

CÁTEDRA
BP DE ENERGÍA
Y SOSTENIBILIDAD



Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Informe basado en indicadores

Edición 2019

Observatorio de Energía y Sostenibilidad

Edición 2019

Equipo de redacción

José Bellver, Rafael Cossent, Pedro Linares, José Carlos Romero

Índice

Prólogo del Director y el Coordinador de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad	7
El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España	9
Indicadores energéticos en 2018	11
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2018	17
Origen de las emisiones de CO ₂ en el sector energético español, 2018	17
Balance exergético en el sector energético español, 2018	18
Consumos y emisiones del sector transporte por combustible, modo y dominio	23
Tablas de datos	24
Notas	25

Prólogo del Director y el Coordinador de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad

La Política Energética en España en 2019

En el momento de terminar la preparación de este informe el mundo se enfrenta a una de las mayores crisis desde la Segunda Guerra Mundial, la pandemia por el COVID-19. No podemos comenzar nuestro informe sin dedicar un recuerdo a todas las víctimas, y sin constatar las dramáticas consecuencias que esta crisis va a tener para las economías nacionales, con sus evidentes implicaciones sobre el consumo de energía, y, en una de las pocas notas positivas de esta crisis, sobre nuestro impacto en el planeta. De nuevo, la naturaleza se encarga de recordarnos por una parte nuestra fragilidad, y por otra, nuestra capacidad de acción, positiva o negativa, sobre la sostenibilidad planetaria.

El año 2019 en España ha sido, tras el cambio de orientación de 2018, un año relativamente inhábil en materia de política energética y ambiental. La principal razón ha sido el hecho de que, durante la mayor parte del año, desde el 5 de marzo en que se disolvieron las Cortes hasta el 7 de enero de 2020 no hemos podido contar más que con un gobierno en funciones. En cualquier caso, sí ha habido algunos desarrollos políticos y regulatorios de interés que se comentarán más adelante.

A nivel global, la situación ha sido relativamente parecida. La COP25, celebrada en Madrid bajo la presidencia de Chile fue un éxito de organización, pero no supuso avances sustanciales en la operativización del Acuerdo de París. Los dos grandes retos para esta reunión eran la concreción del artículo 6 del Acuerdo, es decir, el intercambio de esfuerzos de reducción entre países; y el aumento de la ambición de cara a la revisión de las Contribuciones Nacionales (NDC) que debe presentarse en la próxima COP de Glasgow. Desgraciadamente, en ninguno de los ámbitos se logró ningún avance. En el primer caso, esto no supone necesariamente un problema, dado que un desarrollo no apropiado del Artículo 6 podría ser muy contraproducente para la lucha contra el cambio climático (si se permite la doble contabilidad, o peor aún, la falta de integridad climática). Además, hay que recordar que no es necesario el artículo 6 para ya acoplar mercados de emisiones regionales. En el segundo, sí refleja una desconexión creciente entre las demandas de los científicos y de algunos sectores de la sociedad, y la voluntad política (tras la que seguramente está una parte mayoritaria de la sociedad), así como los límites del enfoque multilateral para adoptar políticas ambiciosas más allá de las palabras. Habrá que esperar a Glasgow para confirmar si avanza el proceso internacional de lucha contra el cambio climático o si se estanca.

A estos pocos avances también se suma la materialización de un hecho largamente anunciado. En noviembre de 2019, EEUU notificó formalmente su intención de retirarse del Acuerdo de París; una salida que previsiblemente se completará hacia finales de 2020. Por otra parte, y como elemento de optimismo, hay que señalar que la COP sirvió como plataforma para que, al fin, algunas de las principales compañías petroleras del mundo anunciaran cambios significativos en su estrategia a futuro, con



Pedro Linares



Rafael Cossent

compromisos específicos y ambiciosos de descarbonización. Desgraciadamente, y aunque estos cambios son muy bienvenidos, hay que limitar el optimismo al hecho de que las compañías que los han anunciado representan un porcentaje muy limitado de la producción de petróleo a nivel global.

En Europa, en todo caso, sí hay avances independientemente del contexto global. El European Green Deal presentado el 11 de diciembre, y que ya ha comenzado a desarrollarse en los primeros meses de 2020, trata de sentar las bases para lograr la neutralidad climática de la economía europea en 2050. Para ello plantea la aprobación, en primer lugar, de un reglamento que consolide estos objetivos de descarbonización, y el establecimiento de un fondo de transición justa, cuya misión parece ser convencer a los países más reacios a incorporarse a la transición. En próximos meses se irán concretando las medidas concretas, y, sobre todo, la financiación necesaria. Sin embargo, todavía falta por definir algunos aspectos más débiles: el tratamiento del comercio y la competitividad exterior, y relacionado, la falta de un marco que promueva realmente la innovación en la que debería basarse la competitividad europea.

Asimismo, continuando con la actividad a nivel europeo, a mediados de 2019 finalmente se completó la aprobación del paquete de Energía Limpia, tras un largo proceso que comenzó en noviembre de 2016. Los documentos cuya aprobación y publicación en el diario oficial de la Unión Europea quedaba pendiente eran la Directiva sobre el mercado interior de electricidad, así como los Reglamentos de mercado eléctrico, preparación frente a riesgos en el sector eléctrico y el Reglamento que refuerza el papel de ACER como regulador europeo. Tras esta aprobación, los Estados Miembros disponen de hasta dos años para realizar las correspondientes transposiciones nacionales.

Finalmente, en España, a pesar de la situación de interinidad del Gobierno, también ha habido, como decíamos antes, desarrollos de interés. El primero tuvo lugar en enero, con la estupenda noticia de la devolución a la CNMC de las competencias para elaborar una metodología de cálculo de peajes de red, y de retribución a los sectores regulados. La devolución de las competencias suponía resolver una anomalía a nivel europeo, así como aumentar la independencia de estas cuestiones de los ciclos políticos, algo demasiado frecuente en nuestra historia. Esta devolución de competencias se tradujo en la publicación, a lo largo de 2019, de las propuestas de circulares correspondientes, hasta ocho diferentes relacionadas con estos aspectos, para su consulta pública.

Una de las últimas circulares en ser aprobada, ya a comienzos de 2020, es la circular que establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad. Por

una parte, creemos que, la elaboración de la metodología aporta seguridad y estabilidad, algo muy deseable en el sistema. Ahora bien, creemos que todavía hay recorrido para modernizar la forma en la que se determina la retribución a los operadores y en la que se asignan los costes a los consumidores. Confiamos en que los próximos años muestren avances en este sentido. Igualmente, los peajes de red reflejan únicamente los costes de transporte y distribución, siendo los cargos, que han de recuperar el resto de los costes regulados, responsabilidad del Ministerio. Sin embargo, la metodología para el cálculo de los cargos del sistema eléctrico aún no está definida. El único avance en este sentido fue la consulta pública previa a la elaboración del real decreto correspondiente que se llevó a cabo en la primera mitad de 2019.

En febrero se sometieron a consulta pública tanto el Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). Como ya decíamos el año pasado, son documentos fundamentales para avanzar en la consecución de un modelo energético sostenible para España. El Anteproyecto ya ha sido sometido a consulta del Consejo Asesor de Medio Ambiente, y su tramitación parlamentaria estaba previsto que comenzara el primer trimestre de 2020. Algunas de las deficiencias que identificábamos en versiones anteriores, como la ausencia de un comité independiente, parecen haberse corregido... aunque no la fundamental, como es la introducción de la fiscalidad ambiental, esencial en una ley con este alcance, o el excesivo detalle en algunos artículos de la Ley, que seguramente se volverán obsoletos muy pronto. En cualquier caso, confiamos en que, con generosidad por parte del gobierno, y responsabilidad por parte de la oposición, se logre una aprobación unánime de una Ley tan esencial.

El PNIEC también sufrió modificaciones tras la consulta pública, y en diciembre se sometió a consulta la evaluación ambiental estratégica asociada, con lo que el proceso puede darse por finalizado. El PNIEC ha sido muy bien valorado por la Comisión Europea por su nivel de ambición y tratamiento minucioso de todos los sectores. Ahora el reto es desarrollar políticas eficaces para cumplir los objetivos, en particular en los sectores del transporte y edificación, y ser capaz de movilizar las inversiones necesarias, así como para lograr convertir la oportunidad de la descarbonización en un mayor desarrollo económico para nuestro país, algo para lo que será esencial contar con políticas de innovación inteligente que garanticen la competitividad de la economía española.

En abril se publicó el Real Decreto 244/2019, que básicamente consolidaba la eliminación del conocido como "impuesto al sol" para las instalaciones superiores a 10 MW, y simplificaba los trámites administrativos y algunos requisitos técnicos para las instalaciones de autoconsumo de pequeña potencia. Además, se introducía la compensación económica de los excedentes (algo todavía pendiente de desarrollo normativo) y se reconocía el derecho al autoconsumo compartido, aunque continúa pendiente de desarrollo la implantación de coeficientes de reparto dinámicos para esta modalidad de autoconsumo. Como ya decíamos el año pasado, creemos que esta norma sigue teniendo problemas de falta de señales eficientes, en tanto no se corrija la estructura

de tarifas. Más aún, el estímulo que supone, tanto a nivel normativo como mediático o financiero (con ofertas de hipotecas para autoconsumo) podría generar importantes riesgos para los inversores, si las tarifas pasan a diseñarse de forma correcta.

En noviembre se publicó el RDL 17/2019 que establecía la tasa de rentabilidad razonable para las instalaciones renovables, cogeneración y residuos instaladas antes de la moratoria para los próximos 12 años, fijándola en un 7,4%, y reduciéndola a un 7,1% para las nuevas instalaciones. Esta medida pretende dar seguridad jurídica a las instalaciones, y corregir los perjuicios del cambio regulatorio anterior. Aunque cabe preguntarse si, en un contexto de muy bajos tipos de interés, no puede estar generando una sobrerretribución para aquellas instalaciones que se hayan refinanciado a estos bajos tipos de interés tras la reforma.

En los primeros meses del año 2020 el Gobierno presentó un borrador de Estatuto de Consumidores Electrointensivos, que trata de resolver los problemas de competitividad a nivel europeo de esta industria. Para ello plantea un aumento de la compensación por costes indirectos de CO₂, una compensación parcial de los cargos del RECORE y de las extrapeninsulares, y el fomento de contratos a largo plazo. Sin embargo, y aunque la garantía por parte del Estado de los PPA es una buena idea, y también parece positivo asociar estas ayudas a la mejora de la eficiencia energética, no parece que el conjunto de estas medidas vaya a lograr reducir significativamente el diferencial de precios y por tanto lograr su objetivo.

Este objetivo de reducción de la factura energética de la industria se ha vuelto más acuciante tras la última subasta del servicio de interrumpibilidad, en la que continuaron cayendo tanto la potencia asignada como el precio al que se retribuye dicha potencia. Asimismo, continúa pendiente la aprobación de un reglamento de redes cerradas; otra de las reivindicaciones históricas de los grandes consumidores industriales. Pese a que el RDL 20/2018 modificaba la Ley del Sector Eléctrico para permitir las redes de distribución cerradas y concedía un plazo de seis meses para su desarrollo reglamentario, la convocatoria de elecciones generales para la primavera de 2019 impidió su aprobación. En nuestra opinión, este reglamento debería servir para resolver posibles situaciones anómalas y evitar costes de red innecesarios, pero no servir simplemente para lograr reducciones de costes únicamente derivadas de cambios en las categorías tarifarias gracias a la conexión a un nivel de tensión superior.

Finalmente, próximamente debería publicarse, cuando lo permita la crisis provocada por el COVID-19, la estrategia española de descarbonización a largo plazo (2050), que completa, junto con la Ley y el PNIEC, el marco para la descarbonización y la transición energética de la economía española. Confiamos que este marco permita un desarrollo normativo que, mediante medidas concretas, efectivas y eficientes, logre al fin hacer evolucionar al sector energético español hacia ese futuro sostenible que siempre defendemos desde la Cátedra.



El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Presentación

Es una satisfacción para la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad presentar la decimotercera edición de su Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, una de las actividades principales de la Cátedra. La Cátedra BP es una iniciativa conjunta de la Universidad Pontificia Comillas y BP España, en la que ambas instituciones reflejan su prioridad al considerar la consecución de un modelo energético sostenible como uno de los mayores retos a los que se enfrenta la humanidad. La misión de la Cátedra es promover el debate público mediante estudios y acciones formativas y de divulgación en este ámbito.

La disponibilidad de energía constituye uno de los motores principales del desarrollo, por lo que resulta imprescindible garantizar su acceso a toda la población en condiciones económicamente apropiadas y de forma eficiente, especialmente a aquellos que no disponen de acceso a formas avanzadas de energía. Por otro lado, el uso predominante de recursos fósiles en la producción de energía representa una de las principales amenazas para la sostenibilidad del planeta por sus efectos sobre el cambio climático. Esta falta de sostenibilidad del modelo energético actual ha sido insistentemente señalada por las principales instituciones relevantes, tanto de ámbito mundial como europeo. Es imprescindible pues avanzar hacia un modelo energético más sostenible.

La Cátedra BP considera que un modelo energético sostenible es aquel que contribuye al bienestar de la humanidad, mientras preserva los recursos ambientales o institucionales, y contribuye a su distribución de forma justa. Esto se traduce en la práctica en un modelo energético compatible con la protección del medio ambiente, con precios de la energía asequibles que reflejen adecuadamente los costes incurridos y que facilite el acceso universal a formas modernas de energía e impulse la innovación.

Objetivos

El primer paso para avanzar hacia este modelo sostenible es ser conscientes de la situación actual, tanto a escala global como en España. En este marco, la Cátedra BP considera esencial contribuir al debate público mediante el seguimiento y análisis de los principales indicadores de energía y su sostenibilidad en España, tanto para seguir su evolución como para formular recomendaciones de mejora de la sostenibilidad del modelo energético español. Para ello se elabora este Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, publicado por primera vez en el año 2004 y de manera anual desde 2009.

Metodología

En el Observatorio se distinguen tres tipos de indicadores: en primer lugar, las variables exógenas de ámbito mundial; estas son las variables que condicionan el consumo de energía y su

impacto en la sostenibilidad a nivel global, tales como el crecimiento de la población o el desarrollo de la economía, los precios de los recursos energéticos, las reservas de combustibles agotables, o la población sin acceso a la energía. En segundo lugar, se encuentran las variables exógenas de ámbito español: la población, la actividad económica, la construcción de infraestructuras, y el clima. Ambos tipos de variables exógenas (drivers) condicionan finalmente el tercer tipo de indicadores mencionado anteriormente: las variables endógenas. Estas son principalmente las siguientes: el consumo de energía agregado y por sectores, las emisiones de CO₂ asociadas a ese consumo, el balance exergético obtenido aplicando a cada flujo energético una eficiencia exergética media en función de las tecnologías empleadas en los servicios finales, y las transacciones económicas que se producen en el sector energético como resultado de las actividades que en él se desarrollan.

Los tres primeros grupos de variables endógenas se presentan respectivamente en tres diagramas de Sankey, que proporcionan de manera gráfica una información muy valiosa sobre los flujos de energía, las emisiones de CO₂, y el balance exergético, asociados al sector energético español. Pasadas ediciones de este informe también representaban los flujos económicos, tanto monetarios como considerando los costes externos, en forma de diagramas de Sankey. No obstante, la baja frecuencia de actualización de algunas de las estadísticas necesarias para esta representación hacía que las estimaciones no fueran todo lo precisas que deseáramos, sobre todo en lo que se refiere a la descomposición de los flujos económicos. Por estos motivos, en la presente edición se ha simplificado el formato de presentación de esta información para focalizar el análisis sobre las variables económicas más relevantes. Para ello, se utilizan datos sobre gastos y valor añadido de los subsectores energéticos publicados por el INE.

En general se ha escogido un formato muy simple en la presentación de cifras energéticas. Los datos pueden ser consultados de forma detallada en las tablas disponibles en la web de la cátedra (<http://www.comillas.edu/es/catedra-bp-de-energia-y-sostenibilidad/presentacion>).

Al igual que el año pasado, se ha elaborado un escenario contrafactual, que nos permite estimar los consumos de energía y emisiones que hubieran tenido lugar en un hipotético año hidrológico y meteorológico medio. Esto nos permite analizar la evolución de los indicadores independientemente de elementos meteorológicos no controlables, lo que consideramos de gran interés dada la gran importancia de la producción hidrológica en el sistema energético español.

No obstante, este escenario no captura el efecto de otro factor no controlable y relevante como es la actividad económica. Por este motivo, este año hemos introducido, como novedad, un segundo escenario contrafactual que nos permite aislar el impacto de la actividad económica de otros factores. Más concretamente, se ha descompuesto la variación de las emisiones de CO₂ según cuatro elementos: la eficiencia energética, la intensidad de car-

bono, el efecto estructural (el cambio en el peso de los distintos sectores en la economía), y el nivel de actividad económica. Gracias a este segundo escenario contrafactual podemos aislar y sustraer el impacto de variaciones en la actividad económica sobre las emisiones de CO₂ y así identificar si las variaciones en las emisiones se deben o no a cambios genuinos en la sostenibilidad del sistema energético español.

Una novedad adicional introducida en esta edición respecto a años anteriores, es una tabla con información más pormenorizada de los consumos y emisiones asociadas al sector del transporte en España. Esta información ha sido tomada de un informe todavía no publicado y elaborado por el centro de investigación

Economics for Energy sobre estrategias para la descarbonización del transporte en España. Creemos que esta información es relevante debido a que, como todos los años recalcamos, el transporte debería ser un sector fundamental para la política energética.

Finalmente, hay que señalar que este informe 2019 recoge en sus tablas y figuras los datos correspondientes al año 2018, que son los últimos oficialmente disponibles en España para indicadores energéticos y de emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2018. En el caso de algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2017.

Indicadores energéticos en 2018

El consumo de energía primaria global creció un 2,9% entre 2017 y 2018, en línea con lo sucedido los últimos años. En el mismo período, el consumo de energía primaria en la UE-15 descendió un 0,4%, lo que representa un cambio de tendencia respecto a años anteriores. En España, en cambio, se observó un incremento del 1%. Entre los años 2017 y 2018, la fracción de la energía primaria mundial que se consume en la OCDE ha seguido descendiendo, situándose en torno al 40,9% a finales de 2018. Asimismo, el consumo de energía primaria en España se situaría a niveles similares, aunque todavía algo inferiores, a los de 2008, al comienzo de la crisis económica.

El consumo de energía primaria per cápita en el mundo creció ligeramente entre 2017 y 2018, al igual que en el conjunto de los países OCDE (0,9%), consolidando el cambio de tendencia que aconteció en 2017 en estos países. En cambio, el consumo per cápita descendió en la UE-15 un 0,7%. Al contrario, en España este indicador creció un 0,6%.

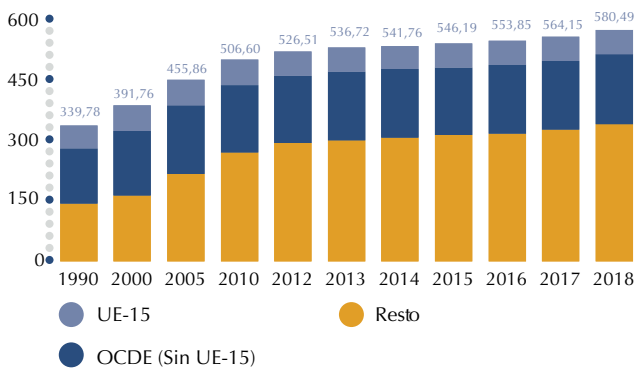
En cuanto a la intensidad energética primaria, se observa una reducción entre 2017 y 2018 en la media mundial (0,7%) y en

los países de la OCDE (0,9%). La tendencia a la baja fue similar en el área UE-15, con un descenso del 2,2%, y en España, con una bajada del 1,3%.

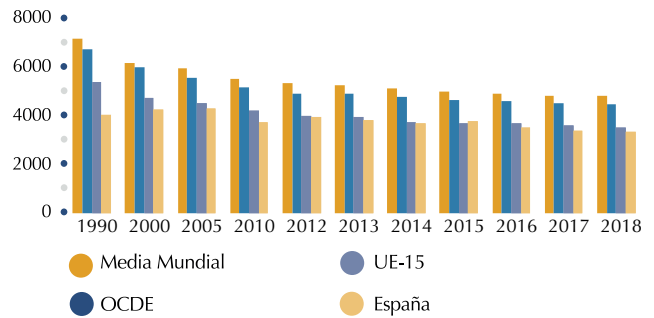
El hecho de que el descenso de la intensidad energética primaria en España fuera inferior al de la UE-15 en el año 2018 hizo aumentar la brecha existente entre España y el resto de los países europeos, cambiando la tendencia de los dos últimos años. Este indicador en España permanece un 15% por encima de la media UE-15. Entre los años 2000 y 2018, la intensidad energética primaria en la UE-15 se redujo en más de un 22% mientras que en España esta reducción fue ligeramente inferior a ese 22% (medida en euros constantes de 2011 PPA).

En relación al consumo de energía final, este indicador creció un 3,1% en 2018 respecto a 2017, manteniéndose pese a ello más de un 11% por debajo del consumo de energía final observado en 2008. Por tanto, en el año 2018 en España ha crecido tanto el consumo de energía primaria como el de energía final, siendo mayor el segundo. Asimismo, ha descendido la intensidad

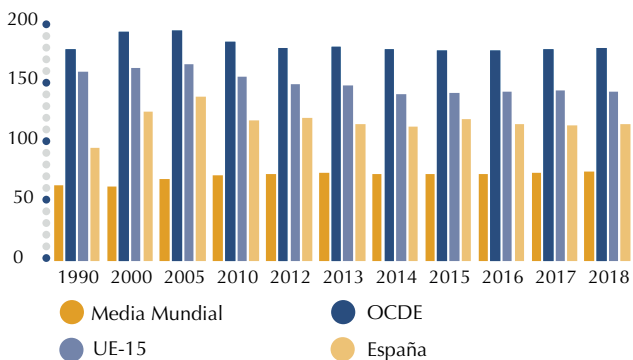
Consumo Total de Energía Primaria EJ



Intensidad energética primaria GJ/Millón \$ Constantes 2011 PPA

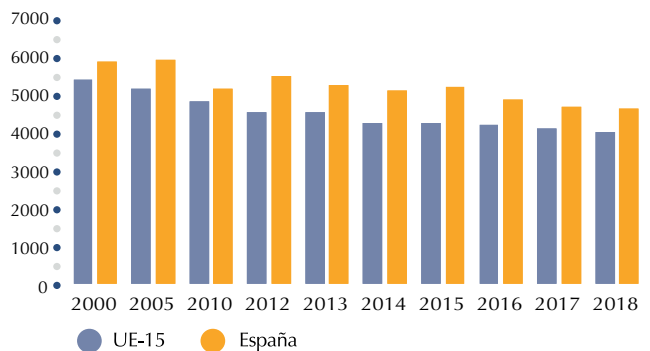


Consumo de Energía Primaria per Cápita GJ/hab



Energía Primaria por PIB - Intensidad Energética

GJ/Millón € constantes 2015



energética primaria (1,3%), mientras que aumentó ligeramente la intensidad energética final (0,77%).

Este crecimiento significativamente mayor de la energía final en comparación con el de la energía primaria se explica en parte por los cambios observados en la matriz energética primaria. Pese al aumento del petróleo en el mix primario (2,8%), se produjo un ligero descenso del gas natural (0,6%) y una abrupta caída del carbón (13,1%). La energía nuclear redujo su presencia en un 4,3%. En cambio, las energías renovables aumentaron un 11,6%, fundamentalmente debido a un gran aumento de la energía hidráulica, que, junto con incrementos más moderados de los biocarburantes y la energía eólica, compensaron las bajadas de la biomasa y la solar.

Las energías renovables tuvieron un peso del 9,2% en el mix primario y de aproximadamente el 39% sobre la producción de electricidad en 2018, siendo ambos porcentajes superiores a los de 2017 (8,3% y 33% respectivamente). La mayor contribución sigue correspondiendo a eólica e hidráulica. Esta última superó en 2018 a la energía solar debido a una caída de esta última de casi un 15% y al fuerte aumento de la hidráulica (87,4%).

Si el año 2018 hubiera sido un año hidrológico y climatológico medio, esto se habría traducido en un consumo de energía primaria un 1,26% superior, esencialmente debido a la sustitución de hidráulica por carbón en el mix primario, y un consumo de energía final prácticamente idéntico, con un aumento del 0,04%. Este aumento se debe principalmente al efecto de la temperatura sobre la demanda térmica, que aumentó un 0,4% debido a que 2018 fue un año más frío que la media (experimentó un 10% más de grados día de calefacción con respecto a un año tipo).

En este escenario contrafactual, las energías renovables hubieran reducido su participación en usos finales en un 5,3%, y más de un 8% en generación eléctrica. A la hora de analizar esta comparación, es importante tener en cuenta que, mientras que

el año 2018 tuvo una aportación hidráulica excepcionalmente alta, en el año 2017 ocurrió exactamente lo contrario; es decir, este año presentó una hidráulica muy inferior a la media. Por este motivo, se aprecian grandes cambios al comparar 2018 y 2017, mientras que las comparaciones entre el 2018 real y el escenario contrafactual muestran variaciones menores.

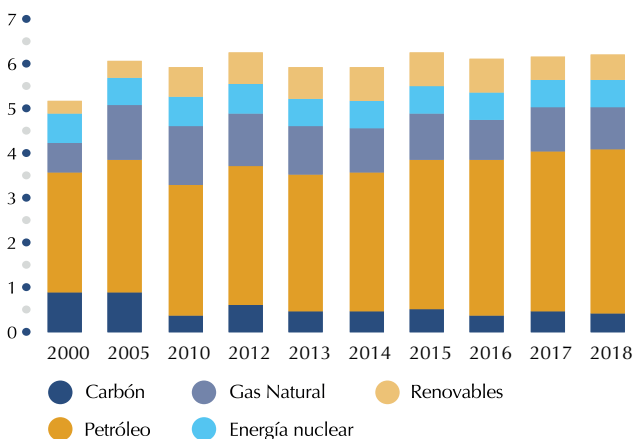
En relación a los flujos energéticos, tanto las importaciones como las exportaciones se mantuvieron prácticamente constantes, con ligeros aumentos del 0,02% y del 0,95% respectivamente. Crecieron las importaciones de petróleo tanto crudo (2,5%) como derivados (2,8%), mientras que descendieron las de gas natural (0,8%) y de carbón (12,8%). El peso del carbón importado sobre el total del consumo de energía primaria correspondiente al carbón se mantuvo en torno al 87% en 2018.

Estos cambios se debieron, por un lado, al descenso del gas y el carbón en la producción de electricidad gracias a la alta hidráulica. Por otro lado, la subida de las importaciones de crudo y derivados, dado que las exportaciones de derivados permanecieron prácticamente constantes, con una subida de apenas el 0,08%, se debió principalmente al incremento de los consumos finales en todos los sectores, siendo el sector transporte el que más aumentó la demanda en términos absolutos. Este aumento de la demanda en forma de derivados del petróleo fue satisfecho, por un lado, gracias al aumento de las importaciones de derivados, y, por otro, mediante un aumento de la actividad del refino en 2018.

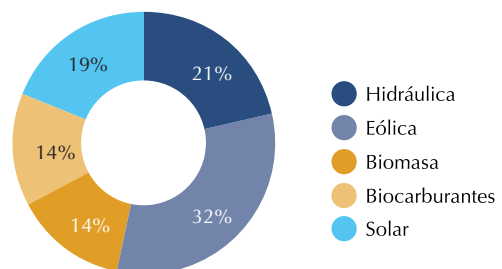
En su conjunto, la dependencia energética de España respecto del exterior apenas muestra signos de mejora y se mantiene en un 89%. Un año hidrológico y climatológico medio hubiera resultado en un incremento de la dependencia energética del 1,05%, lo que nos situaría aún más por encima de la media europea.

En cuanto al análisis sectorial, cabe destacar que la demanda del sector transporte ha mantenido una senda ascendente en 2018. El transporte de mercancías en su conjunto aumentó más de un 3,6%, fundamentalmente por un crecimiento del transporte de

Consumo de Energía Primaria en España E_j



Composición de Energías Renovables en Energía Primaria



mercancías por carretera del 3,6%. Este modo de transporte aún representa más del 92% del total del transporte de mercancías.

De igual manera, el transporte de pasajeros en 2018 creció un 3,1% respecto a 2017. De hecho, la movilidad de pasajeros aumentó para todos los modos de transporte. En términos relativos, el mayor crecimiento lo experimentó el ferrocarril con un aumento del 9,3%. No obstante, el transporte de pasajeros por carretera, con un aumento del 2,5% en términos relativos, experimentó el mayor crecimiento en términos absolutos. Este modo de transporte sigue representando casi el 86% del total. El transporte sigue siendo el sector que más energía consume (casi el 22% del consumo total de energía primaria o en torno al 39% de la energía final) y el que más emisiones de CO₂ causa (cerca del 24% del total de emisiones y casi el 46% una vez descontadas las emisiones asociadas a los autoconsumos, las pérdidas y las

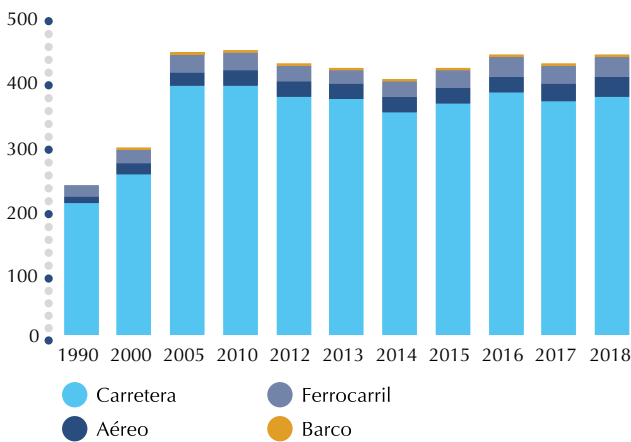
exportaciones). Por tanto, este sector sigue siendo prioritario en cuanto al diseño de una política energética sostenible.

Las emisiones globales de CO₂ aumentaron en el año 2017 un 1,31% respecto a 2016¹, manteniéndose por encima de los 32 mil millones de toneladas. En cambio, en el conjunto de los países de la OCDE las emisiones descendieron un 0,3%, siendo el descenso de las emisiones mayor en la UE-15 (0,63%) que en el resto de los países de la OCDE (0,21%). Respecto al año 2000, las emisiones de CO₂ por uso de energía han subido globalmente un 41%, mientras que en los países desarrollados éstas han disminuido (7,6% en la OCDE y 17,7% en la UE-15).

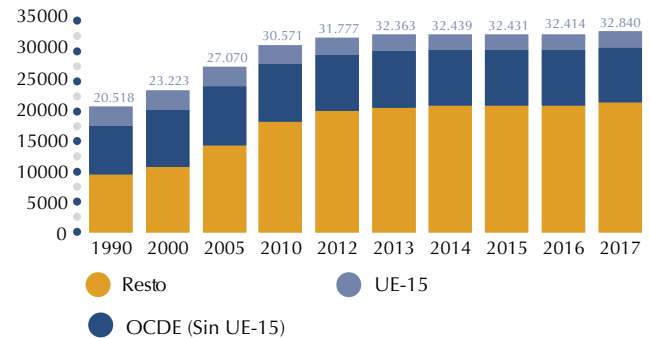
En 2017, las emisiones de CO₂ per cápita en los países OCDE (8,93 tCO₂/habitante) y el nivel medio global (4,37 tCO₂/habitante) continuaron en proceso de convergencia. Las emisiones

Movilidad interior de viajeros en España

Miles de millones de viajeros-km

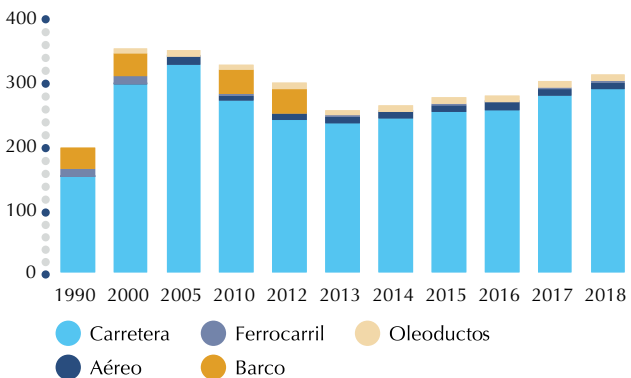


Emisiones de Mt CO₂

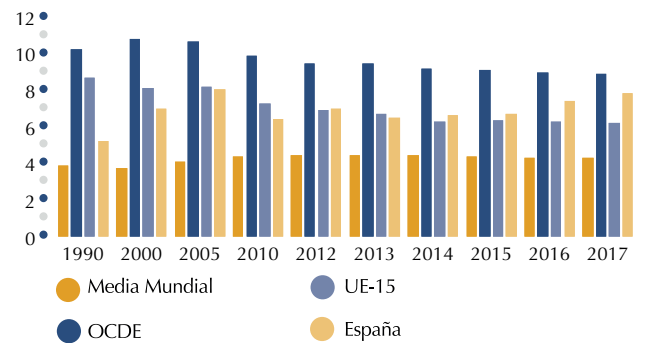


Movilidad interior de mercancías en España

Miles de millones de t-km



Emisiones de CO₂ per Cápita t CO₂/Hab



¹ Los últimos datos de emisiones de CO₂ a nivel mundial disponibles en el momento de escribir este Observatorio son los del año 2016. El caso español en 2017 se discute en mayor detalle más adelante.

en la UE-15 y España se situaron entre esos dos valores (6,23 y 7,84 tCO₂/habitante respectivamente).

Globalmente, en 2017 la reducción de la intensidad de las emisiones (emisiones/PIB) fue del 2,3%. En el mismo período, la reducción de este indicador fue similar en el conjunto de la OCDE y la UE-15 (2,8% y 2,9% respectivamente), mientras que en España se produjo un aumento del 2,8%.

Analizando el caso español en el año 2018 en mayor detalle, las emisiones de CO₂ imputables al consumo de energía primaria (neto de exportaciones) apenas aumentaron en un 0,1%, manteniéndose en torno a los 300 millones de toneladas. Las emisiones per cápita en 2018 en cambio descendieron un 0,4%, al igual que la intensidad de las emisiones (por unidad de PIB), que disminuyó un 2,3% en 2018. En definitiva, puede decirse que el sector energético español, pese a un ligerísimo aumento de las emisiones totales, experimentó una mejora en varios de sus indicadores de emisiones en el año 2018.

Las emisiones de CO₂ asociadas a energía primaria en 2018, sin descontar las exportaciones, se mantuvieron prácticamente constantes respecto a 2017, con un crecimiento de apenas un 0,03%. El aumento del consumo de energía final y las importaciones de petróleo y derivados se vieron compensados por una mayor aportación de las energías renovables al mix primario, especialmente la hidráulica.

De nuevo, si el año 2018 hubiera sido climatológicamente medio, las emisiones habrían aumentado en comparación con lo que realmente ocurrió. Este incremento sería de aproximadamente 7,8Mt, que podrían ser consideradas como consecuencia de factores no controlables.

Por otra parte, la reducción de emisiones experimentada a nivel agregado en España puede explicarse a partir de distintos factores, no únicamente relacionados con el tipo de combustibles empleados. Para analizar esto, como se comentaba al inicio del informe, se ha elaborado un segundo escenario contrafactual. Así, es posible descomponer la reducción en cuatro elementos: la mejora de la eficiencia energética, la intensidad de carbono, el efecto estruc-

tural (el cambio en el peso de los distintos sectores en la economía), y el nivel de actividad económica. El aumento de actividad económica experimentado en 2018 hubiera supuesto un aumento de emisiones de unos 18 MtCO₂, pero fue compensada fundamentalmente por la reducción de la intensidad de carbono de la economía, a la que se podría atribuir una reducción de 15 MtCO (que incluye tanto la mayor producción hidráulica como otros cambios en la intensidad de carbono), y también, por el efecto estructural, que supuso una reducción del peso de los sectores más intensivos en carbono, y a la que se atribuye una reducción de unas 10 MtCO₂. El empeoramiento de la intensidad energética hubiera supuesto 1,5 MtCO₂ más de emisiones.

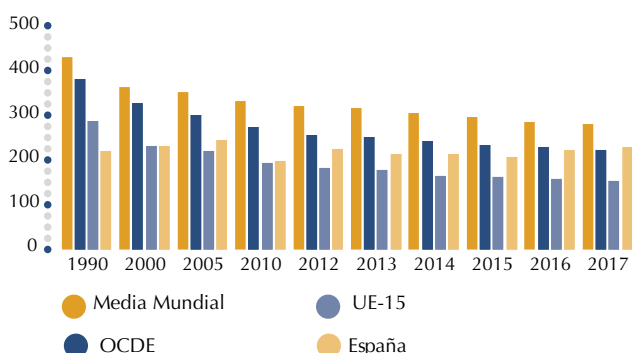
Debido al alto grado de dependencia energética del exterior mencionado anteriormente, y pese a que el alto nivel de diversificación de suministradores de gas natural y petróleo mitiga mucho los riesgos de esta dependencia, el sector energético, y por consiguiente también la economía española, siguen expuestos a un importante riesgo de precio de estos combustibles.

En el año 2018 continuó creciendo la factura energética española, aunque de manera mucho más moderada que en 2017. Los gastos del sector energético crecieron en 2018 un 0,4% con respecto a 2017. Esta subida está principalmente causada por el aumento del consumo energético, y el ascenso prácticamente generalizado de los precios de las materias primas y los precios finales ocurrido entre 2017 y 2018.

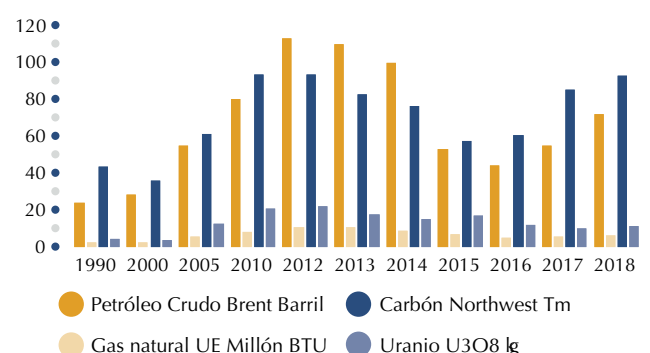
Este aumento de los precios ha tenido un impacto generalmente negativo sobre el valor añadido del sector energético español, que cayó un 7%. No obstante, el subsector del refino es uno de los que mejor ha soportado esta situación gracias a haber mantenido el nivel de exportaciones y al aumento de la demanda interna de derivados. Por estas razones, el subsector de refino de petróleo aumentó su valor añadido un 1,75% en 2018.

El precio del barril de crudo Brent creció casi un 32%, el gas natural en el mercado europeo (tomando el mercado alemán como referencia) subió casi un 18% hasta los 6,62US\$ por millón de BTU, y el precio medio de la tonelada de carbón

Emisiones de CO₂ por PIB - Intensidad de Emisiones
t CO₂/millón \$ constantes 2011 PPA



Precios de los recursos energéticos
Dólares corrientes por unidades respectivas



(91,8US\$) aumentó más de un 8%. Es de destacar la diferencia con el precio del gas natural en EE.UU., donde el precio medio del Henry Hub durante 2018 fue significativamente menor (3,13US\$/Millón BTU); o con el de en Japón, donde el precio medio del gas natural licuado fue sensiblemente mayor (10US\$/Millón BTU).

Este ascenso ha tenido un claro impacto sobre los precios finales (medido a partir del índice compuesto de precios de la Agencia Internacional de la Energía), tanto en Europa como en el conjunto de los países de la OCDE. En España se produjo un aumento algo inferior al del resto de Europa. Este indicador crecía un 8,5% en el conjunto de la OCDE, un 7,9% en Europa y un 5,7% en España. Gracias a esto, el promedio de los precios finales en 2018 en España fue inferior al del resto de países de la OCDE y en Europa.

Tras un 2017 en el que los precios finales de la electricidad mostraron ligeros descensos, éstos experimentaron subidas generalizadas en 2018. Estos aumentos fueron superiores en España en comparación con la media de la UE-28. En el caso del sector residencial, los precios aumentaron un 8,6% en España y un 2,6%

en la UE-28. Igualmente, los precios de la electricidad para los consumidores industriales crecieron un 11,7% en España y un 3,8% en la UE-28.

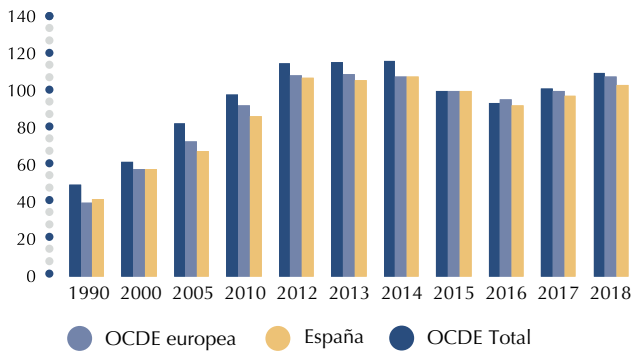
De igual manera, los precios del gas experimentaron un ascenso generalizado en 2018, lo que representa un cambio de tendencia respecto a los últimos años. En la UE-28, este aumento fue del 2,9% y 7,0% para los sectores residencial e industrial respectivamente, mientras que en España el aumento fue del 0,5% y el 9,3% para consumidores domésticos e industriales respectivamente.

Los precios de los derivados de petróleo en España crecieron en línea con el ascenso de los precios internacionales del crudo, pero se mantienen por debajo de la media de UE-28, fundamentalmente por la menor fiscalidad española.

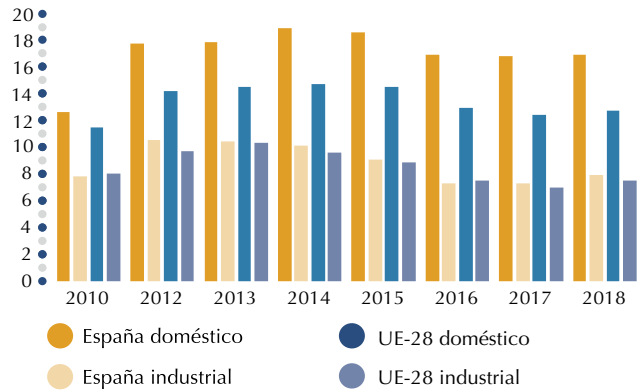
El precio promedio del CO₂ en el marco de referencia del European Trading Scheme (ETS), experimentó un ascenso muy significativo desde los 5,83€/t, hasta los 15,88€/t en 2018, acercándose a los valores máximos históricos.

Índice de precios "Total Energy" real de la IEA

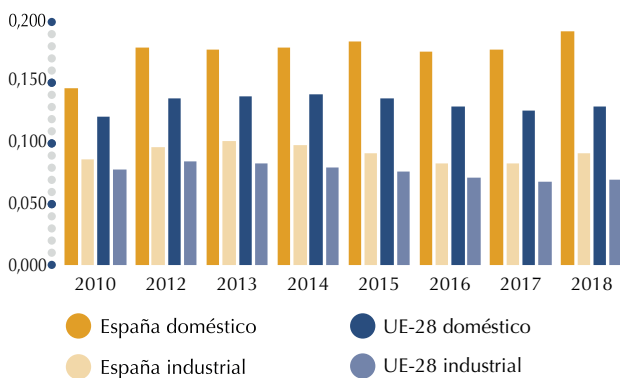
Valor relativo, año base 2015 = 100



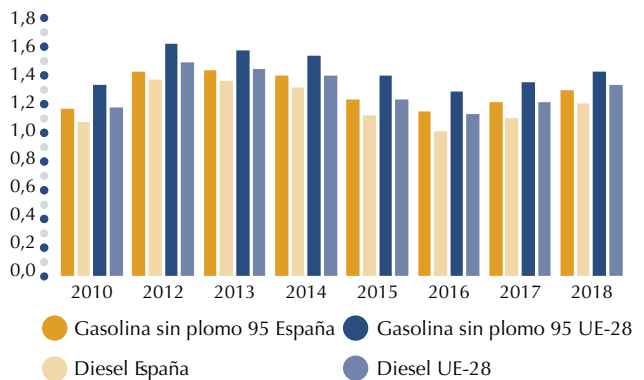
Precios del Gas Natural € corrientes/GJ sin impuestos



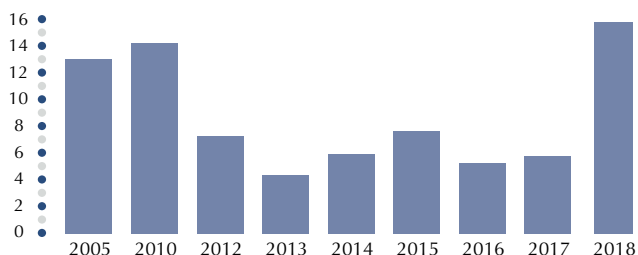
Precios de la Electricidad € corrientes/kWh sin impuestos



Precios de los Carburantes € corrientes/l con impuestos



Precio medio ponderado anual del CO₂ en Europa €/tCO₂



Finalmente, y al igual que en el informe del año pasado, es interesante llamar la atención sobre la relevancia de los costes externos debidos a la contaminación por CO₂, SO₂, NO_x y partículas. Los costes externos del sector se sitúan en un orden de magnitud similar a su valor añadido, y suponen un 1,6% del PIB español. El subsector que más costes externos genera es el del transporte, pese a que sus externalidades disminuyeron un 4,55% respecto a 2017. Igualmente, las externalidades del sector eléctrico cayeron un significativo 18% respecto a 2017 debido principalmente a la sustitución de carbón por hidráulica en la producción de electricidad.

Asimismo, pese a que redujeron su peso respecto al total, la gran mayoría de los costes externos provinieron de los contaminantes tradicionales (SO₂ y NO_x). Otra cuestión son las consecuencias a largo plazo de las emisiones: los contaminantes tradicionales tienen una vida mucho menor, y por tanto las mejoras posibles pueden ser más rápidas. En todo caso, y al igual que ya se señalaba en años anteriores, parece evidente la necesidad de concentrar los esfuerzos, en el corto plazo, en la reducción de contaminantes tradicionales, sin perder de vista en el medio y largo plazo la imprescindible reducción de emisiones de CO₂.

En último lugar, analizando los flujos exergéticos correspondientes al sector energético español en 2018, resulta interesante evaluar el efecto sobre los usos finales. En 2018, tan solo un 14% del total de la exergía que llegó a los tres sectores de usos finales resultó en trabajo útil. Si se desagrega este dato por sectores se obtiene que en el sector terciario solo el 9% de la exergía final es directamente transformada en trabajo útil, en el sector industrial ese porcentaje aumenta al 14% y en el de transporte alcanza el 18%. Este dato pone de manifiesto que existe un gran margen de mejora en la eficiencia de los usos finales energéticos, tanto desde las tecnologías que se utilizan como desde las fuentes primarias empleadas.

En vista de estos indicadores, puede decirse que el año 2018 el sistema energético español ha mostrado una evolución, desde la perspectiva de la sostenibilidad energética, irregular respecto a 2017. A pesar del descenso de la intensidad energética primaria y la intensidad de emisiones, han crecido la demanda de energía primaria y final, y han aumentado ligeramente las emisiones de CO₂ totales. Asimismo, ha continuado aumentando la factura energética, debido al aumento de la demanda, y al aumento generalizado de los precios de los combustibles. Por último, la dependencia energética del exterior se mantiene en niveles muy elevados.

El principal motivo de que los indicadores no hayan mostrado una evolución marcadamente negativa ha sido la elevada hidraulicidad, que permitió reducir significativamente el uso de carbón. Es decir, la sostenibilidad del sistema energético español continúa dependiendo principalmente de un factor coyuntural más que de mejoras genuinas en su sostenibilidad.

El crecimiento continuado de la actividad económica ha traído consigo un crecimiento de la demanda energética. Asimismo, el aumento de los precios de los combustibles incrementa el riesgo para la seguridad de suministro de nuestro país. Por lo tanto, España sigue teniendo una tarea pendiente en la apuesta por una mayor contribución de las energías renovables y, sobre todo, por el ahorro y la eficiencia energética.

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2018ⁱ⁻ⁱⁱ

El primer diagrama de Sankey que se presenta en este informe es el correspondiente a los flujos energéticos en España en el año 2018 y su variación respecto a 2017. En él es posible observar la energía que entra en el sistema, tanto de origen doméstico como importado, y cómo esta energía pasa por los diversos procesos de transformación hasta llegar a los distintos consumos finales, indicando además para cada uno de ellos la utilización de los diferentes combustibles. También se puede evaluar fácilmente la energía perdida en las distintas transformaciones o procesos de transporte, como medida de la eficiencia global del sistema.

Este Observatorio aporta dos novedades respecto a un diagrama de Sankey clásico: a) El grosor total agregado de los diferentes flujos de energía en cada fase (energía primaria, energía transformada lista para ser distribuida, o energía final ya distribuida y lista para ser usada) se mantiene constante a lo largo del diagrama, pues representa el total de energía primaria. Ello permite visualizar de forma sencilla la importancia relativa que tiene cada proceso y cómo la energía evoluciona a través de las distintas transformaciones; y b) En las columnas de la derecha de ambas figuras, que representan los consumos finales, se ha llevado a cabo una desagregación gráfica de cada sector en subsectores, para facilitar la visualización de la importancia relativa de los mismos.

Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2018ⁱⁱⁱ

En el caso de las emisiones de CO₂ por consumo de energía, el diagrama de Sankey que se presenta a continuación permite identificar de manera gráfica y sencilla los combustibles y usos de la energía (incluyendo las pérdidas y autoconsumos, y también los vectores indirectos como la electricidad) responsables de las emisiones de CO₂ asociadas a este sector, una información no habitual en los inventarios de emisiones al uso.

Se presentan los valores correspondientes a 2018 y sus variaciones respecto a 2017. De forma análoga a como ocurría en el diagrama de energía, el valor total agregado de los flujos de CO₂ en cada fase se mantiene constante (para poder evaluar las importancias relativas del contenido en carbono en cada

proceso), y se ha llevado a cabo una desagregación de las emisiones de cada sector en subsectores.

Este mismo diagrama podría elaborarse utilizando las emisiones de CO₂ del ciclo de vida de los combustibles, lo que básicamente implicaría un aumento del grosor de los flujos de CO₂ asociados a la nuclear y a las renovables. Sin embargo, y tras haber evaluado dichas emisiones, se concluye que su incidencia en términos globales es despreciable, y por tanto el considerar estas emisiones a lo largo del ciclo de vida no aporta información relevante en este contexto.

Externalidades asociadas al sector energético español, 2018^{iv}

En esta sección se presentan una serie de datos que muestran el valor, en términos monetarios, de las externalidades asociadas a cada una de los subsectores energéticos. Evidentemente, es difícil cuantificar e incluir todos los costes externos, por lo que sólo se han considerado aquellos más significativos: los debidos a las emisiones de CO₂, de SO₂, de NO_x y de partículas (PM_{2,5}).

De esta forma, es posible calcular, de una forma aproximada, el valor económico real generado por cada las actividades del sector energético, descontado el coste externo correspondiente.

Balance exergético en el sector energético español, 2018

La exergía es una función de estado termodinámica que mide la energía útil presente en cualquier fuente o flujo energético. Dicho de otra manera, la exergía de una fuente o flujo energético es la capacidad de dicha fuente o flujo para convertirse en trabajo útil. De ahí que muchos autores se refieran a la exergía como una medida de la "calidad" de la energía. Siguiendo esta definición, el diagrama Sankey exergético para el sector energético español que se presenta este año transforma cada flujo energético en un flujo exergético, desde las fuentes de entrada a los usos finales, pasando por las etapas de transformación y transporte. Esta transformación se consigue aplicando a cada flu-

jo una eficiencia exergética media en función de las tecnologías empleadas en los servicios finales.

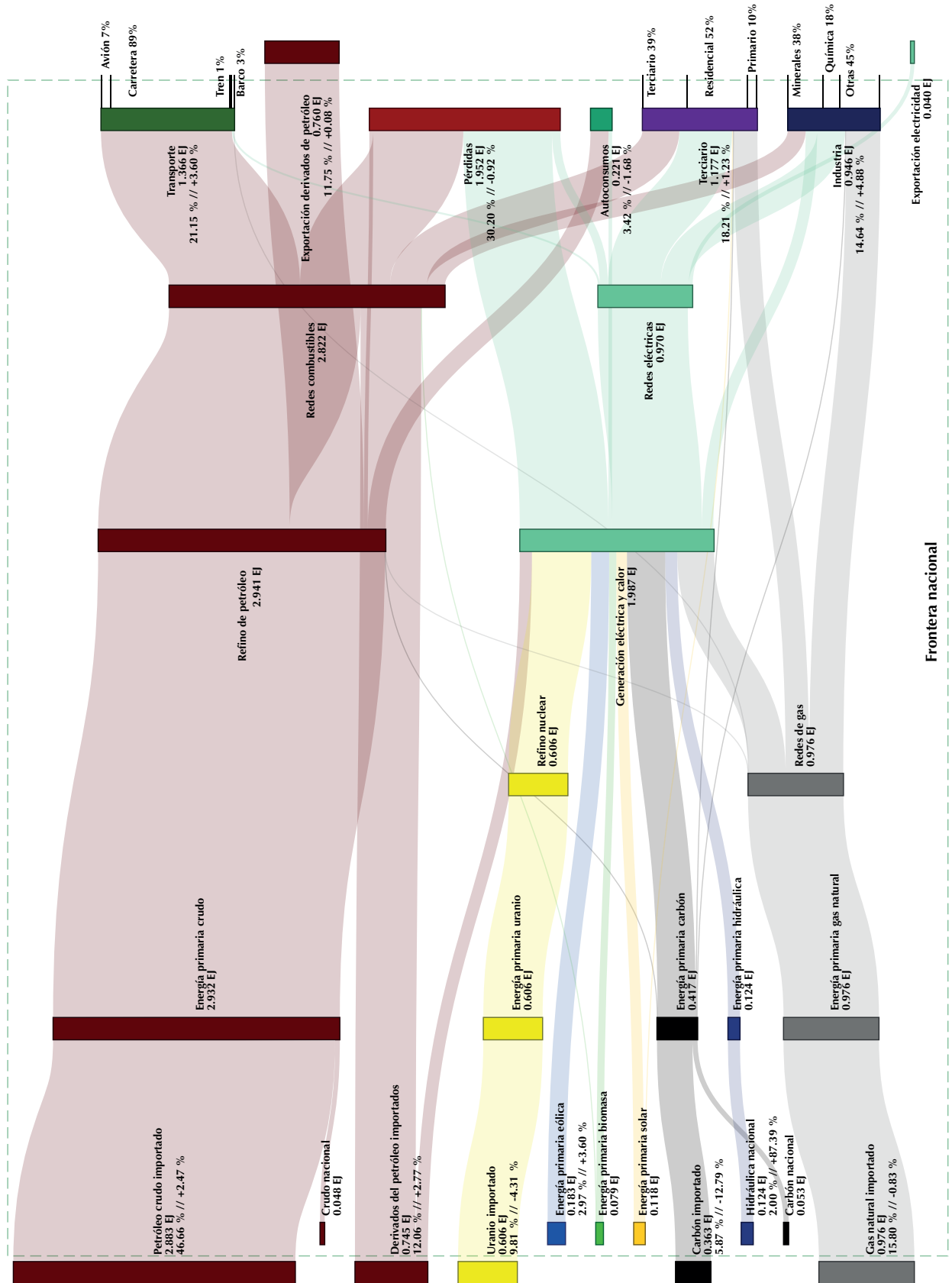
La principal aportación de este diagrama respecto de los anteriores es la evaluación de la energía de los usos finales según su eficiencia exergética. Puede verse en el diagrama que, analizada en estos términos, sólo una parte reducida de la energía destinada a los usos finales es efectivamente aprovechada. Constatar este hecho abre un amplio abanico de análisis que puede llevar a la adopción de nuevas medidas de eficiencia en los usos finales de la energía que conlleven una mejora en estos ratios.

Consumos y emisiones del sector transporte por combustible, modo y dominio

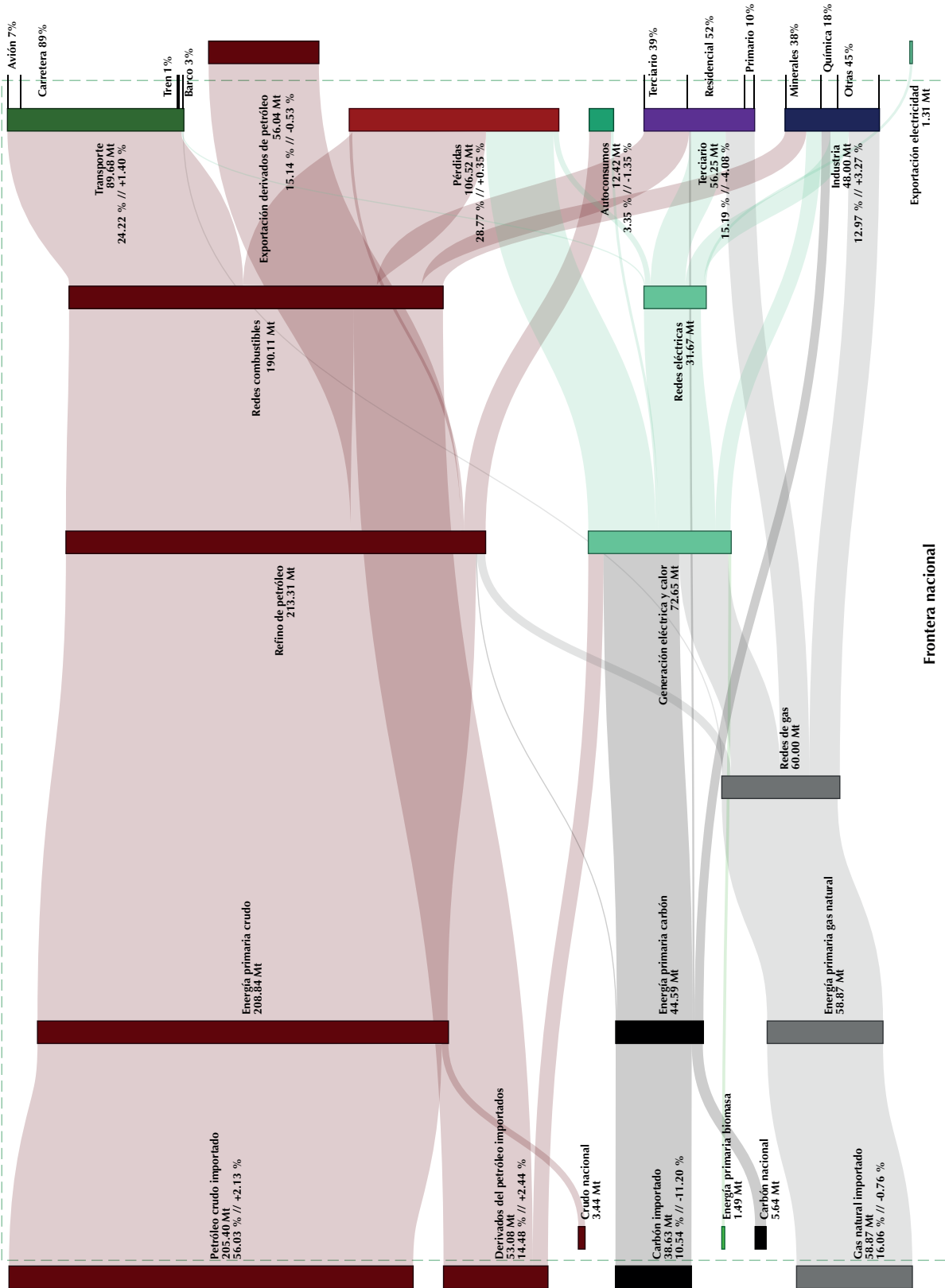
Como ya se ha mencionado en el informe, el sector transporte es uno de los principales responsables del consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero en España. Sin embargo, la falta de información estadística completa y homogénea puede dificultar la correcta aplicación y evaluación de políticas en este subsector.

En el marco de su análisis sobre escenarios futuros para el transporte en España, Economics for Energy ha realizado un análisis estadístico robusto del consumo de energía y emisiones del sector del transporte en España para 2017, distinguiendo por modos y tipos de combustibles. La tabla resumen se presenta en este informe por su evidente interés.

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2018



Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2018

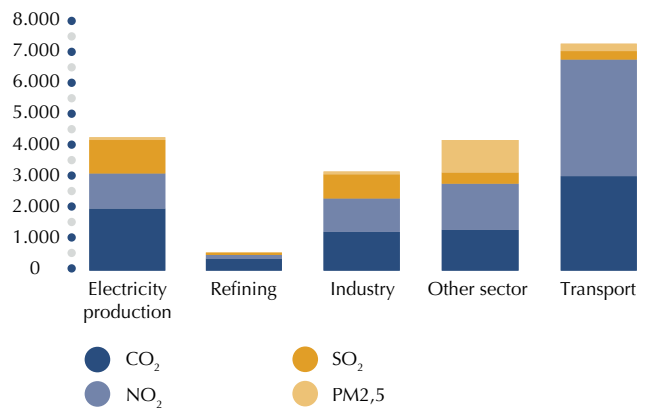


Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2018

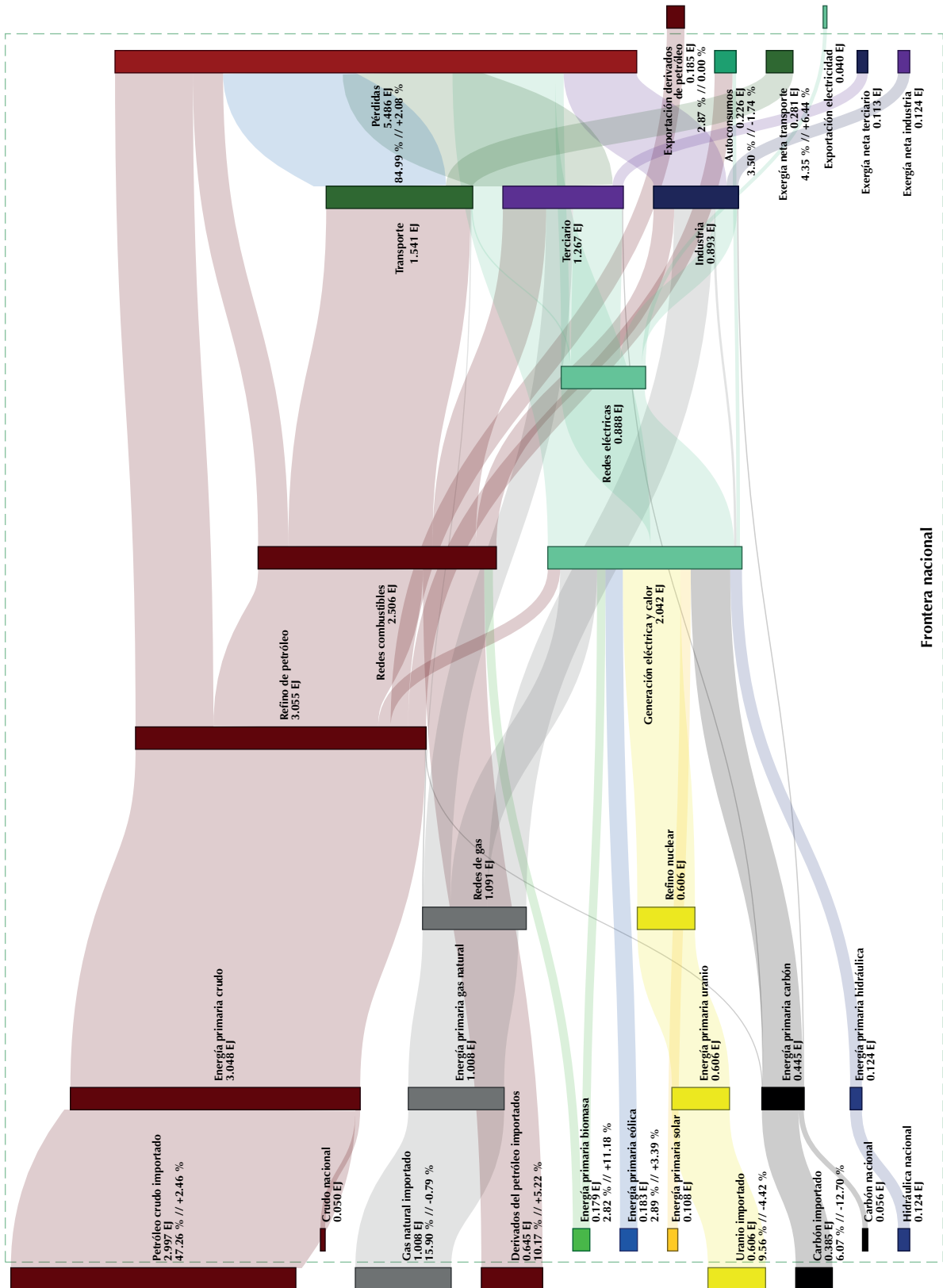
La siguiente tabla muestra las emisiones asociadas al sector energético español asociadas a los diferentes contaminantes considerados, así como su valor en términos económicos.

	Emisiones (Miles de Toneladas)	Precio Externalidad (€/t)	Coste Total estimado (M€)	Contribución relativa
CO ₂	236.202	33,9	8.007	41%
NO _x	643	11.865	7.634	39%
SO ₂	167	15.255	2.540	13%
PM2,5	79	18.645	1.465	7%

La gráfica mostrada a continuación desagrega el coste de las externalidades según subsectores y tipo de contaminantes.



Balance exergético en el sector energético español, 2018



Consumos y emisiones del sector transporte por combustible, modo y dominio

Combustible	Antigüedad	Vehículo	Modo	Tipo	Dominio	Consumo (litros)	Consumo (J)	Emisiones (kg CO ₂)	Año de referencia
Gasoil	< 10 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	1,36E+09	4,98E+16	3,60E+09	2017
Gasoil	10-20 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	2,46E+09	8,97E+16	6,48E+09	2017
Gasoil	> 20 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	2,89E+08	1,05E+16	7,63E+08	2017
Gasoil	< 10 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	4,06E+09	1,57E+17	1,07E+10	2017
Gasoil	10-20 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	4,07E+09	1,57E+17	1,07E+10	2017
Gasoil	> 20 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	5,23E+08	2,02E+16	1,38E+09	2017
Gasoil	***	Taxi	Urbano	Pasajeros	Público	1,93E+08	7,48E+15	4,91E+08	2015
Gasoil	***	Furgoneta	Urbano	Mercancías	***	1,99E+09	7,29E+16	5,03E+09	2016
Gasoil	***	Autobús	Urbano	Pasajeros	Público	2,28E+08	6,84E+15	4,24E+08	2017
Gasoil	***	Autobús	Interurbano	Pasajeros	Público	3,10E+08	1,20E+16	7,90E+08	2017
Gasoil	***	Camión	Interurbano	Mercancías	***	8,58E+09	3,28E+17	2,26E+10	2017
Gasolina	< 10 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	6,70E+08	2,38E+16	1,70E+09	2017
Gasolina	10-20 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	1,15E+09	4,09E+16	2,91E+09	2017
Gasolina	> 20 años	Turismo	Urbano	Pasajeros	Privado	1,34E+08	4,75E+15	3,39E+08	2017
Gasolina	< 10 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	2,00E+09	7,30E+16	5,06E+09	2017
Gasolina	10-20 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	1,91E+09	6,96E+16	4,82E+09	2017
Gasolina	> 20 años	Turismo	Interurbano	Pasajeros	Privado	2,42E+08	8,84E+15	6,13E+08	2017
Gasolina	***	Taxi	Urbano	Pasajeros	Público	4,24E+07	1,64E+15	1,08E+08	2015
Gasolina	***	Furgoneta	Urbano	Mercancías	***	2,14E+07	7,50E+14	5,66E+07	2016
Gasolina	< 10 años	Motocicleta	Urbano	Pasajeros	Privado	2,21E+08	7,79E+15	5,58E+08	2017
Gasolina	10-20 años	Motocicleta	Urbano	Pasajeros	Privado	3,56E+08	1,26E+16	9,01E+08	2017
Gasolina	> 20 años	Motocicleta	Urbano	Pasajeros	Privado	3,95E+07	1,39E+15	9,99E+07	2017
Electricidad	***	Metro	Urbano	Pasajeros	Público	***	2,56E+15	2,06E+08	2017
Electricidad	***	Cercanías	Urbano	Pasajeros	Público	***	1,86E+15	1,45E+08	2017
Electricidad	***	Ferrocarril (larga distancia)	Interurbano	Pasajeros	Público	***	4,28E+15	3,45E+08	2017
Electricidad	***	Ferrocarril (media distancia)	Interurbano	Pasajeros	Público	***	8,56E+14	6,89E+07	2017
Electricidad	***	Ferrocarril	Interurbano	Mercancías	***	***	2,70E+15	2,17E+08	2017

Tablas de datos

Para mantener manejable el tamaño de este documento, solamente se han presentado los datos más destacados en el texto por medio de figuras. Sin embargo, por transparencia y como referencia para el lector, también se ofrecen los datos en su totalidad. A causa de su gran volumen y con ánimo de aligerar la versión impresa de este Observatorio, y como ya venimos haciendo en anteriores ediciones, los datos completos se presentan en un anejo que está disponible en la web de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, en la siguiente dirección:

<http://www.comillas.edu/es/catedra-bp-de-energia-y-sostenibilidad/observatorio>

Las tablas incluidas en este anejo son:

- Tabla de datos de Contexto Internacional
- Tabla de datos de Contexto Nacional
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2018
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2018

Asimismo, en la misma página web es posible acceder a todos los diagramas de Sankey mostrados en este informe, en formato interactivo, con el objetivo de que cualquier persona interesada pueda profundizar más en los datos mostrados.

Notas

i Comentarios a la figura de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2018:

- La generación eléctrica con tecnología hidráulica, eólica y fotovoltaica se supone con rendimientos del 100%, siguiendo el convenio de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés).
- Siguiendo el convenio de la IEA, la energía primaria nuclear se mide en energía térmica salida del reactor que, como en cualquier planta térmica, es muy superior a la electricidad producida. Esto hace que la cantidad de energía primaria necesaria por unidad de electricidad resulte sobreestimada y no se pueda comparar fácilmente con otras tecnologías, como, por ejemplo, la hidráulica, eólica y fotovoltaica.
- La energía primaria nuclear se supone importada al 100%.
- El sector de usos diversos comprende el sector doméstico, el sector terciario (comercio, servicios y Administraciones Públicas) y el sector primario (agricultura y pesca).
- En los autoconsumos por producción eléctrica se incluyen las pérdidas del ciclo de bombeo.
- Se ha restado de las importaciones la energía primaria dedicada a usos no energéticos (feedstocks).
- Sólo se supone cogeneración con gas natural, y sólo en la industria.
- La cogeneración en la industria se ha contabilizado junto a la generación eléctrica convencional, por lo que el consumo de gas natural en la industria aparece infravalorado (apareciendo un consumo de calor útil y un mayor consumo eléctrico).
- El total de energía final calculado sobre la figura (que incluye pérdidas, exportaciones y autoconsumos), no suma exactamente el 100% del total de energía primaria, como debiera. Se debe a desajustes estadísticos en los datos. Se ha optado por no corregirlos para mantener la posibilidad de comparar dicho valor con futuras ediciones de este Observatorio.

ii Se ha observado que algunos datos de 2017 han sido actualizados en las fuentes consultadas respecto a los valores publicados en el Observatorio 2018. En estos casos, se ha optado por actualizar el valor de 2017 de tal forma que los incrementos de 2018 respecto a 2017 sean consistentes con los datos más recientes y consolidados. Es importante tener en cuenta estos posibles cambios del valor de referencia en 2017 a la hora de comparar la edición anterior del Observatorio (2018) con esta edición (2019).

iii Comentarios a la figura de Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2018:

- El objetivo de esta figura es imputar a cada uso final las emisiones de CO₂ que se han producido por dicho consumo, diferenciándolas por tipo de energía primaria. Así,

las emisiones por procesado de combustibles en refinerías, aunque no se producen en los usos finales sino en las transformaciones (en antorchas, por ejemplo), se suman a las emisiones por uso final de forma proporcional a la energía de cada fuente usada en cada sector.

- Al comparar el dato de emisiones finales asociadas al consumo de energía mostradas en el diagrama Sankey con los datos del inventario nacional de emisiones, el lector observará una desviación significativa. El origen de este desvío está en que el valor del diagrama incluye las emisiones embebidas en la variación de las reservas nacionales de derivados del petróleo que, por tanto, no han sido quemados en este año.
- En el presente Observatorio se agrupan biomasa y residuos. Se ha supuesto que la biomasa es toda renovable, por lo tanto no emite a lo largo de su ciclo de vida completo. Sin embargo, las emisiones de la generación eléctrica y de calor por residuos sólidos urbanos sí se han contemplado en la figura, y es por lo que el flujo conjunto de biomasa y residuos no es nulo.

iv Comentarios al cálculo de externalidades asociadas al sector energético español, 2018:

1. Los datos se basan en la figura de flujos económicos, compartiendo las limitaciones del mismo.
2. La fuente de datos para las emisiones de CO₂, así como las emisiones de gases contaminantes, es el Sistema Español de Inventario de Emisiones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
3. El coste externo de las emisiones de CO₂ se ha tomado del trabajo publicado en 2009 por Richard Tol titulado "The Economic Effects of Climate Change". Una actualización de este trabajo no afecta la figura utilizada.
Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. *The Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51.
Tol, R. S. J. (2013). The economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51.
4. El coste externo de las emisiones de otros contaminantes distintos del CO₂ se tomado de un libro publicado en 2014 por el Fondo Monetario Internacional, cuya referencia se proporciona a continuación. Debido al cambio de fuente respecto a las ediciones de 2014 y anteriores, los datos mostrados en el diagrama de Sankey incluyendo externalidades no son directamente comparables a los incluidos en dichas ediciones anteriores de este Observatorio. En el caso del SO₂ se ha pasado de 8.000\$/t a 18.000\$/t, en el de NO_x de 10.500\$/t a 14.000\$/t, y en el caso de las partículas, se han sustituido las PM10 por las PM2,5, pasando de un coste de 8000\$/t a uno de 22.000\$/t (cifras que son trasladadas a euros por tonelada en función del tipo de cambio €/\$/ promedio del año correspondiente).
Ian Parry, Dirk Heine, Eliza Lis, and Shanjun Li. (2016). *Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice*. Editado por el Fondo Monetario Internacional. ISBN: 9781484388570.



Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

2 de abril de 2020