminación fluorescente
- R14 Iluminación LED
- R15 Calentador de agua solar
- R16 Calentador de agua gas condens.
- R18 Frigoríficos eficientes
- R19 Hornos eficientes

- R20 Lavadoras eficientes
- R21 Lavavajillas eficientes
- R22 Cocina de inducción de alta eficiencia
- T01 Coche diésel más eficiente
- T02 Coche eléctrico
- T03 Coche de gasolina más eficiente
- T04 Coche híbrido no enchufable
- T05 Coche híbrido enchufable
- T06 Camión diésel más eficiente
- T07 Camión de gas natural licuado
- T08 Autobús diésel más eficiente
- T09 Autobús eléctrico
- T10 Autobús híbrido
- T10A Coche de gas natural comprimido
- T11 Tren de pasajeros eficiente
- T12 Transporte de mercancías por ferrocarril
- T13A Autobús de gas natural

Interpretación de los resultados (I/III)



CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

La evolución tendencial de las medidas identificadas en los sectores emisores, muestra que sería posible alcanzar los objetivos de reducción de CO2 en 2030 asegurando que se implanten aquellas que son más eficientes desde el punto de vista económico. De esta manera, se limitaría la necesidad de impulsar medidas alternativas que serían más costosas para los consumidores.



01

PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES

- El menú de las medidas identificadas muestra que, según la evolución tecnológica prevista a 2030, se adoptarán medidas rentables desde el punto de vista económico en todos los sectores analizados.
- Los sectores de Electricidad, Transporte y Residencial son los tres con mayor potencial de contribución al objetivo de reducción de emisiones a menor coste.

02



03

ESCENARIO "CONSERVADOR"

- El menú de medidas refleja un caso "conservador", puesto que no se incorporan las medidas que se pueden implementar en otros sectores (Agricultura, Silvicultura, Pesca, Residuos, Transporte Marítimo y Aviación).
- El modelo tampoco incorpora las medidas de comportamiento (conducción eficiente, uso de bicicleta, uso compartido de vehículos etc.) que, con mayor conciencia ambiental, también contribuirán al objetivo de reducción de emisiones.



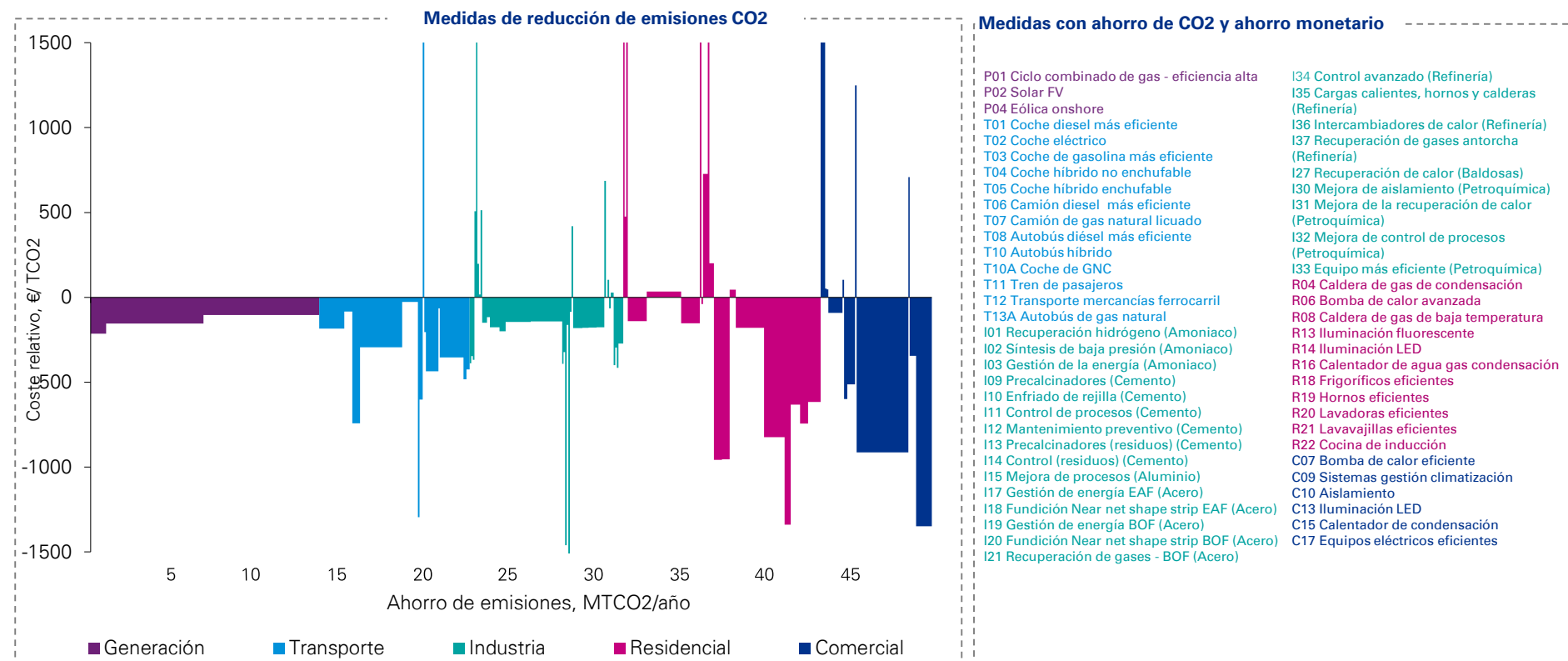
04

PERSPECTIVA PARA EL REGULADOR / PLANIFICADOR

La valoración de las medidas preferibles también debe incluir el enfoque del impulso que se quiera dar desde la perspectiva del Regulador/ Planificador. Analizando los resultados puede observarse que existen suficientes alternativas coste eficientes sobre las que el regulador debería centrar sus actuaciones para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones.

Interpretación de los resultados (II/III)

Según los resultados, es posible alcanzar un ahorro de 46 MT CO2 a 2030 aplicando medidas que previsiblemente se desarrollen porque resultan ser rentables desde un punto de vista económico.



Para alcanzar objetivos de reducción de emisiones a coste mínimo es preciso asignar mayores esfuerzos para la implementación efectiva de aquellas medidas que contribuyen al objetivo de reducción de emisiones de CO2 de forma coste-eficiente.

Interpretación de los resultados (III/III)

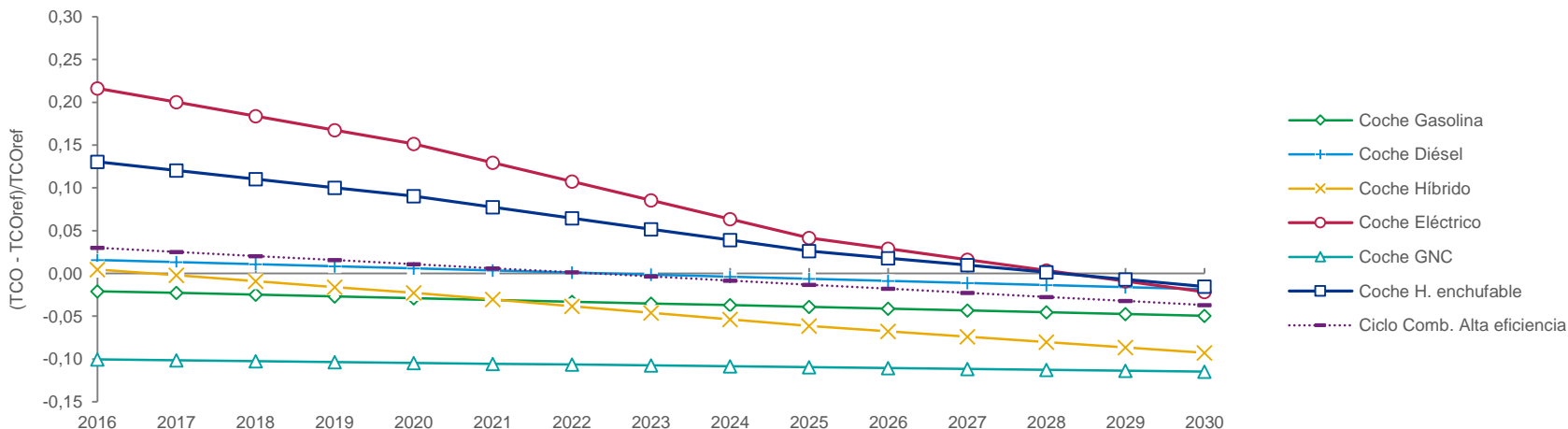


TOTAL COST OF OWNERSHIP

Perspectiva para el regulador/planificador

Permitir el desarrollo de las medidas según los horizontes de reducción de los costes totales (Total Cost of Ownership) que presenten las tecnologías por su evolución tecnológica.

Total Cost of Ownership (TCO) de las medidas: (TCO medida – TCO referencia)/ TCO referencia



Medidas con coste negativo 2016 – 2020

- C17 Equipos eléctricos eficientes
- C10 Aislamiento
- C07 Bomba de calor eficiente
- C09 Sistemas de gestión de climatización
- C13 Iluminación LED
- C15 Calentador de condensación
- I15 Mejora procesos (Aluminio)
- I01 Recuperación de H2 (Amoniaco)
- I03 Gestión energía (Amoniaco)
- I02 Síntesis baja presión (Amoniaco)
- I17 Gestión de energía EAF (Acero)
- I20 Fundición near net shape BOF
- I18 Fundición near net shape EAF
- I19 Gestión de energía BOF (Acero)
- I12 Mantenimiento preventivo (Cemento)
- I11 Control de procesos (Cemento)
- I10 Enfriado de rejilla (Cemento)
- I32 Mejora de procesos (Petroquímica)
- I33 Equipo más eficiente (Petroquímica)
- I09 Precalcinadores (cemento)
- I21 Recuperación de gases BOF
- I27 Recuperación de calor (Baldosas)
- I34 Control avanzado (Refinería)
- I35 Cargas calientes (Refinería)
- I36 Intercambiadores de calor (Refinería)
- I37 Recuperación de gases antorcha (Refinería)
- P02 Fotovoltaica
- P04 Eólica
- R04 Caldera de condensación
- R06 Bomba de calor avanzada
- R13 Iluminación bajo consumo
- R16 Calentador de condensación
- R20 Lavadoras eficientes
- R22 Cocina de inducción
- R19 Hornos eficientes
- R14 Iluminación LED
- R18 Frigoríficos eficientes
- R21 lavajillas eficientes
- R08 Caldera de baja temperatura
- T10A Coche de gas natural
- T03 Coche de gasolina
- T07 Camión de gas natural
- T11 Tren de pasajeros
- T12 Tren de mercancías
- T13A Autobús de gas natural

Medidas con coste negativo 2020 – 2025

- Se incluyen medidas anteriores, más las siguientes:
- I31 Recuperación de calor (Petroquímica)
 - I30 Aislamiento (Petroquímica)
 - P01 Ciclo alta eficiencia
 - T08 Autobús diésel
 - T10 Autobús híbrido
 - T04 Coche híbrido
 - T01 Coche diésel
 - T06 Camión diésel

Medidas con coste negativo 2025 – 2030

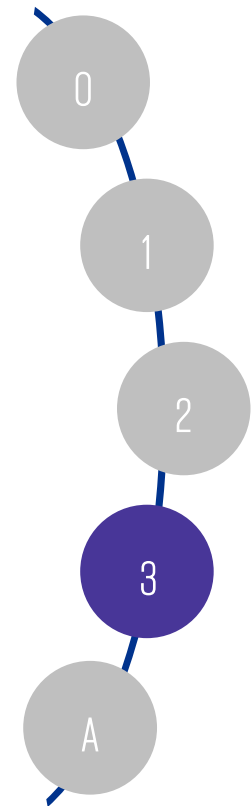
- Se incluyen medidas anteriores, más las siguientes:
- T02 Coche eléctrico
 - T05 Coche híbrido enchufable

Las medidas de los sectores Industrial, Comercial y Residencial y varias medidas del sector Transporte muestran una evolución coste-eficiente. Si como consecuencia de fallos de mercado y falta de información, dichas medidas no alcanzaran tasas de penetración previstas, necesitarían de cierto impulso adicional para resolverlas. La mayoría de las medidas del sector Transporte por carretera serán tecnológicamente maduras y coste-eficientes después de 2020.



3. Contribución del sector Petróleo a economía española

Índice



Contribución del sector Petróleo a economía española

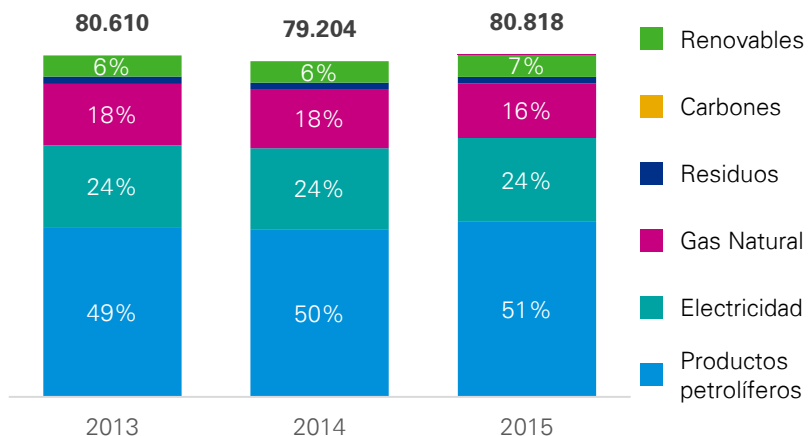
- 3.1 Impacto micro
- 3.2 Impacto macro

p.41
p.47

Impacto micro: consumo de productos petrolíferos

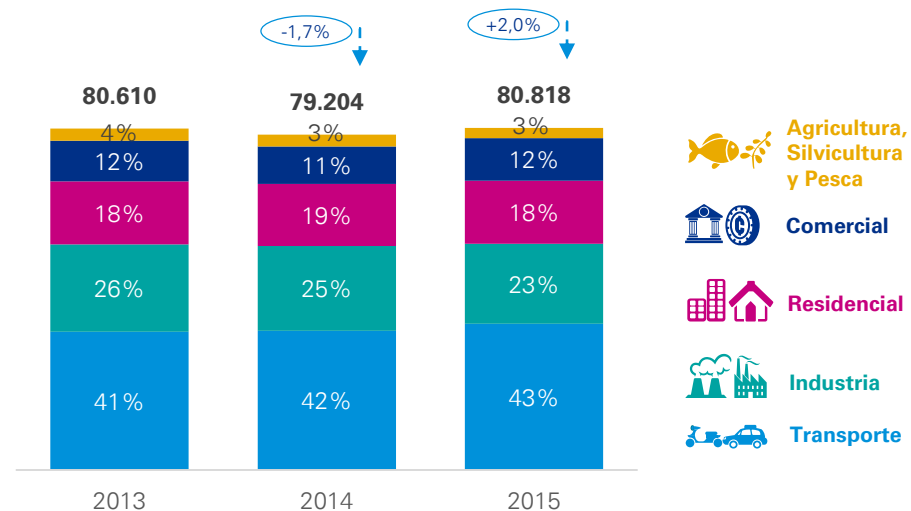
La mitad del consumo energético final en España proviene principalmente de los hidrocarburos líquidos distribuyendo su patrón de consumo final entre diferentes sectores: Transporte, Industria, Residencial y Comercial.

Consumo energético final segmentado por productos consumidos (ktep). Fuente: elaboración propia a partir de datos de CORES e IDAE



Nota: A la fecha no están disponibles los datos de consumo sectorizado para 2016, sin embargo, no se esperan variaciones significativas en los patrones de consumo entre los sectores.

Consumo energético final segmentado por sectores consumidores (ktep). Fuente: elaboración propia a partir de datos de CORES e IDAE

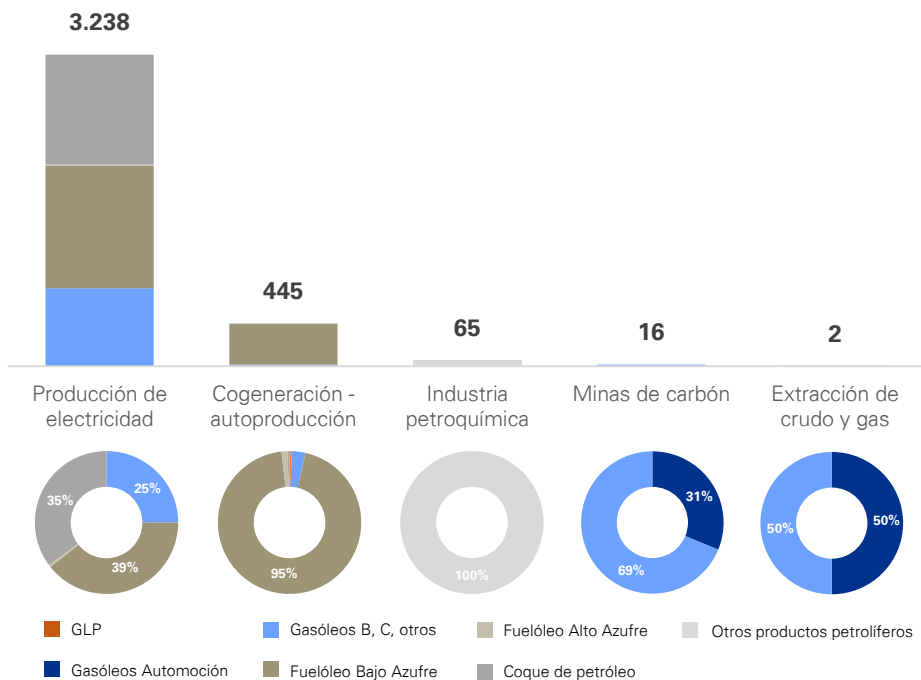


Impacto micro: sector Eléctrico y Transformación

La mayor parte del consumo de productos petrolíferos en el sector de Energía y Transformación corresponde al subgrupo Producción de Electricidad. Sin embargo, los productos petrolíferos componen solamente un 7% del consumo energético total del sector.

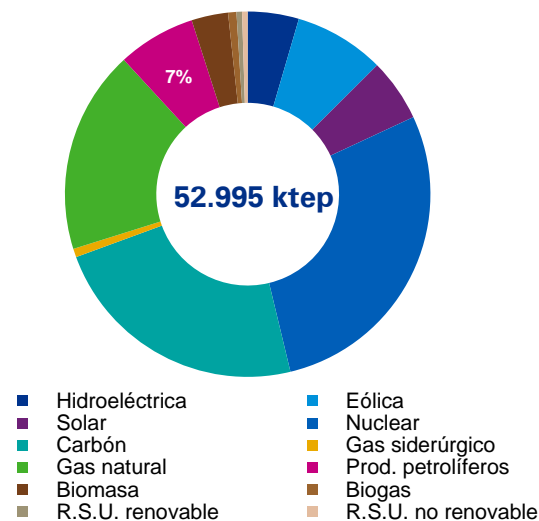
Consumo de productos petrolíferos en los subsectores del sector transformación y energía (kt), 2015.

Fuente: CORES y elaboración propia



Consumo de energía en el sector transformación y energía* (ktep), por fuente de energía, 2015.

Fuente: CORES, IDAE y elaboración propia



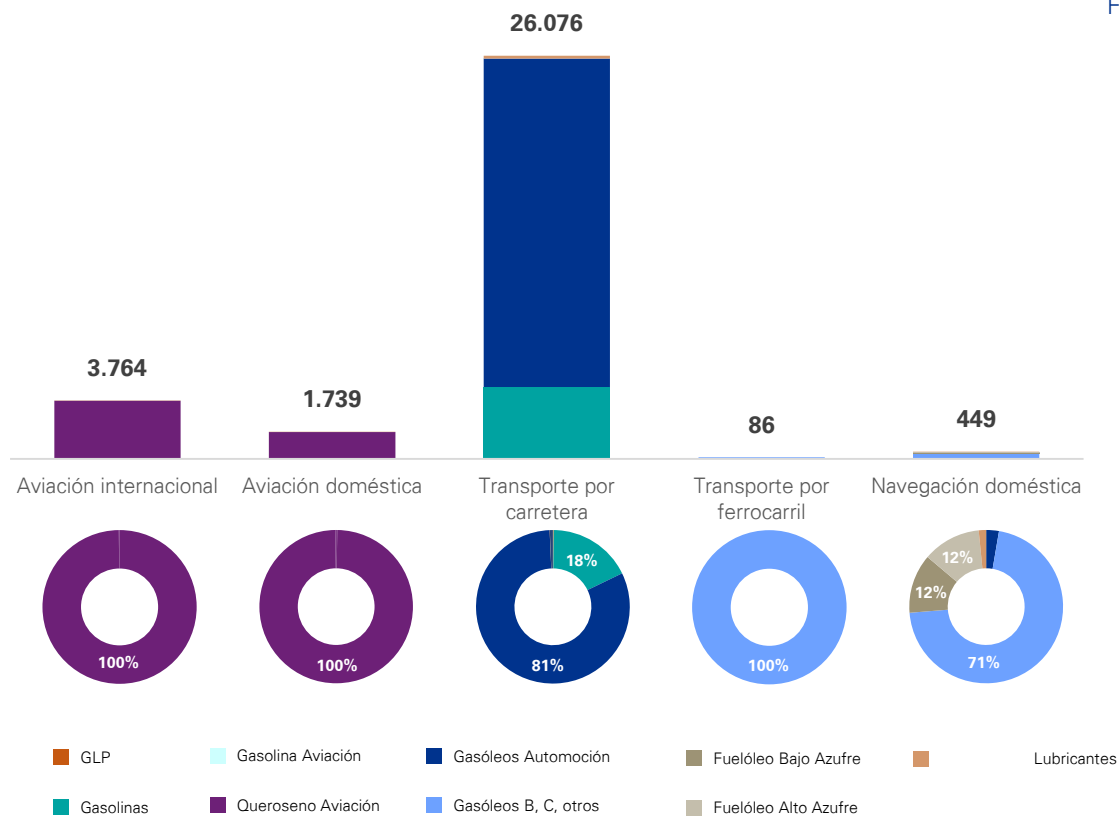
*No se dispone de datos desagregados por subsector.

Impacto micro: sector Transporte

En el sector Transporte, la mayor parte del consumo se realiza en el subsector de Transporte por carretera. Adicionalmente, más del 95% del consumo energético total del sector corresponde a los productos petrolíferos.

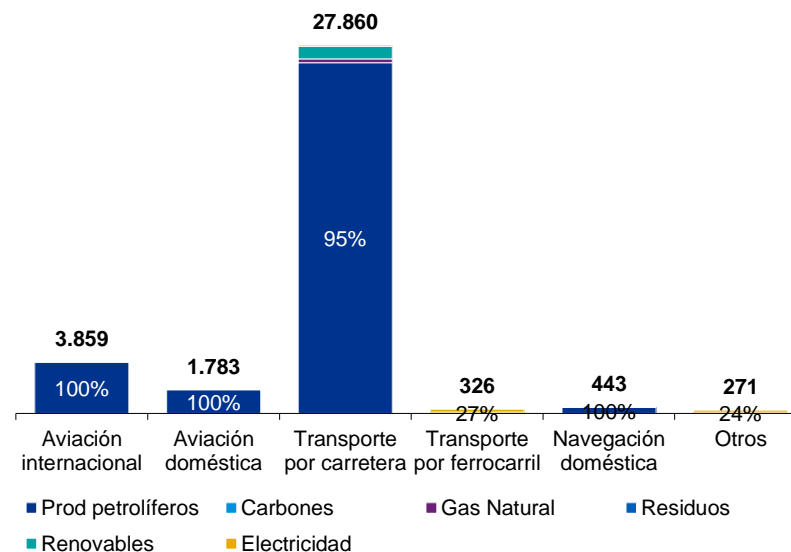
Consumo de productos petrolíferos en los subsectores del sector transporte (kt), 2015.

Fuente: CORES y elaboración propia



Consumo de energía final en los subsectores del sector Transporte (ktep), por fuente de energía, 2015.

Fuente: CORES, IDAE y elaboración propia

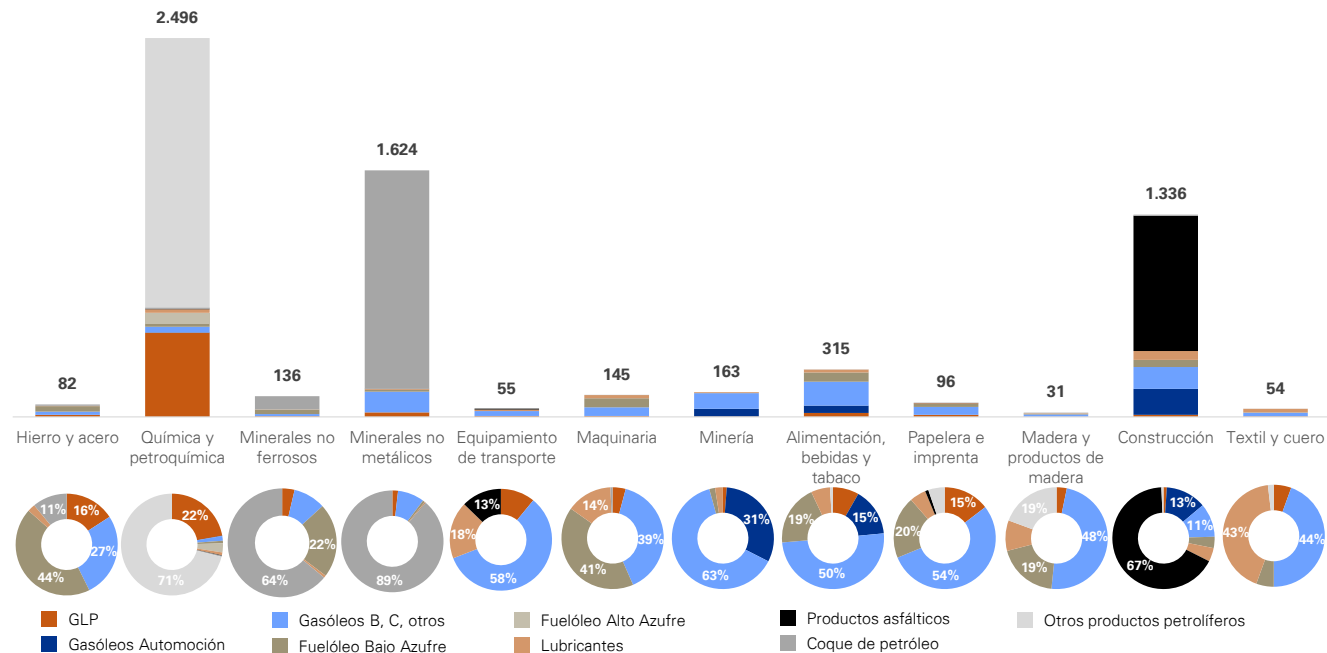


Impacto micro: sector Industria (I/II)

En el sector Industrial, los subsectores de Química y Petroquímica, Minerales no metálicos y Construcción consumen la mayoría de los derivados de petróleo.

Consumo de productos petrolíferos en los subsectores del sector industria (kt), 2015.

Fuente: CORES y elaboración propia

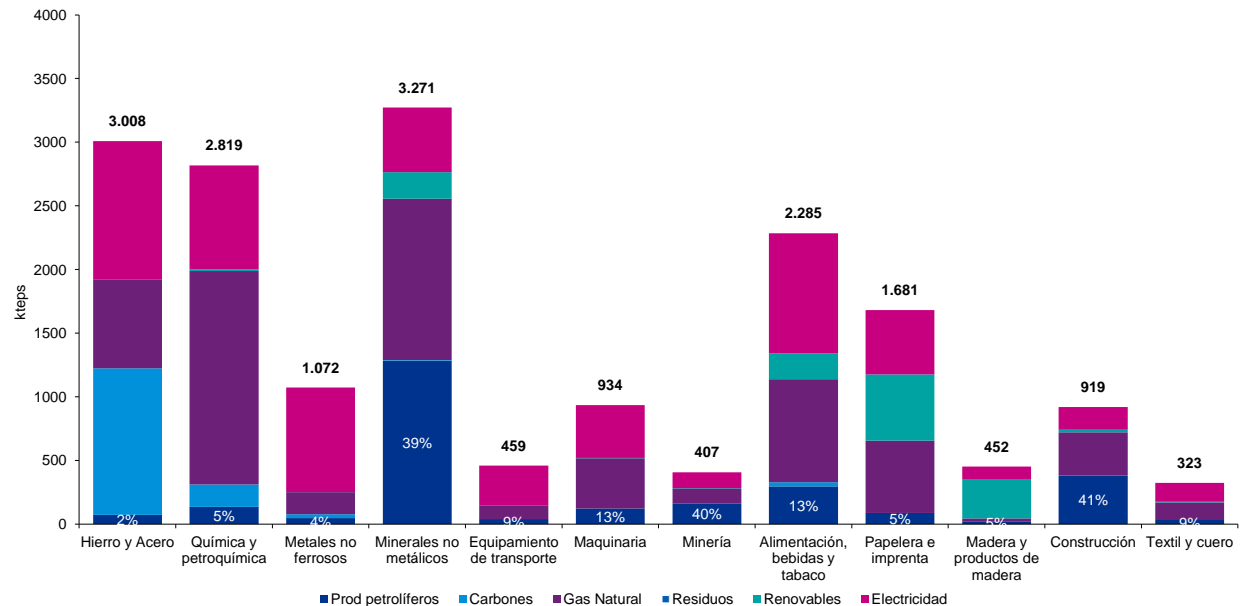


Impacto micro: sector Industria (II/II)

El 40% del consumo de los subsectores de Minerales no Metálicos, Construcción y Minería corresponde a productos petrolíferos. En el resto de los subsectores este consumo no supera el 13%.

Consumo de energía final en los subsectores del sector industria (ktep), por fuente de energía, 2015.

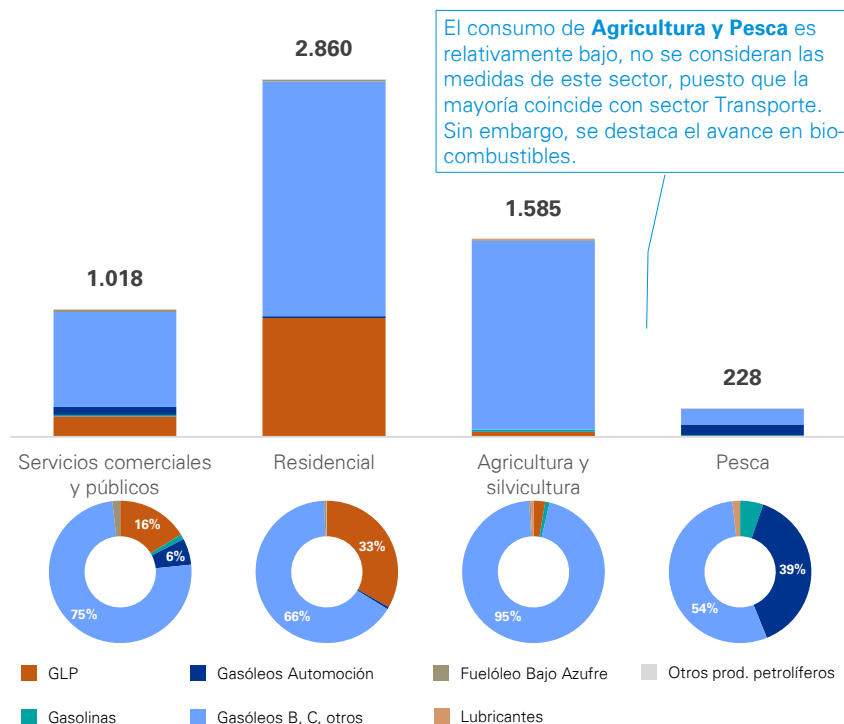
Fuente: CORES, IDAE y elaboración propia



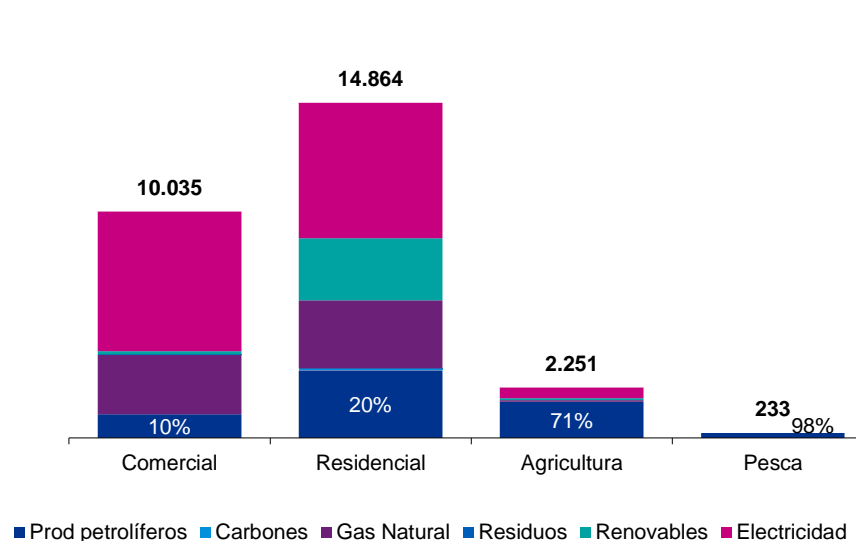
Impacto micro: resto de sectores

Los sectores Comercial, Residencial y Agricultura también presentan una importante participación de los productos petrolíferos en su consumo energético, siendo el último el de mayor tasa, con un 71%, debido a los consumos de Gasóleos B y C. Sin embargo, en cantidad absoluta de combustibles, destaca el sector Residencial.

Consumo de productos petrolíferos en los sectores comercial, residencial, agricultura y pesca (kt), 2015. Fuente: CORES y elaboración propia

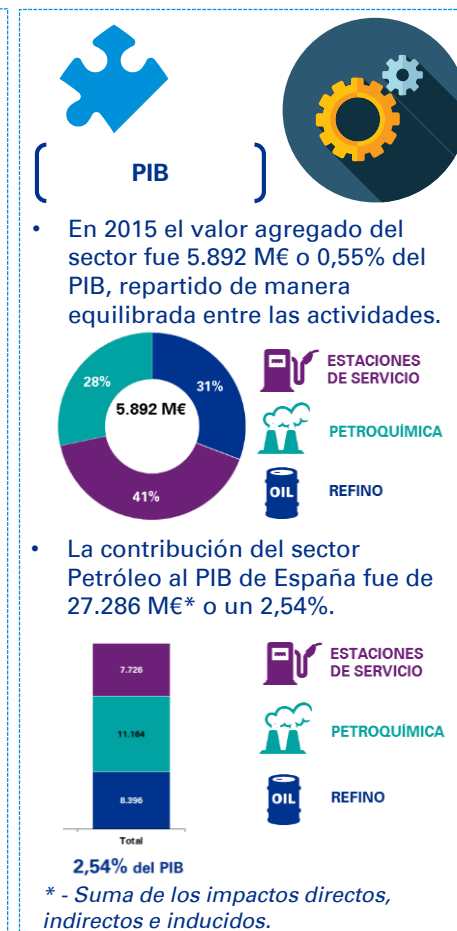
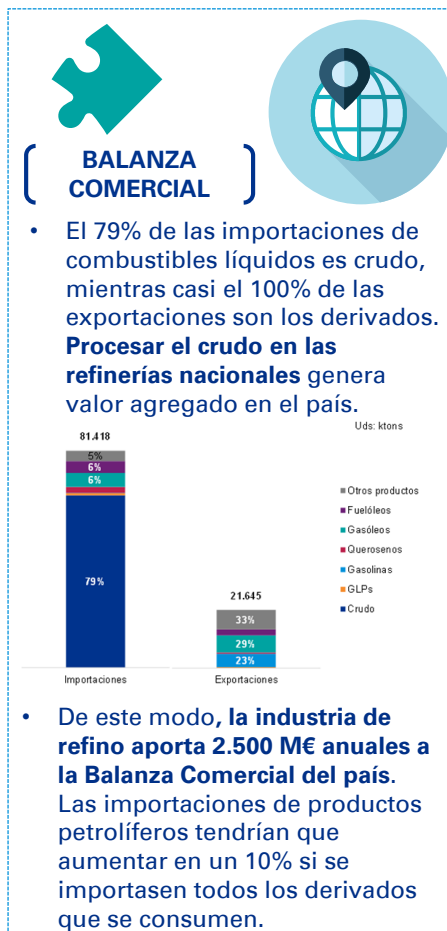
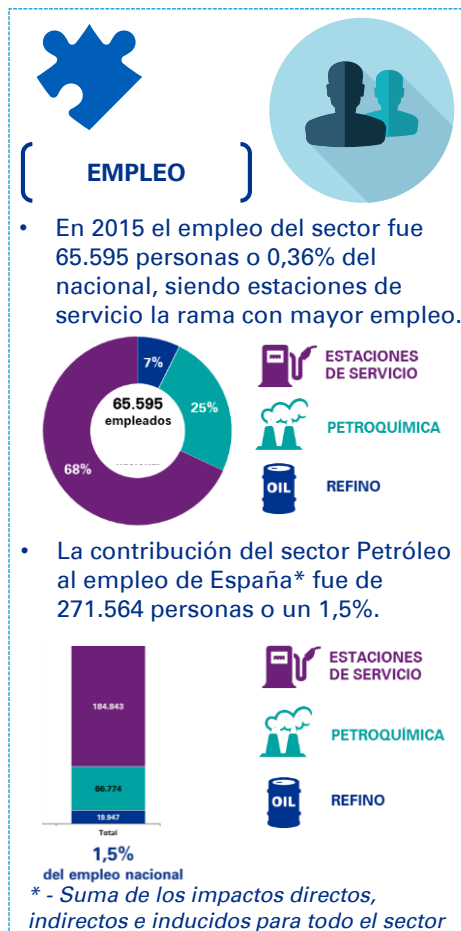


Consumo de energía en los subsectores del Otros sectores (ktep), por fuente de energía, 2015. Fuente: CORES, IDAE y elaboración propia



Impacto macro: contribuciones a la economía española (I/II)

La adopción de medidas para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones debe considerar el impacto que las mismas podrían ocasionar en relación a la contribución del sector a la económica española¹.



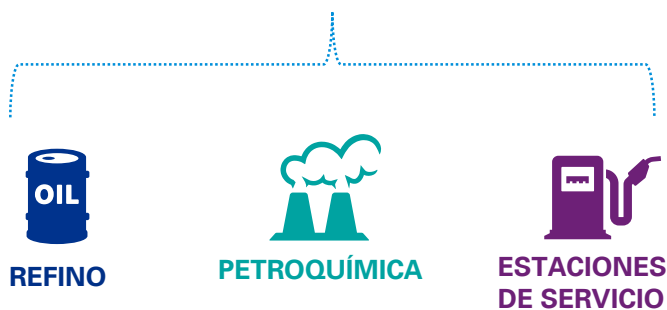
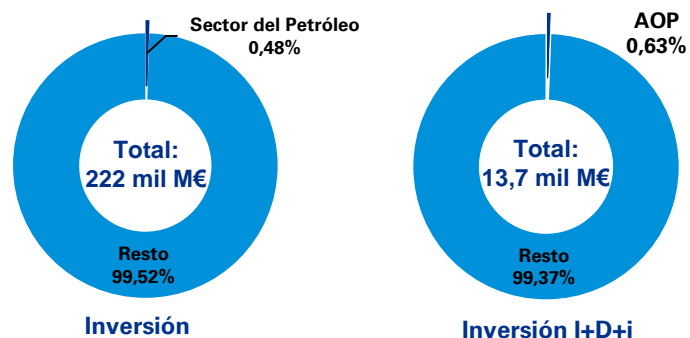
¹ Los cálculos contemplan las actividades Refino (proporción de categoría 19 CNAE-2009 "Coquerías y Refino de Petróleo", asignada en función de ventas 2015 que corresponden a Refino), Petroquímica (categoría 201 CNAE-2009 "Fabricación de productos químicos básicos, compuestos nitrogenados, fertilizantes, plásticos y caucho sintético en formas primarias") y Estaciones de Servicio (categoría 473 CNAE "Comercio al por menor de combustible para la automoción en establecimientos especializados").

Impacto macro: contribuciones a la economía española (II/II)

Las empresas de AOP contribuyen al cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de CO2, a través de las inversiones en investigación y desarrollo, programas con impacto en su eficiencia energética y su contribución al medio ambiente.

Contribución del sector Petróleo (Refino, Petroquímica y Estaciones de Servicio) a la inversión total e inversión en I+D+i* en 2016.

Fuente: elaboración propia
* Datos de dos empresas AOP



Contribución de AOP con los proyectos asociados a la reducción de emisiones.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de empresas AOP (selección).



Refino: procesamiento de crudos de oportunidad, asfaltos inteligentes, carburantes y lubricantes para el ahorro de combustible.

Exploración y producción de hidrocarburos: petrofísica digital; tecnología cognitiva para la adquisición de activos; nanosensores en el cemento de perforación.

Vehículos: motor de combustión con propulsión eléctrica y recuperación de energía térmica y cinética, baterías de coches eléctricos basadas en tecnologías avanzadas de litio.

Nuevos materiales: bioprospección de hidrocarburos a escala real, polioles con CO2, desarrollo de materiales con propiedades de autoreparación.

Otros: financiamiento de proyectos disruptivos de universidades y centros de investigación españoles.

Medio marino: Detección de contaminantes mediante Fibra Óptica, desarrollo de sistemas para detección temprana de vertidos en líneas submarinas y mar, material antiderrame para atraque de buques.

Atmósfera: sistemas de filtración, lavado de gases, dispositivos de control y medida para un mejor reporte de emisiones.

Agua: mejoras en plantas de tratamiento de efluentes hídricos, dispositivos de control y medida.

Suelos: mejora de las redes piezométricas de vigilancia y control de suelos, mantenimiento y revamping del sistema de tancaje.

Biodiversidad: mejorar el estado de conservación de las praderas de posidonia oceánica en las costas mediterráneas andaluzas.

Otros: aprovechamiento de subproductos, reciclaje de productos de celulosa.

Refino: mejoras energéticas e integración energética en las unidades, hornos y calderas, condensadores, cogeneración, intercambio en la unidad de crudo, monitorización de purgadores de gran capacidad.

Otros: alumbrado LED, mejoras en equipos de climatización.

Nota: varios proyectos realizados o en curso no tienen cálculo asociado, por los que los números presentados aquí subestiman las contribuciones.



Anexos



0		
1		
2		
3	Anexo I: Detalle de las medidas por sector	p.51
	Anexo II: Principales hipótesis tomadas	p.52
	Anexo III: Hipótesis tomadas en potencia instalada	p.54
	Anexo IV: Descripción del modelo Epsilon KPMG	p.55
	Anexo V: Objetivos medioambientales en el sector Transporte	p.56
	Anexo VI: Resultados detallados	p.57
A	Anexo VII: Fuentes consultadas	p.60

Medidas consideradas por sector

La selección de las medidas se ha realizado a partir de informes regulatorios, Planes de Acción en Eficiencia Energética (España y otros países de Unión Europea), y estudios académicos con enfoque en aquellas medidas con mejoras tecnológicas ya disponibles en el mercado.



Generación eléctrica



P01 Ciclo combinado y cogen. alta eficiencia



P02 Fotovoltaica



P03 Eólica Onshore



P04 Hidro



P05 Solar Termoelectrica



P06 Hidro fluyente



P07 Mareomotriz



Transporte Terrestre



PARTICULAR

- T01 Diésel (más eficiente)
- T02 Eléctrico
- T03 Gasolina (más eficiente)
- T04 Híbrido
- T05 Híbrido enchufable
- T10a GNC



PASAJEROS

- T08 Autobús diésel (más eficiente)
- T09 Autobús eléctrico
- T10 Autobús híbrido
- T11 Tren de pasajeros eficiente
- T13a Autobús de gas natural



MERCANCÍAS

- T06 Camión diésel eficiente
- T07 Camión gas natural
- T12 tren de mercancías eficiente



Industria



LADRILLOS

- I04 Hornos TUNEL con recuperación de gases
- I05 Hornos TUNEL con aislamiento
- I06 Hornos HOFFMAN: mejora de flujo y presión
- I07 Hornos HOFFMAN: recambio a TUNEL
- I08 Hornos HOFFMAN con secado continuo



ACERO

- I17 Hornos de ARCO ELÉCTRICO: equipos de gestión de energía
- I18 Hornos de ARCO ELÉCTRICO: colada de bandas estrechas
- I19 Hornos de OXIGENO: gestión de energía
- I20 Hornos de OXIGENO: colada de bandas estrechas
- I21 Hornos de OXIGENO: recuperación de gases
- I22 Hornos de OXIGENO: recambio a ARCO ELÉCTRICO



AMONIACO

- I01 Recuperación de hidrógeno
- I02 Síntesis de baja presión
- I03 Gestión de energía



BALDOSAS

- I24 Horno RODILLOS: aislamiento
- I25 Horno RODILLOS: mejoras flujo de aire
- I26 Horno RODILLOS: precalentamiento con recuperación de gases
- I27 Horno RODILLOS: recuperación de calor
- I28 Horno TUNEL: recambio a RODILLOS



ALUMINIO

- I15 Mejora en procesos de fabricación



CEMENTO

- I11 Vía SECA: equipos de control y automatización
- I09 Vía SECA: precalcinadores
- I10 Vía SECA: enfriado de rejilla
- I12 Vía SECA: mantenimientos preventivos
- I13 Vía SECA: precalcinadores (residuos)
- I14 Vía SECA: equipos de control y automatización (residuos)



PETROQUÍMICA

- I30 Mejora de aislamiento
- I31 Mejora de recuperación de calor
- I32 Mejora de control de procesos
- I33 Equipo más eficiente



REFINO

- I34 Control avanzado
- I35 Cargas calientes, hornos y calderas
- I36 Intercambiadores de calor
- I37 Recuperación de gases antorcha



Residencial



ELECTRODOMESTICOS

- R19 Hornos eficientes
- R18 Frigoríficos eficientes
- R21 Lavavajillas eficientes
- R20 Lavadoras eficientes
- R22 Cocina de inducción de alta eficiencia



CALEFACCIÓN

- R01 Caldera de biomasa
- R03 Calefacción urbana
- R04 Caldera de gas de condensación
- R05 Bomba de calor
- R06 Bomba de calor avanzada
- R07 Bomba de calor geotérmica



ILUMINACIÓN

- R13 Iluminación fluorescente de bajo consumo
- R14 Iluminación LED



CALDERAS

- R15 Calentador de agua solar
- R16 Calentador de gas de condensación



CLIMATIZACIÓN

- R09 Aire acondicionado avanzado
- R10 Aislamiento viviendas
- R11 Doble acristalamiento
- R12 Sistemas de gestión de climatización



Comercial



EQUIPOS

- C17 Equipos eléctricos eficientes



CALEFACCIÓN

- C01 Bomba de calor geotérmica
- C02 Caldera de biomasa
- C04 Calefacción urbana
- C05 Caldera de gas de condensación
- C06 Bomba de calor
- C08 Caldera de gas baja temperatura



ILUMINACIÓN

- C13 Iluminación LED



CALDERAS

- C14 Calentador de agua solar
- C15 Calentador de gas de condensación
- C16 Calentador de agua biomasa



CLIMATIZACIÓN

- C09 Sistemas de gestión de climatización
- C10 Aislamiento
- C11 Doble acristalamiento

Principales hipótesis (I/II)



Generación eléctrica

- **Situación en 2016:** del informe del sistema eléctrico de REE.
- **Crecimiento de demanda:** 0,8% según Reference scenario
- **Composición del mix de potencia instalada a 2030:** Parte de la Planificación publicada por el MINETAD a 2020 y además asume las siguientes hipótesis para cada tecnología:
 - **Nuclear:** extensión de vida útil por encima de 40 años.
 - **Renovables:** 56% de RES en 2030 para cumplir el objetivo del 27% de RES en energía final
 - **Carbón:** Se retira según vida útil y cierre de carbón nacional antes de 2020
 - **Ciclos combinados:** Se introducen para cumplir un índice de cobertura de 110% de potencia firme
- **Despacho:** a mínimo coste empleando los costes variables de las tecnologías calculado con el Modelo EPSILON de KPMG.
- **Evolución de costes:** valores centrales del benchmark de estudios
- **Medida de referencia:** se considera que las tecnologías entrantes sustituyen al mix medio actual.
- **WACC:** 8,5%, según Comisión Europea



Transporte terrestre

- **Situación en 2016:** datos del parque de vehículos de la DGT.
- **Crecimiento de demanda:** crecimientos anuales según proyecciones de Reference scenario: 1,2% para transporte particular, 1,6% para transporte de pasajeros y 1,4% para transporte de mercancías.
- **Vida útil:** turismos 12 años, autobuses y camiones 15 años.
- **Composición del parque de vehículos a 2030:** Parte de la situación actual y los vehículos se van sustituyendo por mínimo coste asegurando la consistencia con el histórico de bajas, altas y ventas de vehículos por cada tecnología del parque español.
- **Evolución de costes:** valores centrales del benchmark de estudios
- **Medida de referencia:** se considera que los vehículos entrantes sustituyen al parque medio actual.
- **WACC:** 11%, según Comisión Europea



Industria

- **Situación en 2016:** Producción de acero, cemento, ladrillos, baldosas, amoníaco y aluminio en 2016 dada por las asociaciones sectoriales.
- **Crecimiento de demanda:** proyección del valor añadido bruto de cada sector dada por el Reference Scenario a 2030, resultan en crecimientos anuales entre 0,4% y 1,2% anual.
- **Vida útil:** los hornos y mejoras de eficiencia en los procesos productivos se considera que tienen una vida útil de 20 años.
- **Composición de cada grupo de tecnologías (un grupo para cada uso):** Parte de la situación actual; los equipos se van sustituyendo por la opción de mínimo coste al final de su vida útil, incorporando crecimiento de cada subsector
- **Evolución de costes:** valores centrales del benchmark de estudios
- **Medida de referencia:** se considera que las tecnologías entrantes sustituyen a su par actual menos eficiente.
- **WACC:** 7,5%, según Comisión Europea.

Principales hipótesis (II/II)



Residencial

- **Situación en 2016:** número de hogares por zona climática según datos de INE e IDAE.
- **Crecimiento de demanda:** proyección de hogares del INE a 2030.
- **Vida útil:** calefacción, climatización y ACS eficientes 20 años, doble acristalamiento y aislamiento 10 años, electrodomésticos eficientes 10 años, iluminación LED 15 años, iluminación fluorescente 5 años.
- **Composición de cada grupo de tecnologías (un grupo para cada uso):** Parte de la situación actual; los equipos se van sustituyendo por la opción de mínimo coste al final de su vida útil, incorporando crecimiento de la población.
- **Evolución de costes:** valores centrales del benchmark de estudios
- **Medida de referencia:** se considera que los equipos entrantes sustituyen a los que componen el hogar medio actual. En el caso de calefacciones y calentadores de agua, se plantea un hogar medio distinto por cada zona climática (atlántica, continental y mediterránea, de acuerdo con el IDAE).
- **WACC:** 14,75%, según Comisión Europea.



Comercial

- **Situación en 2016:** superficie comercial por zona climática según datos de INE e IDAE.
- **Crecimiento de demanda:** tendencia histórica del Índice de Actividad del Sector Servicios del INE.
- **Vida útil:** calefacción, climatización y ACS eficientes 20 años, doble acristalamiento y aislamiento 10 años, equipos eléctricos eficientes 5 años, iluminación LED 15 años, iluminación fluorescente 5 años.
- **Composición de cada grupo de tecnologías (un grupo para cada uso):** Parte de la situación actual; los equipos se van sustituyendo por la opción de mínimo coste al final de su vida útil, incorporando crecimiento de la superficie comercial.
- **Evolución de costes:** valores centrales del benchmark de estudios
- **Medida de referencia:** se considera que los equipos entrantes sustituyen a los que componen la unidad de superficie comercial media actual.
- **WACC:** 11%, según Comisión Europea.

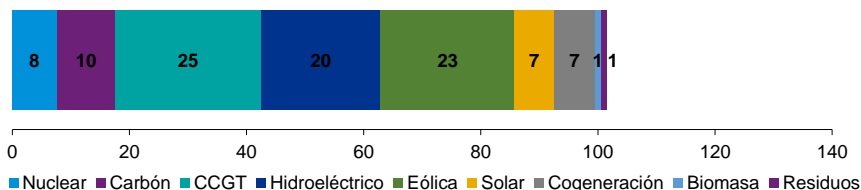
Hipótesis de aumento de potencia sector eléctrico

En el escenario modelado las renovables (eólica, solar y biomasa) representan en 2030 el 51% de la potencia instalada en el sistema eléctrico nacional, llegando a un 56% de participación en la generación eléctrica

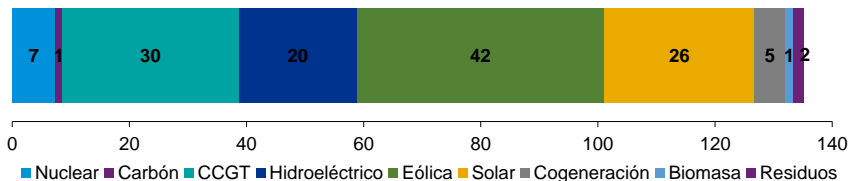
Evolución del parque de generación en términos de potencia instalada

Fuente: Elaboración propia

Parque de generación 2015 (GW)



Parque de generación 2030 (GW)



Incremento de potencia por tecnologías

Fuente: Elaboración propia

Fuente	REE	KPMG	KPMG
Tecnología	2016 (GW)	2030 (GW)	Δ (GW)
Hidráulica	20,4	20,1	-0,3
Nuclear	7,6	7,4	-0,2
Carbón	9,5	1,1	-8,4
Ciclo combinado	24,9	30,2	+5,3
Eólica	22,9	42,3	+19,4
Solar	6,7	25,6	+18,9
Resto	8,1	8,3	+0,2
TOTAL	100,1	135	+34,9

Las tecnologías que aumentan su potencia instalada son: **eólica, solar y ciclo combinado** mientras se reduce la potencia de carbón.

Para cumplir con los objetivos del 27% participación de renovable en energía final, sería necesario aumentar la potencia eólica y solar en 19,4 GW y 18,9 GW respectivamente

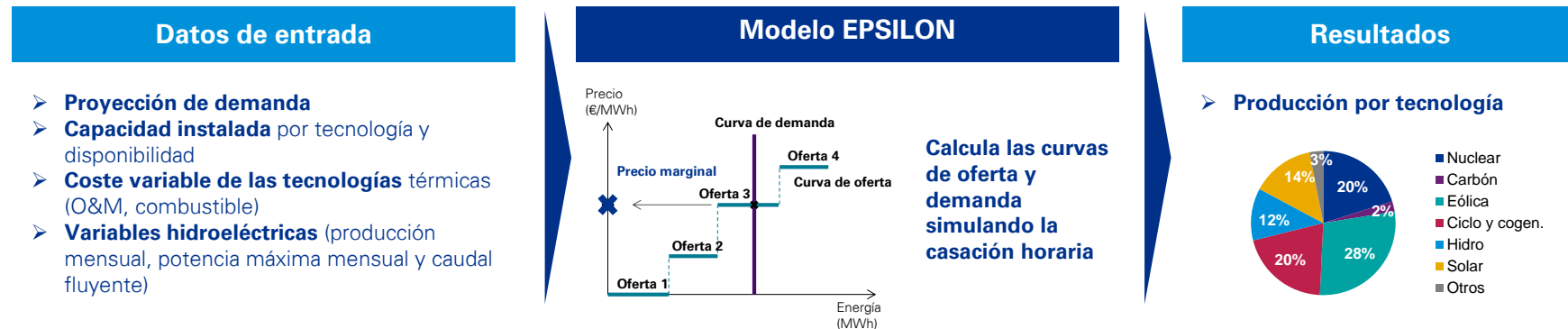
Descripción del modelo EPSILON KPMG

EPSILON, acrónimo de *Electricity Price Simulator for Long-term analysis*, es una herramienta de simulación desarrollada por la práctica de Economics & Regulation de KPMG España que sirve para realizar estimaciones de despacho de tecnologías de generación en el mercado mayorista de electricidad

EPSILON simula un mercado mayorista de electricidad en **competencia perfecta** donde cada agente maximiza sus beneficios:

- Las unidades **térmicas ofertan** su producción a su **coste marginal**, teniendo en cuenta costes de arranque,
- Las centrales de **bombeo optimizan** sus perfiles de **consumo** en los valles y de **generación** en las puntas,
- La producción **hidráulica** en cada hora se despacha de modo que se **maximiza su valor**,
- La producción **renovable oferta** también a **coste marginal**, sin aplicar prioridad de despacho.

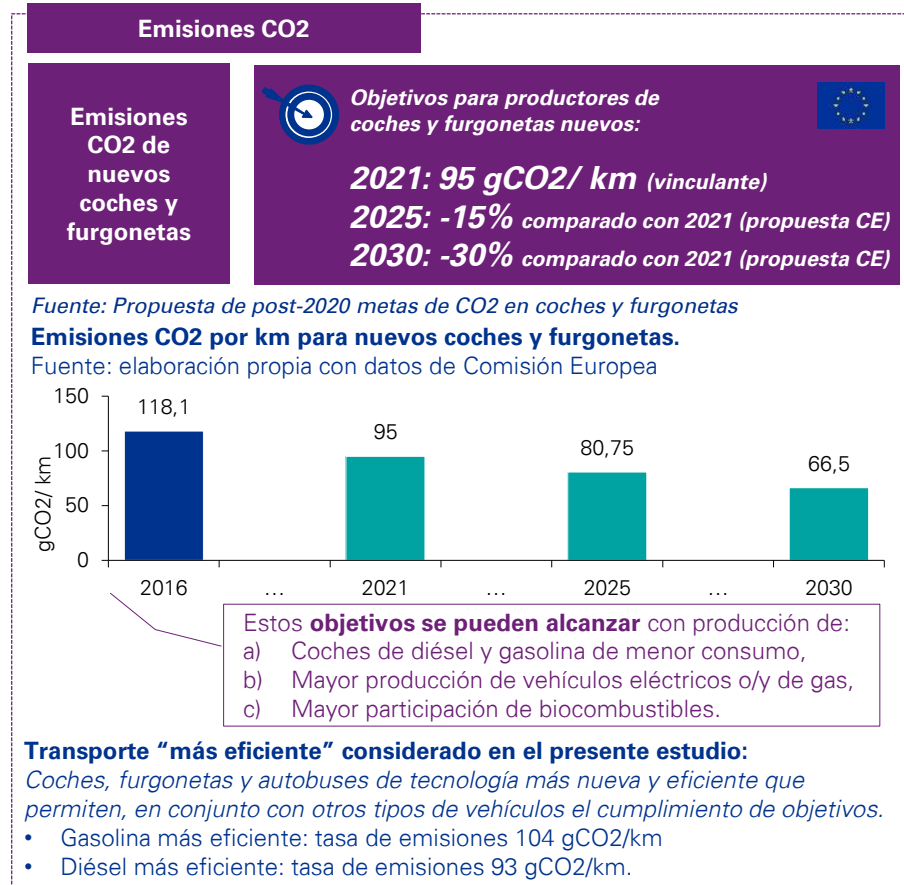
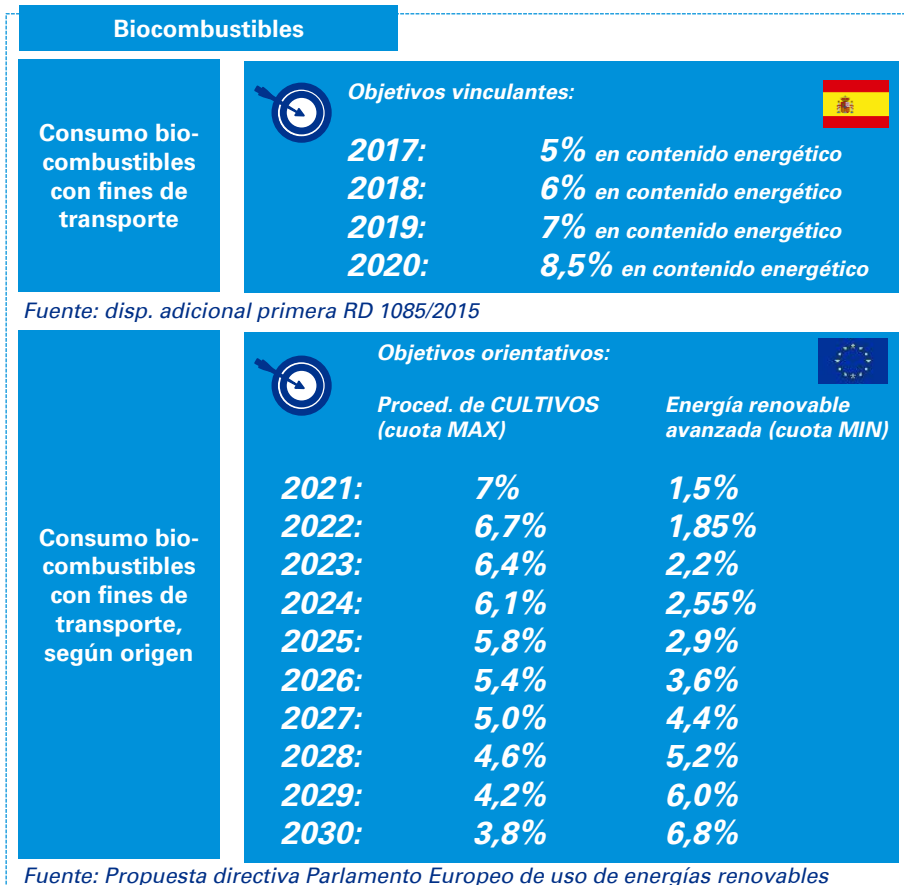
Lógica input-output del modelo EPSILON Fuente: *Elaboración propia*



Para realizar las estimaciones de la participación de cada tecnología, EPSILON replica el mecanismo de casación del mercado mayorista español y encuentra el equilibrio entre las curvas de oferta y demanda de electricidad.

Transición energética: Objetivos a 2030, transporte

Además de los objetivos generales, sector Transporte cuenta con objetivos especiales, en cuanto a la incorporación de biocombustibles y emisiones CO2 permitidas para nuevos coches y furgonetas.



Siendo sector clave para el objetivo de reducción de emisiones no ETS, Transporte se enfrenta con mayor cantidad de objetivos particulares que exigen ambos: mayor eficiencia y mayor incorporación de tecnologías nuevas.

Resultados detallados

Clave	Sector	Descripción	Coste relativo ¹ (€/TCO2)	Ahorro de emisiones (TCO2)
C01	Comercial	Bomba de calor geotérmica	3.707	185
C02	Comercial	Caldera de biomasa	1.620	18.168
C04	Comercial	Calefacción urbana	5.461	101
C05	Comercial	Caldera de gas de condensación	52	47.440
C06	Comercial	Bomba de calor	47	54.352
C07	Comercial	Bomba de calor eficiente	-92	895.155
C08	Comercial	Caldera de gas de baja temperatura	103	97
C09	Comercial	Sistemas de gestión de la climatización	-599	167.792
C10	Comercial	Aislamiento (excepto acristalamiento y gestión)	-512	396.926
C11	Comercial	Doble acristalamiento	1.248	42.173
C13	Comercial	Iluminación LED	-913	3.192.629
C14	Comercial	Calentador de agua solar	709	8.622
C15	Comercial	Calentador de agua gas de condensación	-345	380.226
C17	Comercial	Equipos eléctricos eficientes	-1.349	977.704
I01	Industria	Recuperación de hidrógeno	-388	57.346
I02	Industria	Síntesis de baja presión	-346	33.082
I03	Industria	Gestión de la energía	-368	72.901
I04	Industria	Recuperación de gases - Túnel	506	12.039
I05	Industria	Aislamiento del horno - Túnel	1.544	13.894
I06	Industria	Mejora del flujo y presión - Túnel	197	15.142
I07	Industria	Upgrade de Hoffman a Túnel mejorado	17	51.854
I08	Industria	Secado continuo - Hoffman	514	6.273
I09	Industria	Precalcinadores	-149	284.748
I10	Industria	Enfriado de rejilla	-117	112.749
I11	Industria	Control de procesos y automatización	-177	588.461
I12	Industria	Mantenimiento preventivo	-200	378.082
I13	Industria	Precalcinadores - residuos	-145	1.502.180
I14	Industria	Control de procesos y automatización - residuos	-143	1.927.339
I15	Industria	Mejora de procesos en fabricación de aluminio	-391	82.476
I17	Industria	Gestión de energía EAF	-322	26.436
I18	Industria	Fundición Near net shape strip EAF	-1.461	27.613
I19	Industria	Gestión de energía BOF	-162	1.696
I20	Industria	Fundición Near net shape strip BOF	-2.717	1.175
I21	Industria	Recuperación de gases - BOF	-86	2.937
I22	Industria	Sustitución de BOF por EAF	419	78.671

1 Coste relativo se define como el ratio entre el diferencial de costes unitarios entre la medida y su tecnología de referencia y el diferencial en emisiones unitarias ente estas dos tecnologías.

Resultados detallados

Clave	Sector	Descripción	Coste relativo ¹ (€/TCO2)	Ahorro de emisiones (TCO2)
I24	Industria	Aislamiento de hornos	687	61.840
I25	Industria	Mejora del flujo de aire	3	68.159
I26	Industria	Pre calentamiento con recuperación de gases	103	73.592
I27	Industria	Recuperación de calor	-65	50.622
I28	Industria	Cambio de túnel a rodillos	28	111.660
I30	Industria	Mejora de aislamiento	-400	27.949
I31	Industria	Mejora de la recuperación de calor	-296	87.839
I32	Industria	Mejora de control de procesos	-415	81.308
I33	Industria	Equipo más eficiente	-272	281.869
I34	Industria	Mejora de procesos	-181	508.528
I35	Industria	Mejora de procesos avanzada I	-180	394.551
I36	Industria	Mejora de procesos avanzada II	-178	437.483
I37	Industria	Mejora de procesos avanzada III	-176	480.393
P01	Eléctrico	Ciclo combinado de gas - eficiencia alta	-215	924.571
P02	Eléctrico	Solar FV	-155	6.221.003
P04	Eléctrico	Eólica onshore	-105	7.384.695
R01	Residencial	Caldera de biomasa	2.277	1.605
R02	Residencial	Microcogeneración	476	9.847
R03	Residencial	Calefacción urbana	5.146	9.847
R04	Residencial	Caldera de gas de condensación	-140	652.095
R05	Residencial	Bomba de calor	34	2.127.059
R06	Residencial	Bomba de calor avanzada	-152	2.488.205
R07	Residencial	Bomba de calor geotérmica	4.165	16.964
R08	Residencial	Caldera de gas de baja temperatura	-40	9.267
R10	Residencial	Aislamiento de viviendas (excepto acristalamiento y gestión)	727	274.621
R11	Residencial	Doble acristalamiento	5.153	76.548
R12	Residencial	Sistemas de gestión de la climatización	201	231.886
R13	Residencial	Iluminación fluorescente	-958	116.313
R14	Residencial	Iluminación LED	-955	890.161
R15	Residencial	Calentador de agua solar	45	373.834
R16	Residencial	Calentador de agua gas condensación	-180	1.705.055
R18	Residencial	Frigoríficos eficientes	-824	1.212.840
R19	Residencial	Hornos eficientes	-1.340	326.949
R20	Residencial	Lavadoras eficientes	-633	597.646
R21	Residencial	Lavavajillas eficientes	-744	473.837
R22	Residencial	Cocina de inducción de alta eficiencia	-617	711.531

¹ Coste relativo es el ratio entre el diferencial de costes unitarios entre la medida y su tecnología de referencia y el diferencial en emisiones unitarias ente estas dos tecnologías.

Resultados detallados

Clave	Sector	Descripción	Coste relativo ¹ (€/TCO2)	Ahorro de emisiones (TCO2)
T01	Transporte	Coche diesel más eficiente	-185	1.555.147
T02	Transporte	Coche eléctrico más eficiente	-84	435.872
T03	Transporte	Coche de gasolina más eficiente	-742	497.048
T04	Transporte	Coche híbrido no enchufable más eficiente	-294	2.667.053
T05	Transporte	Coche híbrido enchufable	-27	943.889
T06	Transporte	Camión diesel euro VII	-354	1.427.599
T07	Transporte	Camión de gas natural licuado	-483	147.726
T08	Transporte	Autobús Euro VII	-602	110.997
T09	Transporte	Autobús eléctrico	1.735	12.680
T10	Transporte	Autobús híbrido	-206	6.329
T10A	Transporte	Coche de gas natural comprimido	-1.295	75.388
T11	Transporte	Tren de pasajeros eficiente	-436	791.746
T12	Transporte	Transporte de mercancías por ferrocarril más eficiente	-425	101.233
T13A	Transporte	Autobús de gas natural	-65	22.365

¹ Coste relativo es el ratio entre el diferencial de costes unitarios entre la medida y su tecnología de referencia y el diferencial en emisiones unitarias ente estas dos tecnologías.

Principales fuentes consultadas



Consultoras y Bancos de Inversión

- European Automotive Industry, Morgan Stanley Research, 2017
- Electric Vehicle Outlook, Bloomberg New Energy Finance, 2017
- Electrifying insights: How automakers can drive electrified vehicle sales and profitability, McKinsey, 2017
- Evidence Lab Electric Car Teardown – Disruption Ahead?, UBS, 2017
- Rethinking Transportation 2020-2030, James Arbib & Tony Seba, 2017.
- Integrated Fuels and Vehicles Roadmap to 2030+, Roland Berger, 2016
- Un modelo sostenible para España en 2050, Deloitte, 2016
- Battery Electric Vehicles vs. Internal Combustion Engine Vehicles, Arthur D. Little, 2016
- Potencial económico de reducción de la demanda de energía en España, Economics for energy, 2011
- McKinsey, Impact of the financial crisis on carbon economics, 2010
- McKinsey, Pathways to a low carbón economy, 2009
- WSP/Parsons Brinckerhoff, Industrial decarbonisation and energy efficiency roadmaps to 2050 – Chemicals, 2015



Organismos Públicos

- Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020, MINETAD, 2017
- Primer Balance energético provisional 2016 y perspectivas 2017, MINETAD, 2017
- Observatorio de los costes del transporte de pasajeros por carretera, Ministerio de Fomento, 2017
- Observatorio de los costes del transporte de mercancías por carretera, Ministerio de Fomento, 2017
- Global EV Outlook, International Energy Agency, 2017
- Riding the Energy Transition: Oil Beyond 2040, International Monetary Fund, 2017
- The EU Environmental Implementation Review Country Report – Spain, Comisión Europea, 2017
- What drives car use in Europe? Joint Research Center European Commission, 2017
- World Energy Outlook, International Energy Agency, 2016
- EU Reference Scenario 2016 Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050, Comisión Europea, 2016
- Cradle-to-Grave Lifecycle Analysis of U.S. Light-Duty Vehicle-Fuel Pathways: A Greenhouse Gas Emissions and Economic Assessment of Current (2015) and Future (2025-2030) Technologies, Argonne, 2016
- Energy efficiency of White Goods in Europe: monitoring the market with sales data, ADEME 2016
- Energías alternativas para el transporte de pasajeros; Ente Vasco de la Energía, 2016
- Observatorio del transporte y la logística en España, Ministerio de Fomento, 2016
- Potencial de ahorro energético y reducción de emisiones de CO2 en la Comunitat Valenciana, Proyecto Episcopes, 2015
- Plan nacional de acción de eficiencia energética 2011-2020, MINETAD, 2011
- Proyecto Sech-Spahousec, Análisis del consumo energético del sector residencial en España, IDAE 2011
- Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, CONUEE, 2010
- Balances de energía final, IDAE 2015

Principales fuentes consultadas



Asociaciones Sectoriales

- Memoria Anual, ANFAC, 2016
- Anuario del sector cementero español, OFICEMEN, 2016
- Hispalyt, informes anuales 2010-2016
- Fertiberia, Informes anuales 2010-2016
- The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025, IRENA, 2016
- Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO2 del parque residencial existente en España en 2020, WWF, 2010
- European Chemical Industry Council – CEFIC, Landscape of the chemical industry, 2017



Artículos Académicos

- Well-to-wheel analysis of greenhouse gas emissions for electric vehicles based on electricity generation mix: A global perspective, Woo, 2017
- Potential for substantial reductions in LDV energy use and GHG emissions, Massachusetts Institute of Technology, 2015
- How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis, Lebeau et. al, 2013
- Lifecycle Analysis Comparison of a Battery Electric Vehicle and a Conventional Gasoline Vehicle, Aguirre et. Al, 2012
- Effects from carbon pricing and anti-leakage policies in selected industrial sectors in Spain, Santamaría y Linares, 2011
- How to triple the impact of energy saving policies in Europe, Ecofys & Fraunhofer ISI; Wesselink et al., 2010
- A fresh look at the costs of reducing US carbon emissions, Turner et al., 2010
- Influencia del impacto de la Eficiencia en la Energía Eléctrica (EEE) en el desarrollo de inversiones de Generación en Chile, Charlín, Watts, 2010
- Sectoral Emission Reduction Potentials and Economic Costs for Climate Change (SERPEC-CC), Wesselink, Deng, 2009
- Input-Output Analysis: Foundations and Extensions; Miller, Blair; 2009
- Technical change and the marginal cost of abatement, Baker, 2008



Bases de Datos

- Series históricas de consumo de productos petrolíferos en España, CORES
- Series históricas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Ministerio de Agricultura Pesca Alimentación y Medio Ambiente
- Series históricas de parque, matriculaciones y bajas de vehículos, Dirección General de Tráfico
- Datos del informe del sector eléctrico 2016, Red Eléctrica de España
- Encuesta continua de hogares, INE
- Indicador de actividad del sector servicios, INE
- Parque de vehículos de gas natural, Gasnam
- Bases de datos públicas de precio y consumo de combustible de vehículos
- Ventas de turismos por modelo en 2016, ANFAC
- Encuestas estructurales por sector económico, INE 2015
- Tablas de insumo-producto, INE 2013
- Publicaciones de recaudación fiscal AEAT, 2015 y 2016
- Indicadores macroeconómicos publicados por Banco de España, 2010-2016
- Estadísticas de producción de bienes manufacturados, PRODCOM – EuroStat.



Contactos:

Carlos Solé

Partner
Economics & Regulation
KPMG in Spain
csole@kpmg.es
Tel.: +34 914513012

Marta Castro

Director
Economics & Regulation
KPMG in Spain
martacastro@kpmg.es
Tel.: +34 914513012



kpmg.es

La información aquí contenida es de carácter general y no va dirigida a facilitar los datos o circunstancias concretas de personas o entidades. Si bien procuramos que la información que ofrecemos sea exacta y actual, no podemos garantizar que siga siéndolo en el futuro o en el momento en que se tenga acceso a la misma. Por tal motivo, cualquier iniciativa que pueda tomarse utilizando tal información como referencia, debe ir precedida de una exhaustiva verificación de su realidad y exactitud, así como del pertinente asesoramiento profesional.

© 2018 KPMG, S.A., sociedad anónima española y miembro de la red KPMG de firmas independientes, miembros de la red KPMG, afiliadas a KPMG International Cooperative ("KPMG International"), sociedad suiza. Todos los derechos reservados.

KPMG y el logotipo de KPMG son marcas registradas de KPMG International Cooperative ("KPMG International"), sociedad suiza.