

---

# Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España Informe basado en indicadores

Edición 2011

---

# Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Informe basado en indicadores

Edición 2011

Equipo de redacción

Álvaro López-Peña, Alessandro Danesin, Pedro Linares,  
Ignacio Pérez-Arriaga, María Cruz Lascorz, Renato Rodrigues

---

## Agradecimientos

Los autores del informe agradecen la colaboración del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente por facilitar datos relativos a emisiones de CO<sub>2</sub>; del IDAE por la ayuda en la interpretación de datos de consumos finales, y de la CNE, por facilitar datos de pérdidas en transporte y distribución de electricidad. Por supuesto, la responsabilidad de los posibles errores y omisiones corresponde únicamente a los autores del informe.

## Índice

## Resumen Ejecutivo - Indicadores energéticos en 2010

Este informe 2011 recoge en sus tablas y figuras los datos de 2010, que son los últimos oficialmente disponibles en España para indicadores energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2010. Para algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2009.

El sector energético español consumió en 2010 un total de 5,98 EJ de energía primaria, emitió 260 Mt de CO<sub>2</sub> (un 92,5% del total español), y generó un valor añadido de 21.855 millones de € (M€), correspondiente a un 2% del PIB.

El año 2010 fue un año de transición en el que el consumo de energía, tras la bajada de 2009, vuelve a repuntar (para caer de nuevo en 2011). Así la energía primaria creció un 2,2%, pero en cambio, la intensidad energética, que había venido mejorando en los últimos años, cambió su tendencia descendente, con un aumento del 2,2% (que ha continuado en 2011). Por tanto, no puede decirse que desde el punto de vista de estos dos indicadores fundamentales el año 2010 haya mejorado desde la perspectiva de la sostenibilidad energética.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de energía disminuyeron el 5% en 2010, en este caso fundamentalmente por el incremento de las energías renovables en el mix energético y por la mayor contribución de la energía hidráulica con respecto a 2009. También ha disminuido la intensidad de carbono (emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB medido en dólares corrientes). Sin embargo, estas reducciones son inferiores a las de otros países de nuestro entorno: los países desarrollados también han disminuido sus emisiones de CO<sub>2</sub> y la intensidad de las mismas.

El nivel de dependencia energética de España respecto al exterior sigue siendo muy alto, superior al 82,5%, muy por encima de la media europea, a pesar de haber mejorado en 2010 por la menor demanda de energía importada (principalmente carbón, crudo y gas natural) y el crecimiento de las energías renovables. Aunque 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 la sección donde se explican los flujos económicos del sector energético se dan más detalles a este respecto. El impacto económico de esta dependencia de hecho es superior al de 2009, ya que los precios de los combustibles aumentaron en 2010, en particular el de los derivados del petróleo.

Los precios finales de la energía (medidos a partir del índice compuesto de precios de la Agencia Internacional de la Energía) en general han subido, y en España los de la electricidad crecieron más que los europeos, superando en términos absolutos a la media de la UE, tanto para el sector residencial como el industrial. En cambio, los precios del gas han bajado, y siguen siendo menores

que en la UE. Los precios de los derivados del petróleo también siguen siendo inferiores a los europeos, fundamentalmente por la menor fiscalidad. De nuevo, queremos insistir en el interés de que los precios energéticos reflejen lo mejor posible los costes subyacentes de forma que sean instrumentos para lograr un modelo más sostenible, incentivando la gestión de la demanda, el ahorro y la eficiencia energética.

En lo que respecta a la participación de las distintas tecnologías, debe destacarse en 2010 el continuo crecimiento de las energías renovables, con la solar fotovoltaica volviendo a retomar altas tasas de crecimiento tras el parón de 2009. Los biocombustibles también experimentaron un gran crecimiento comparado con 2009 siguiendo la senda prevista. En cualquier caso, la mayor contribución de las renovables sigue correspondiendo a la hidráulica, biomasa y eólica. En total, las renovables llegaron en 2010 al 10% de la energía primaria, y al 33% de la energía eléctrica.

En lo que respecta a los combustibles fósiles, el carbón continúa reduciendo significativamente su contribución al sistema. El petróleo y el gas reducen su cuota de forma limitada.

En cuanto al análisis sectorial, lo más llamativo es la reducción, por primera vez, del transporte de pasajeros por carretera (un 3% respecto a 2009). El transporte de mercancías también desciende, aunque en este caso en menor cuantía que en 2009. El resto de los sectores no experimentan grandes cambios. En términos absolutos, en cualquier caso, el transporte sigue siendo el sector que más energía consume (un 26%) y el que más emisiones de CO<sub>2</sub> causa (30%). A pesar de la reducción experimentada, la contribución porcentual de este sector al total sigue aumentando. Por tanto, el sector del transporte sigue siendo prioritario en cuanto al diseño de políticas sostenibles.

Finalmente, es interesante llamar la atención sobre uno de los nuevos resultados de este informe, el análisis de la creación de valor añadido si se descuentan los costes externos. El resultado quizá más llamativo es que la cifra original de valor añadido se reduce en un 57% cuando se descuentan los costes externos debidos a la contaminación por CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas. El subsector que más costes externos genera es el del transporte, haciendo que el valor añadido generado en el refino se reduzca en un 75%. El valor añadido neto del gas toma valores negativos cuando se descuentan los costes externos. En cambio, el sector eléctrico es el que mejor conserva su valor añadido, debido fundamentalmente a la participación de las energías renovables.

Cabe preguntarse, pues, cuál sería la evolución del sector energético si se internalizarán correctamente los costes externos generados. Para responder esta pregunta evidentemente hacen falta análisis más detallados, actualmente en curso en la Cátedra BP.

## El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

### Presentación

Es una satisfacción para la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad presentar la quinta 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 principales motores 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.

### 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 ha publicado desde 2004 este Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España.

### 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, la población sin acceso a la energía. En segundo lugar se presentan 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 las principales variables endógenas: el consumo de energía agregado y por sectores, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a ese consumo y los flujos económicos que se generan en el sector energético como resultado de las actividades que en él se desarrollan. Como novedad en esta edición, también se presentan esos mismos flujos una vez descontado el coste externo que generan las emisiones de gases contaminantes sobre la sociedad. Estos cuatro grupos de variables se presentan respectivamente en cuatro diagramas de Sankey, que proporcionan de una manera gráfica una información muy valiosa sobre los flujos de energía, las emisiones de CO<sub>2</sub> y los flujos económicos, tanto monetarios como considerando los costes externos, asociados al sector energético. 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.catedrabp.upcomillas.es>

Finalmente, hay que señalar que este informe 2011 recoge en sus tablas y figuras los datos de 2010, que son los últimos oficialmente disponibles en España, para indicadores energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2010. Para algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2009.

## Contexto Internacional

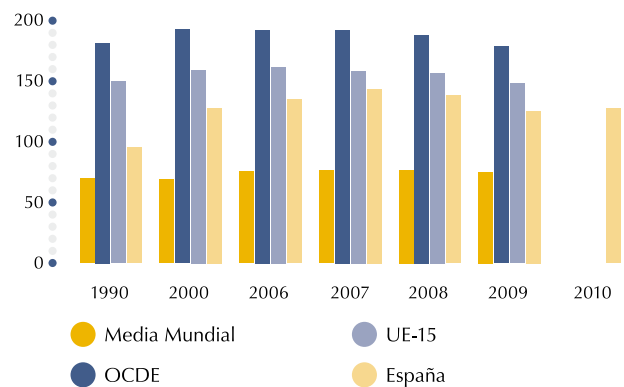
### Consumos energéticos

Entre el año 2008 y el año 2009, según los datos de la Agencia Internacional de la Energía y del Banco Mundial, el consumo de energía primaria per cápita global ha bajado un 2,13%. En gran parte de los países desarrollados, el cambio ha sido de un descenso incluso más amplio. En la OCDE el consumo disminuyó el 5,07% mientras que en la UE-15 y en España el consumo se redujo un 5,62% y 9.32% respectivamente.

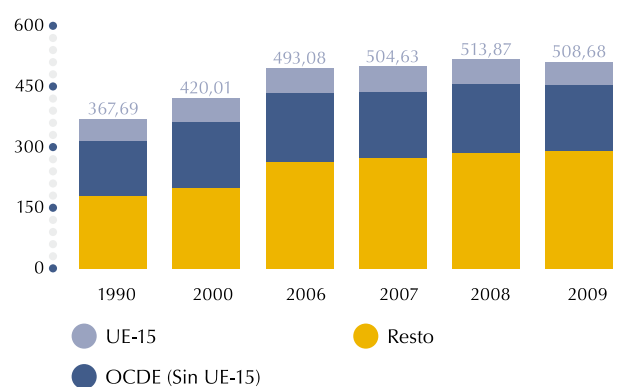
En cuanto a la intensidad energética, se observa una reducción progresiva en todos los casos, más marcada en el caso de la media mundial, con una caída del 1,11% respecto a reducciones del 0,59% y del 0,80% en el caso de los países de la OCDE y de la UE-15 respectivamente. Al igual que en los últimos años, en España la intensidad disminuyó en un 4,61% en 2009, para luego volver a aumentar en 2010 y presumiblemente en 2011.

El consumo total de energía primaria ha seguido bajando entre 2008 y 2009, en el caso global un 1,01%. En los países desarrollados el consumo se redujo en el 4,43% y en el 5,14%, respectivamente, en la OCDE y la UE-15. En este sentido, la fracción de la energía primaria mundial que se consume en la OCDE y en la UE-15 ha pasado, respectivamente, al 43,1% y al 11,5% en 2009, frente al 44,7% y 11,5% en 2008.

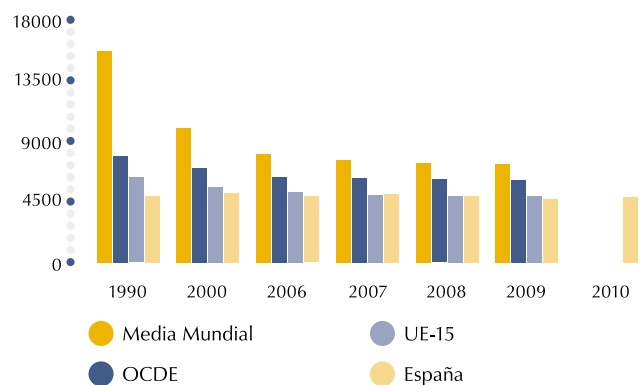
Consumo de energía primaria per cápita GJ/hab



Consumo total de energía primaria EJ



Intensidad energética primaria GJ/Millón \$ Constantes 2000 PPA



## Emisiones

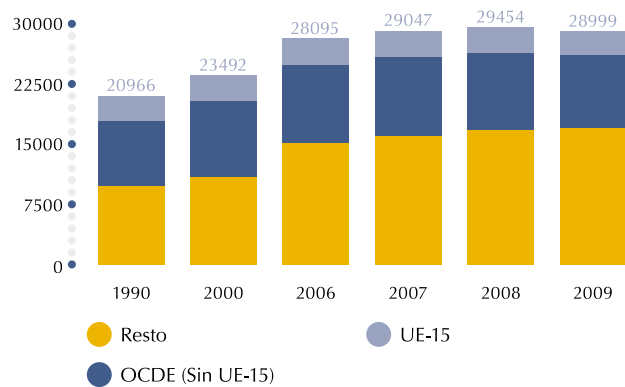
Las emisiones globales de CO<sub>2</sub> han disminuido en el año 2009 un 1,54% respecto a 2008, hasta 29 mil millones de toneladas. En los países de la OCDE han disminuido un 5,89%, mientras que en la UE-15 la reducción ha sido del 7,49%.

Las emisiones globales per cápita en 2009 disminuyeron un 2,66% respecto a 2008, pero respecto al año 2000 estas emisiones han subido un 11%. También en la OCDE se ha producido un descenso, aunque más marcado respecto al caso global, ya que la reducción respecto a 2008 ha sido de un 6,52%. En la UE-15 la reducción ha sido del 7,95% respecto a 2008, y del 12% respecto a 2000.

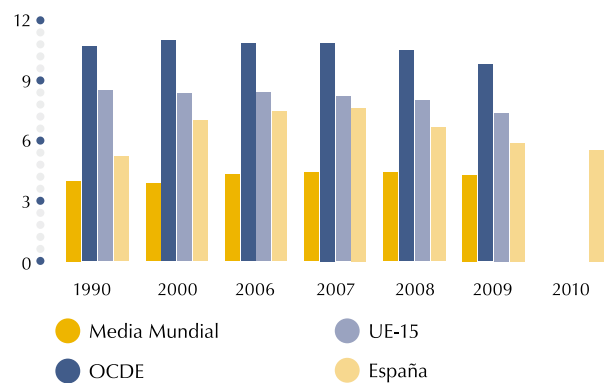
Globalmente, la reducción de la intensidad de las emisiones (emisiones/PIB) ha sido del 26% en 2009 respecto al año 2000, de la que el 1,64% se ha producido entre 2008 y 2009. En la OCDE, esta reducción ha sido del 16% respecto al año 2000 y del 2,10% respecto al 2008. La UE-15 muestra resultados similares, ya que entre el 2000 y el 2008 la reducción ha sido del 16%, y del 3,25% entre 2008 y 2009.

Comparando los datos globales con la situación española, se advierte cómo también para España se confirma una tendencia de reducción de las emisiones per cápita en estos últimos años. La reducción del total de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2009 fue del 10,63% respecto a 2008 pero de sólo el 3% comparado con los valores del año 2000. Si se consideran las emisiones per cápita y por unidad de PIB en 2009, la reducciones fueron respectivamente del 11,75% y del 7,17% respecto al año anterior.

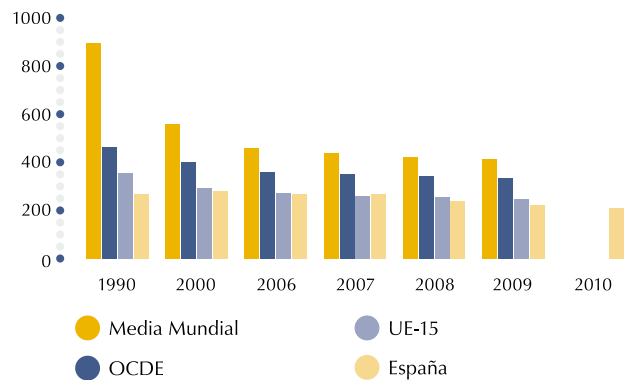
Emisiones de GEI Mt CO<sub>2</sub>



Emisiones de GEI per cápita tCO<sub>2</sub>/Hab



Emisiones de GEI por PIB-Intensidad de Emisiones  
tCO<sub>2</sub>/millón \$ constantes 2000





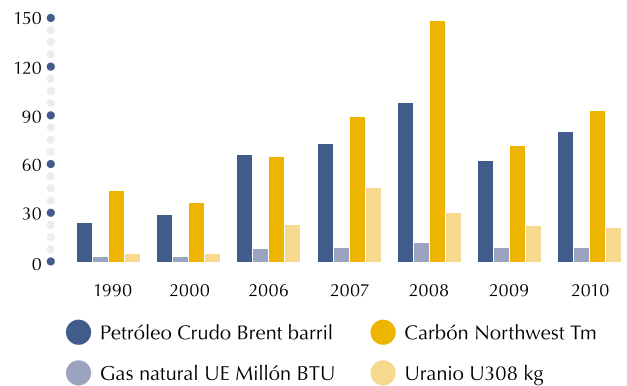
### Precios de las materias primas energéticas y del CO<sub>2</sub>

Después de la fuerte caída experimentada en 2009, la mayoría de los precios de los recursos energéticos volvieron a crecer en 2010. De acuerdo al BP Statistical Review, el barril de crudo Brent subió un 29%, volviendo a valores pre-crisis cerca de los 80 US\$ por barril en media anual (frente a la caída del 36,59% en 2009). En 2010 el precio medio de la tonelada de carbón, 92,5 US\$, aumentó un 31% respecto al año anterior. El gas natural, junto con el uranio, vio bajar su precio en el periodo considerado, aunque no replicó el fuerte descenso experimentado entre 2008 y 2009 (-26%). En el mercado alemán, utilizado en este informe como referencia para la Unión Europea, el gas natural costó (en 2010) 8,01 US\$ por millón de BTU, un 6% menos respecto al precio en el 2009.

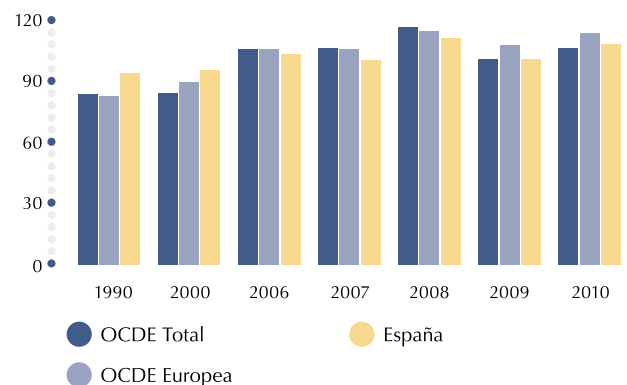
Según las estadísticas de la Agencia Internacional de la Energía (IEA por sus siglas en inglés) el índice de precios finales de la energía primaria siguió, en promedio, la tendencia de los precios de la energía primaria. El promedio de este índice para la OCDE tuvo un crecimiento parecido al europeo (5,5% y 5,6%, respectivamente), mientras que en España (siempre según la IEA), este crecimiento ha sido mayor (+7,4%), llegando este índice (108,3 en 2010) a superar el promedio de los países desarrollados (106,5) y a acercarse al promedio europeo (114,0).

El precio promedio del CO<sub>2</sub> en el marco de referencia del European Trading Scheme (ETS), después de la caída en 2007 (1,3€/t) y la subida en 2008 (20,2€/t), siguió estable en torno a los valores de 2009 (13€/t), con una media del 13,9€/t. El precio spot se mantuvo estable en torno a estos valores a lo largo del año con un precio medio mensual mínimo de 12,3€/t en noviembre y uno máximo de 15,3€/t en mayo de 2010.

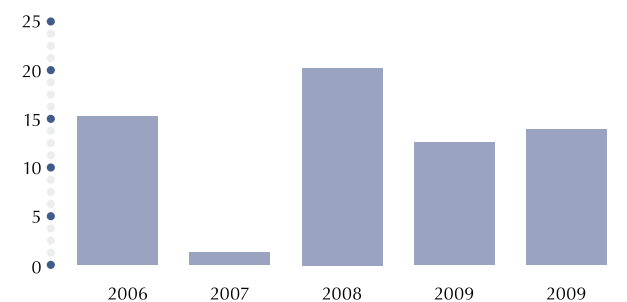
Precio de los recursos energéticos Dólares corrientes



Índice de precios "Total Energy" real de la IEA  
Valor relativo, base 100



Precio medio ponderado anual CO<sub>2</sub> Europa €/ton.CO<sub>2</sub>



## Contexto Nacional

### Política energética 2011 España

El año 2011 ha sido un año intenso en lo que respecta a la política energética, incluyendo un cambio de gobierno en el último mes que, por lo ya visto en 2012, puede conducir a modificaciones sustanciales en las prioridades y en los instrumentos regulatorios a aplicar.

Así, el Plan de Energías Renovables 2011-2020, que fue adoptado por el anterior gobierno, puede no llegar a materializarse si se extiende la moratoria aprobada en enero de 2012 para la construcción de nueva potencia renovable. Si ya el año pasado hablábamos de una importante situación de incertidumbre para las energías renovables, el momento actual es aún más desfavorable.

El año 2011 ha sido testigo de algunas actuaciones que merece la pena reseñar.

A lo largo del año se aprobaron distintos planes de ahorro y eficiencia energética: el plan de las 20 medidas (que incluía la tan debatida limitación a la velocidad máxima en las autopistas, posteriormente retirada), y el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. Este último plan ha sido tachado de poco ambicioso, visto el gran potencial de ahorro existente en nuestro país.

También en el campo de la eficiencia es interesante reseñar la propuesta de Directiva de la Comisión Europea en Eficiencia Energética, que plantea un conjunto variado de medidas para conseguir materializar el objetivo del 20% de ahorro en 2020. Algunas de las medidas propuestas, como el estímulo de la eficiencia en calefacción o refrigeración, o la renovación de edificios públicos, parecen muy razonables. Sin embargo, otras son más controvertidas, como las obligaciones de eficiencia para los suministradores, la obligación de instalar cogeneraciones para las centrales de producción eléctrica, o los requerimientos a estas centrales de que se sitúen cerca de la demanda. Además, ni la propuesta de Directiva ni los planes de ahorro parecen querer recurrir a un instrumento de gran potencial: la fiscalidad energética, entendida como el requerimiento de que los precios recojan los costes reales de la energía.

Al final de 2011 también tuvo lugar la aprobación del establecimiento del almacenamiento temporal centralizado (ATC) para los residuos nucleares.

En el sector del refino se han realizado grandes esfuerzos en inversiones para mejorar la calidad de los combustibles, especialmente el contenido de azufre (10ppm), siguiendo el marco de calidades de las directivas europeas. También durante el 2011, la obligación de incorporación de biocarburantes fue revisada al alza. El Real Decreto 459/2011 modificó la legislación anterior aumentando el objetivo de biodiesel del 3,9% al 6% (contenido energético) en 2011, y 7% para 2012 y 2013. Asimismo se traspuso la parte relativa a los criterios de sostenibilidad de la Directiva 2009/28 de renovables.

Otra medida relevante que, si bien no pertenece al sector energético, le afecta directamente, es la recuperación de la desgravación por vivienda para estimular de nuevo el sector de la construcción, como sabemos muy intensivo en energía. Parece más sostenible, como ya se ha propuesto en otras ocasiones, centrar los esfuerzos en la rehabilitación más que en la construcción de vivienda nueva.

Desde el punto de vista económico, el desatino del déficit tarifario en el sector eléctrico – promovido por todos los gobiernos de la nación desde el año 2000– sigue creciendo, y constituye un problema muy grave: compromete la sostenibilidad económica del sistema, condiciona el desarrollo regulatorio y sigue contribuyendo a transmitir una señal errónea al consumidor. La moratoria renovable recientemente aprobada tampoco solucionará el problema a corto plazo, ya que no afecta al registro de pre-asignación. Un asunto de la envergadura que ha alcanzado el déficit tarifario ha de abordarse de forma integral y evitando lo más posible la imagen de improvisación, inseguridad jurídica y falta de transparencia que desafortunadamente caracteriza a la regulación energética española durante la última década. La solución al déficit tarifario debe inevitablemente incluir el incremento de tarifas que corresponda, tras una reevaluación rigurosa de los costes de las actividades reguladas, de los precios del mercado y de una asignación racional de los costes de los subsidios.

En el ámbito de la lucha contra el cambio climático, la cumbre del clima de Durban de diciembre de 2011 abrió una ventana de esperanza a un posible acuerdo global, aunque la ambigüedad del texto acordado no da mucha seguridad. Por otra parte, en la cumbre sí se logró avanzar en la formalización de los fondos de financiación para nuevas tecnologías.

En Europa, este tibio avance no ha ayudado a promover una señal estable a largo plazo del precio del CO<sub>2</sub>, algo que requeriría por tanto actuaciones por parte de la Comisión Europea o de retirada de permisos del mercado o de endurecimiento de los objetivos.

La conclusión de este año 2011 es que desde las instituciones políticas y regulatorias españolas no se ha contribuido apenas a conseguir un modelo energético más sostenible, salvo algunos avances menores en eficiencia energética y biocombustibles. Si bien los momentos de crisis como el actual no son los más favorables para ello, básicamente por la existencia de otras prioridades políticas y financieras, no nos podemos resignar a no demandar, como el año pasado, una política energética sostenible y una regulación ortodoxa que la haga posible.

De hecho, la crisis económica y financiera hace aún más apremiante lo que creemos debe ser la prioridad número uno en cualquier política energética, la apuesta por el ahorro y la eficiencia, junto con una regulación estable y ordenada.

Una regulación energética correcta, en la que se pueda confiar a largo plazo, independiente de los vaivenes políticos y abierta

al debate público es absolutamente necesaria para atraer inversiones en las tecnologías apropiadas para el futuro sistema energético de una economía baja en carbono. La Hoja de Ruta 2050 de la Energía, publicada por la Comisión Europea en diciembre de 2011, muestra claramente el cambio revolucionario que ha de experimentar el sector energético europeo –comenzando de inmediato, pues 2050 está a distancia de un ciclo inversor de 2012– para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 85% respecto a valores del 2005 y descarbonizar así prácticamente por completo el sector eléctrico. Un marco regulatorio e institucional creíble es condición sine qua non para conseguirlo.

España, al contrario que otros países de nuestro entorno, carece de una estrategia energética propia de largo plazo que constituya una política de Estado, consensuada por los principales partidos políticos, como única forma de garantizar su estabilidad y credibilidad, y con la flexibilidad necesaria para adaptarse a un futuro incierto.

En ausencia de una estrategia de largo plazo, reina el desconcierto y las disputas estériles entre los partidarios de una tecnología u otra, sin un liderazgo que defina objetivos y los medios mínimos necesarios en un contexto de libre de mercado. La visión de futuro y el respeto en la praxis a un “estado de derecho” regulatorio son los dos ingredientes básicos que faltan desde hace demasiado tiempo en el sector energético español. Afortunadamente la normativa europea suple en parte estas deficiencias.

### Consumos energéticos

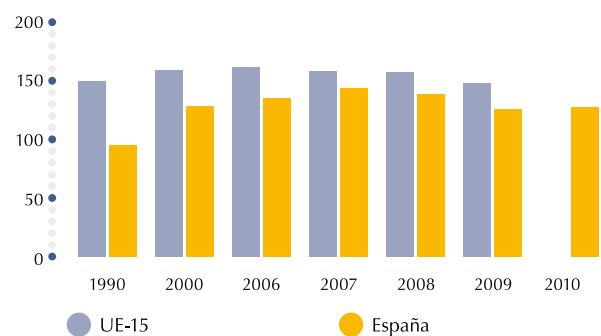
En España el consumo total de energía primaria (véase la gráfica en la sección de Contexto Nacional, Mix Energético) en 2010 volvió a subir un 2,2% respecto al de 2009. Este consumo es un 15,6% superior al del año 2000, debido al crecimiento de la economía española en la última década, emparejado a un aumento medio anual del consumo total de energía primaria del 1,6% (a pesar de los descensos del producto interior bruto desde el 2008 y del consumo de energía en los años 2008 y 2009).

En lo que respecta a la energía per cápita, en los últimos 20 años este consumo ha seguido su convergencia gradual respecto a valores promedios de los países del mismo entorno económico (UE-15): si en 1990 el consumo energético español por habitante representaba el 62% respecto al promedio de la UE-15, en el año 2009 esto ya suponía un 85%. El consumo de energía primaria en España ha crecido, desde 1990 hasta 2009, a un ritmo superior al del aumento de población (1,0% por año, respecto al 2,9% de la energía primaria en el mismo periodo).

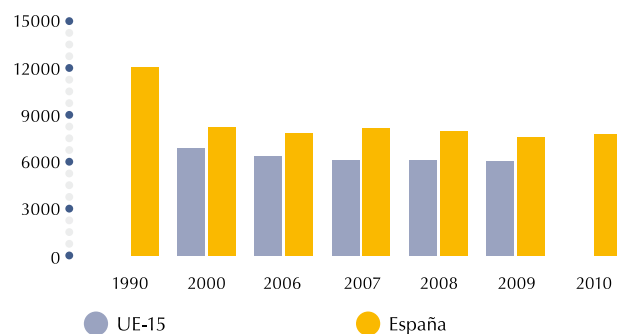
Esta convergencia no se reproduce en el caso de la intensidad energética (consumo energético por unidad de PIB, expresado éste en euros constantes de 2000). Hasta el año 2009, tanto España como la UE habían conseguido reducir el valor de este indicador, aunque el ritmo de reducción fue menor en España que el promedio europeo. En el periodo entre los

años 2000 y 2009, en la UE-15 la intensidad energética bajó el 12% mientras que en España bajó solamente el 7,9%. Pero en España, entre 2009 y 2010, se ha producido un cambio en la tendencia de este indicador, ya que, después de haber bajado un 7,1% entre 2007 y 2009, en 2010 volvió a subir un 2,2%, lo que es especialmente preocupante, ya que ahora no se puede achacar al impacto del sector de la construcción.

Energía Primaria per cápita GJ/Habitante



Energía Primaria por PIB-Intensidad energética GJ/Millón € constantes

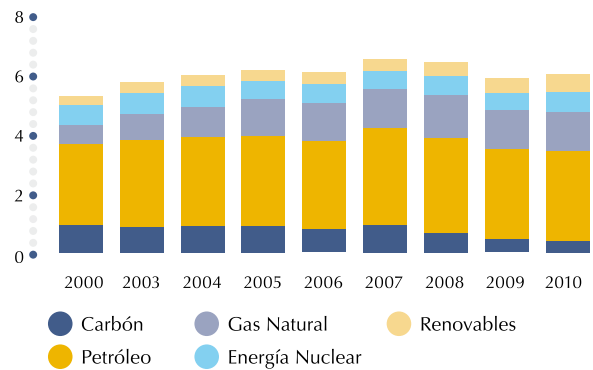


### Mix energético

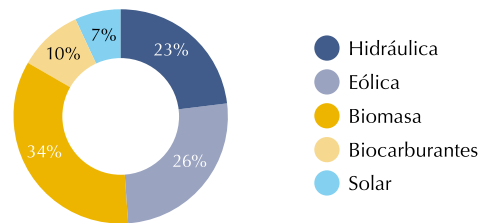
En 2010, el petróleo y sus derivados representaron el 50,5% del total de la energía primaria consumida, seguidos de lejos por el gas natural, que ha crecido desde el 12% en el año 2000 al 21,7% actual, absorbiendo la mayor parte del crecimiento del consumo energético español en este periodo, así como parte de la reducción de la participación del carbón, que desde el año 2000 ha bajado su cuota del 17% al 6,2%. La energía nuclear, sin grandes variaciones, representó el 11,3% del consumo de 2010.

Otra parte de la reducción en la aportación del carbón al mix energético español ha sido debida al fuerte incremento del conjunto de energías renovables, cuya contribución ha crecido sostenidamente desde el 5,6% en el año 2000 al 10,3% de 2010. La contribución porcentual de cada fuente renovable sigue siendo parecida a la del año anterior, con una leve disminución del peso de la energía procedente de la biomasa y residuos, que pasa de un 40% en 2009 a un 34% en 2010. La energía eólica (26%) sigue siendo la segunda fuente de energía renovable, seguida por la energía hidráulica, que aportó el 23%, 5 puntos porcentuales más que en 2009. Los biocarburantes y la solar siguen creciendo. En el año 2010 estas fuentes llegaron a aportar, respectivamente, el 10% y el 7%, resultado muy superior al de 2007 (3,9% para los biocarburantes y 1,4% para la solar).

Consumo total de energía primaria en España EJ



Composición de Energías Renovables en Energía Primaria, 2010



## Sector Transporte

Por su peso en el consumo total de energía y en las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, el transporte merece un tratamiento individualizado en el análisis de energía y sostenibilidad.

A partir de 2008, el sector del transporte español se ha visto afectado, como todos los demás sectores, por la crisis económica. Los efectos son visibles, aunque en diferente medida, tanto en el transporte de personas (viajeros-km) como en el de mercancías (toneladas-km). La cantidad de mercancías transportadas ha seguido descendiendo: respecto a 2009, las toneladas totales de mercancías transportadas en 2010 (280 mil millones de toneladas-km) han bajado el 4,5%. Aun así, este descenso ha sido inferior al del 12% experimentado entre 2008 y 2009.

La reducción de actividad ha tenido también lugar en el transporte de personas: si entre 2007 y 2009 las cifras se situaban alrededor de los 452 mil millones de viajeros-km, en el 2010 el número total ha bajado a valores anteriores al 2006, llegando a 437 mil millones, un descenso del 3% respecto al 2009.

Ambos tipos de transporte siguen utilizando la carretera como principal modo dentro de España, con valores relativos (90% de los viajeros y el 97% de los bienes transportados por tierra en el 2010) generalmente constantes a lo largo del periodo considerado.

Este patrón sigue estando lejos del promedio europeo (UE-27) donde el ferrocarril se utiliza para mover el 17% de las mercancías, frente al 2% en España. Algo similar, aunque menos extremo, ocurre para el transporte de pasajeros, ya que el tren en la UE-27 cubre el 7,6% de la demanda frente al 5,2% en España.

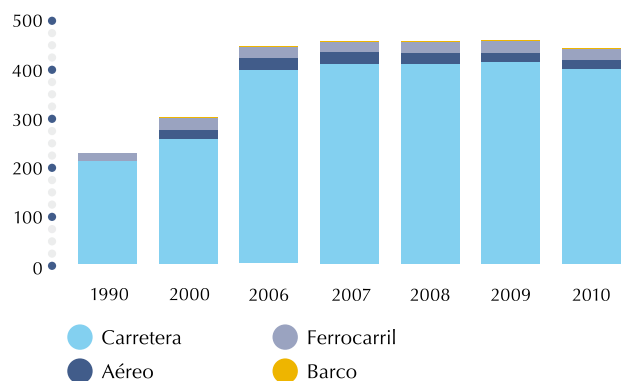
Por lo que se refiere al transporte de pasajeros, hay que señalar que mientras el transporte por carretera casi se duplicó entre 1990 y 2010 (+90%), el tren no experimentó el mismo crecimiento (+47%), lo que sugiere la necesidad de fomentar este modo de transporte de menor impacto ambiental y energético. En el transporte de mercancías la situación es aun peor, ya que el tren ha pasado de 11.300 millones de toneladas-km a tan sólo 7.800 millones (-32%), contrastando con el aumento del transporte por carretera desde 151.000 millones a 272.000 millones de toneladas-km (+73%) en el mismo periodo.

Por otra parte, es interesante citar que en el refino se han realizado importantes inversiones para equilibrar el desbalance entre la demanda y la oferta de gasolinas y gasóleos a nivel nacional, aumentando para ello la producción de gasóleos frente a gasolinas.

Asimismo, y también referido al refino, hay que destacar las inversiones en eficiencia energética que se han realizado para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, y todas aquellas que se han llevado a cabo en materia medio ambiental para el cumplimiento de las Autorizaciones Ambientales Integradas.

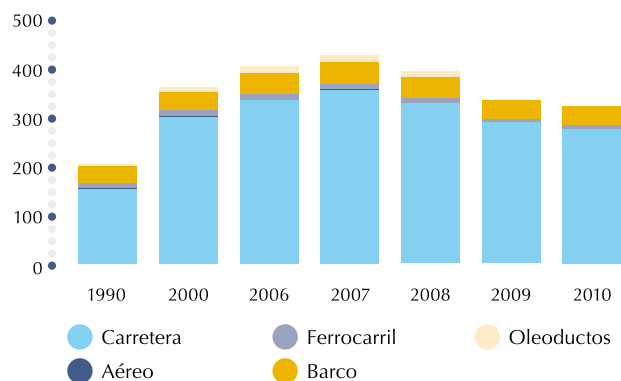
### Movilidad interior de viajeros en España

Miles de millones de viajeros-km



### Movilidad interior de mercancías en España

Miles de millones de Tm-km



### Precios de la Energía final

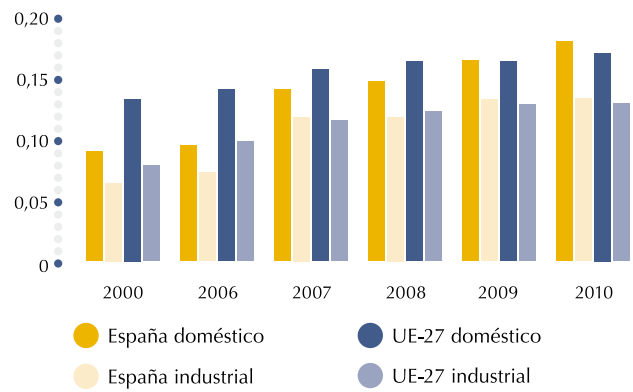
Entre 2009 y 2010 los precios finales de la electricidad en España subieron (impuestos incluidos) un 10% para los consumidores domésticos y quedaron constantes para los consumidores industriales. Este aumento en el precio para los consumidores domésticos es considerablemente mayor al 4,2% promedio en UE-27. De todas formas, durante los próximos años los precios de la electricidad en España se van a ver fuertemente afectados por la necesidad de hacer frente al déficit tarifario (cercano a los 25.000 millones de euros) acumulado desde principios del 2000.

El precio del gas natural bajó en 2010 respecto a 2009 el 6%, tanto para los consumidores domésticos como para los industriales en la UE-27. En España el gas es más barato que en la UE-27: 2% menos para los consumidores domésticos y 10% menos para los industriales.

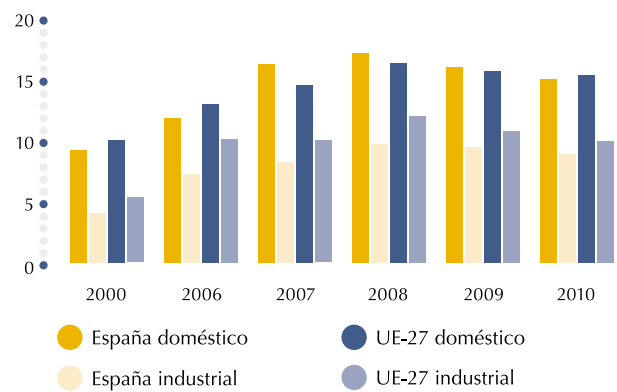
En línea con la tendencia creciente de los precios internacionales del crudo, los precios finales (con impuestos) de los derivados del petróleo en España aumentaron entre 2009 y 2010 el 15,5% para la gasolina 95 y el 18,1% para el diesel de automoción, después de una bajada del 11% (gasolina) y 20% (diesel) del año anterior.

Los precios finales siguen siendo menores que en la media de los países de la UE-27, fundamentalmente debido a la menor fiscalidad española. La gran volatilidad de estos precios no se refleja en las figuras adjuntas, ya que éstas representan solamente los valores medios anuales.

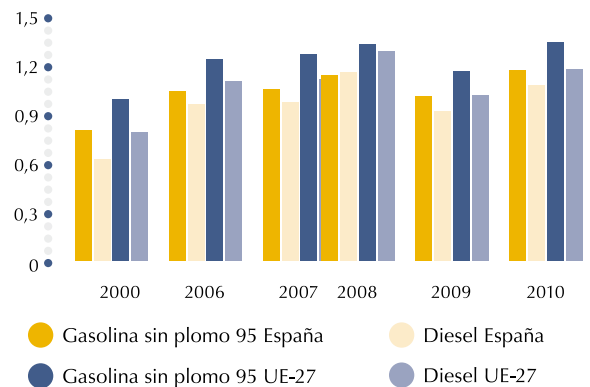
**Precios de la Electricidad** € corrientes/kWh con impuestos



**Precios del Gas Natural** € corrientes/GJ con impuestos



**Precios de los Carburantes** €/litro con impuestos



## Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010 <sup>(1)</sup>

En la página 15 se presenta el diagrama de Sankey correspondiente a los flujos energéticos en España en el año 2010 y su variación respecto a 2009. 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.

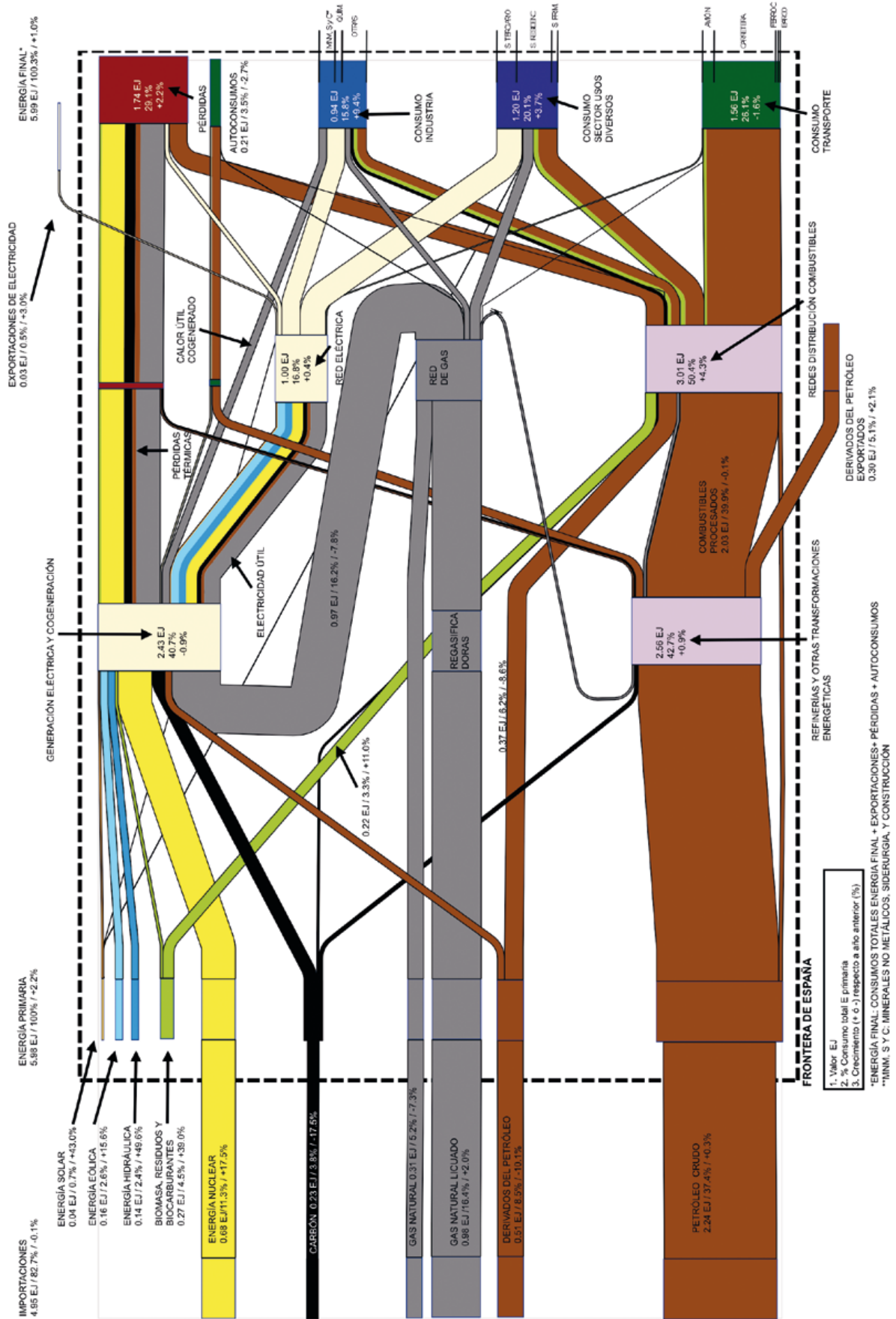
Este Observatorio aporta dos novedades respecto al diagrama clásico: a) El grosor total agregado de los diferentes flujos de energía en cada fase (energía primaria, energía transformada lista para ser distribuida, o energía final ya distribuida y lista para ser usada) se mantiene constante a lo largo 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.

En 2010 se empezó a contemplar un repunte de la actividad económica y se generaron expectativas de una potencial salida de la crisis. Esto hizo que el consumo energético industrial aumentara casi un 10% respecto a 2009, y el del sector de usos diversos casi un 4%. El sector transporte, en cambio, sólo experimentó un leve ajuste, probablemente debido a la menor actividad de construcción, aumentó notablemente el uso de biocarburantes (un 36%) y el consumo total de energía final

creció un 2,7%, lo que hizo aumentar un 2,2% el consumo de energía primaria, a pesar de que las importaciones totales se mantuvieron constantes. Esto se explica en gran medida por el gran aumento de la participación de energías renovables en la matriz primaria (+50% hidráulica, +43% solar, +39% biomasa, biocarburantes y residuos, y +16% eólica).

Lo anterior hizo que se generara considerablemente más electricidad con renovables (pasaron del 26% al 33% en la generación total), lo que unido al alto precio del CO<sub>2</sub> (en comparación con su media histórica) en los primeros meses de 2010, hizo disminuir en un 8% el uso de gas natural para generación eléctrica, y un 29% el de carbón. También aumentó casi un 18% la energía nuclear usada, fundamentalmente debido a la mayor disponibilidad de dichas centrales en 2010, prácticamente en la misma cantidad en que se redujeron las importaciones de carbón. Se produjo igualmente una disminución del 7,3% del gas natural importado por gasoducto. La importación de derivados del petróleo cayó un 10%, probablemente a causa del repunte de los precios de los mismos en los mercados internacionales y al continuado ajuste de actividad en el sector transporte. La importación de crudo se mantuvo prácticamente constante, aumentando levemente la exportación de derivados del petróleo.

El conjunto de las energías renovables en 2010 supuso el 10,3% de la energía primaria, aumentando el 20,8% desde 2009. Por fuentes, la mayor contribución fue la de la biomasa y los residuos (3,5% de la energía primaria tras aumentar el 4,6%), seguida por la eólica (2,6%), y la hidráulica (2,4%). La energía solar, aunque aumentó considerablemente, sólo representó el 0,7% de la energía primaria.

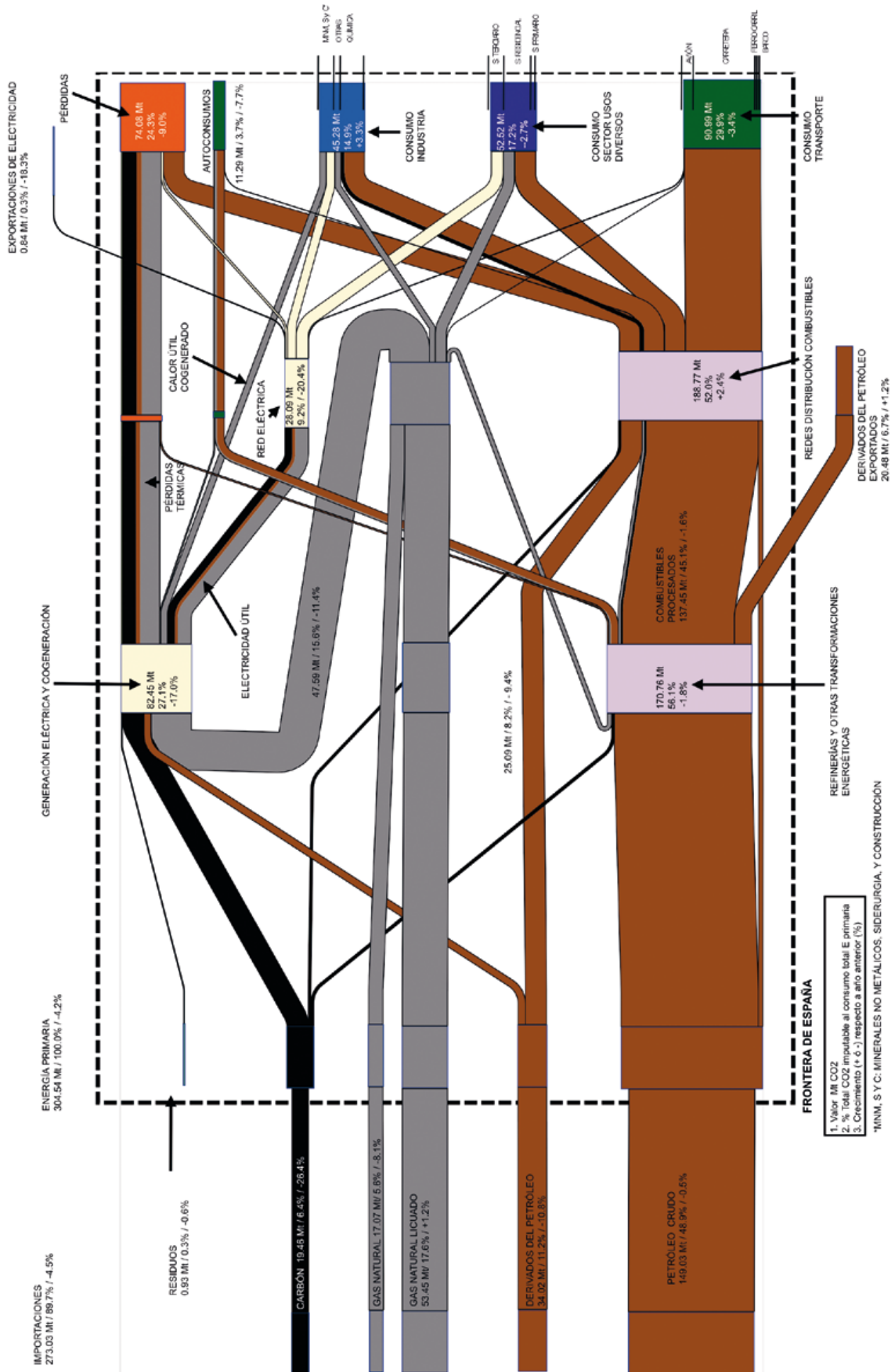




## Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010<sup>(2)</sup>

En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de energía, el diagrama de Sankey que se presenta en la página 17 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 CO<sub>2</sub> asociadas a este sector, una información no habitual en los inventarios de emisiones al uso. Se presentan los valores correspondientes a 2010 y sus variaciones respecto a 2009. De forma análoga a como ocurría en el diagrama de energía, el valor total agregado de los flujos de CO<sub>2</sub> 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.

Lo visto en el diagrama de Sankey energético se traslada casi inmediatamente al de CO<sub>2</sub>. Aumentan las emisiones de la industria (un 3%), aunque disminuyen las de los sectores de usos diversos y transporte (en torno a un 3% también). Así, las emisiones totales por usos finales se redujeron en 2010 un 2% respecto a 2009. La mayor participación de renovables en la generación eléctrica hizo caer en casi un 20% las emisiones asociadas al sector eléctrico. Asimismo, la disminución de importaciones de carbón, gas natural y derivados del petróleo redujeron en cuantías análogas el CO<sub>2</sub> que se importa en forma de tales combustibles.



1. Valor MI CO2  
 2. % Total CO2 imputable al consumo total E primaria  
 3. Crecimiento (+ o -) respecto a año anterior (%)

\*INMI, S Y C: MINERALES NO METÁLICOS, SIDERURGIA, Y CONSTRUCCIÓN

## Flujos económicos en el sector energético español, 2010<sup>(3)</sup>

Respecto a los flujos económicos asociados a los sectores energéticos de la economía española, el diagrama que se presenta en la página 20 permite identificar los sectores y las fuentes de energía primaria responsables de la generación de valor añadido, de la dependencia económico-energética de España, del pago de impuestos, y de las pérdidas económicas asociadas a los procesos de producción y transformación y del autoconsumo de combustibles.

Es importante recordar que, a pesar de seguir una representación similar a los diagramas de Sankey anteriormente representados, el diagrama que representa el flujo económico no se mantiene constante, por el hecho de que cada sector de transformación añade valor económico a los productos energéticos. También, la precisión de sus datos no es comparable a la de las figuras anteriores. Esta figura Sankey de flujos económicos ha debido construirse combinando distintas fuentes, no siempre homogéneas.

### Energía primaria y final

El total de gasto económico en productos energéticos finales (76.288 M€) disminuyó el 0,8% en 2010 con respecto a 2009, a causa de la bajada del consumo y también de los precios.

Sin embargo, los gastos directos en energía primaria (51.678 M€) crecieron el 24,5% en 2010 con respecto a 2009, recuperando el nivel de año de 2008.

Una vez más, como en 2009, gran parte de estos cambios observados en los gastos de energía primaria no son en su mayoría trasladados a los gastos en los productos energéticos finales. Sin embargo, al contrario que en 2009, los gastos en productos energéticos finales se redujeron a pesar del aumento de los inputs, conduciendo por tanto a una menor generación de valor añadido. Los resultados del observatorio de este año y del año anterior apuntan claramente a una mayor rigidez de los mercados energéticos finales en comparación con los mercados energéticos de productos primarios.

En lo que se refiere a la creación de valor añadido (medido en términos amplios, ya que incluye gastos no energéticos, y por tanto es mayor que el citado en el resumen de este informe) por parte de los sectores de la transformación de la energía, el sector eléctrico creó 21.306 M€ (disminución del 3,0% respecto a 2009), el refino 20.653 M€ (disminución del 21,0% respecto a 2009), y el procesado del gas 1.598 M€ (aumento del 3,0% respecto a 2009). El resultado es que la contribución del sector eléctrico al valor añadido total del sector energético sigue aumentando, situándose ya por encima del sector refino.

### Energía eléctrica

Los gastos en el sector eléctrico provenientes de consumos finales en 2010 (29.566 M€, el 39,1% de los gastos en productos energéticos finales) disminuyeron un 1,1% respecto a 2009, a causa de la reducción de los gastos de los sectores demandantes (2,5% en la industria, 0,5% en el sector usos diversos y 2,5% en el sector transporte). La menor elasticidad de los precios de la electricidad de los sectores de usos diversos y la contracción de la industria post-crisis explican la menor disminución presentada por este sector en comparación con los demás.

En el año 2010, el 68,5% de los gastos en el sector eléctrico provino de la demanda del sector de usos diversos, el 28,7% del sector industrial, y el 2,7% restante del sector transporte. Si se reparten estos gastos según la energía primaria utilizada, podríamos decir que el gas es responsable de 8.206 M€ de los gastos en el sector (27,8% del total), la energía nuclear de 6.171 M€ (20,9% del total), la eólica de 4.315 M€ (14,6% del total), el carbón de 2.569 M€ (8,7% del total), la hidráulica de 4.528 M€ (15,3% del total), la solar de 687 M€ (2,4% del total) y las demás fuentes de energía de 496 M€ (1,7% del total).

### Combustibles fósiles

Los gastos en combustibles fósiles o sus derivados suponen el 60,9% (5.290 M€ del gas natural y 40.802 M€ de derivados del petróleo) del gasto total en productos energéticos finales, y sufrieron una disminución del 0,5% en 2010 respecto a 2009. El principal responsable de este gasto es el sector del transporte (65,0%), seguido por el sector de usos diversos (22,7%) y el sector industrial (12,3%).

El 84,6% (12.578 M€) de los impuestos netos recaudados sobre energías primarias y transformaciones energéticas provienen de este sector (el sector eléctrico contribuye con el 15,4%).

### Energías renovables

El análisis de las energías renovables comprende únicamente su utilización para la producción de electricidad, ya que los flujos económicos asociados a su uso para producción de energía térmica o para biocombustibles son despreciables respecto al total.

Este sector tiene una característica especial, y es que, salvo para la biomasa, no hay valor económico asignado al recurso que utilizan para la producción de energía (viento, sol, agua). De hecho, esta característica es compartida por la gran hidráulica.

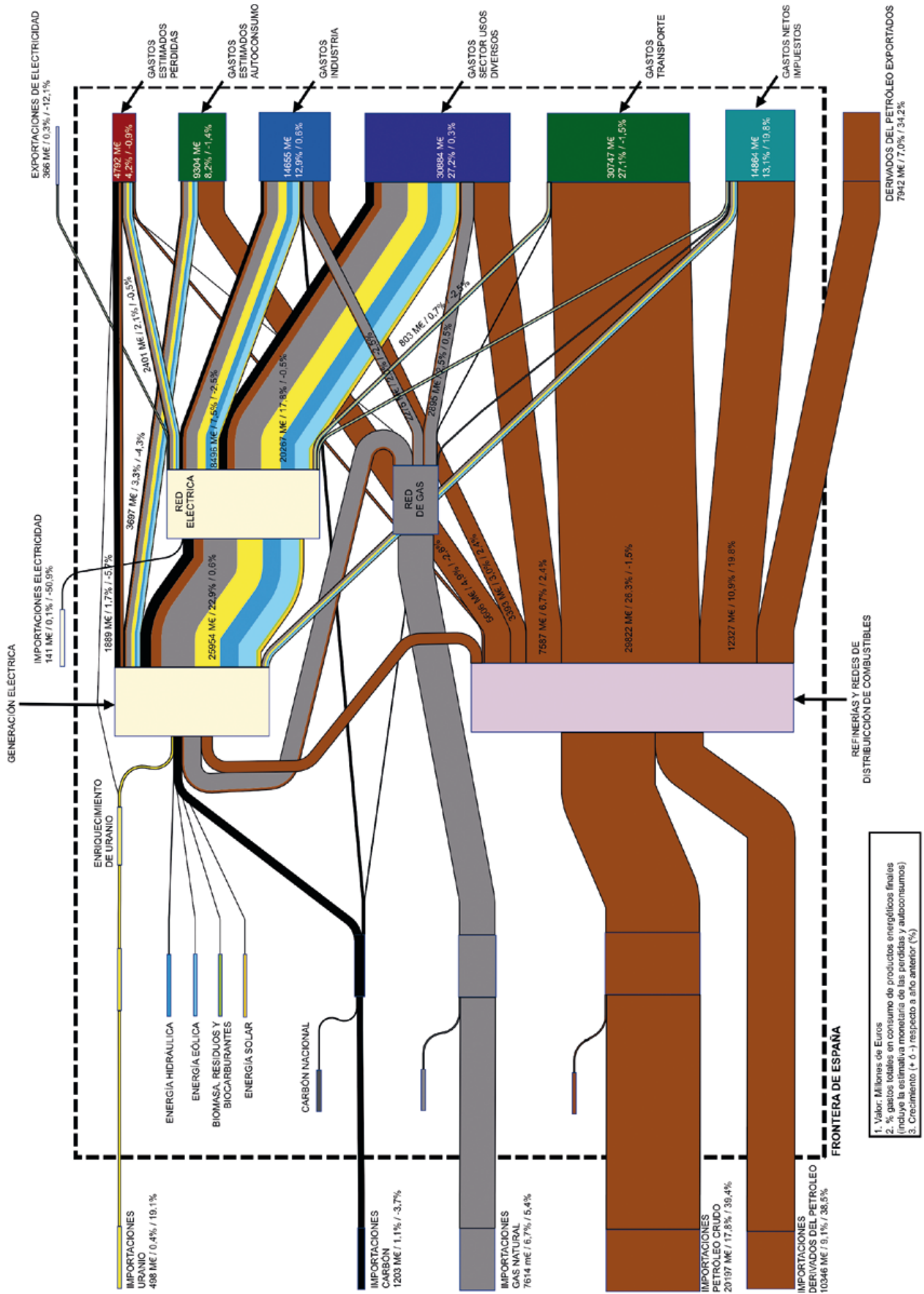
Esta ausencia de valor económico del recurso renovable hace que, si comparamos los flujos económicos que entran y salen del sector eléctrico, podamos observar cómo en 2010 fue necesario gastar un euro en la compra de energía primaria para obtener 3,36 euros de valor de la electricidad (descontando pérdidas, autoconsumos e impuestos). Este número puede compararse con el correspondiente al sector del refino, que es de 1,67 euros de valor por cada euro gastado en energía primaria. Es decir, que la presencia de materias primas renovables (de nuevo, salvo en el caso de la biomasa) hace que la creación relativa de valor económico sea mayor en aquellos sectores con mayor contribución de recursos renovables de coste nulo.

Toda la contribución de los recursos renovables a los flujos económicos corresponde a factores de producción no energéticos, y que por tanto constituyen una creación neta de valor económico añadido. Así, por ejemplo, el "combustible" viento (cuyo coste puede considerarse nulo) es responsable de un 14,6% (un aumento de 6,1% respecto a 2009) de los flujos económicos resultantes del sector eléctrico (representado en azul claro en el diagrama de Sankey).

Por supuesto, esto hay que ponerlo en perspectiva con la creación de valor económico (valor añadido más insumos no energéticos) en términos absolutos ya indicados al inicio de esta sección.

Otra interpretación interesante de este hecho en el diagrama Sankey económico se refiere a la seguridad energética, otro componente de la sostenibilidad. Efectivamente, uno de los principales riesgos asociados a la seguridad energética es el riesgo de precio del combustible, debido a la volatilidad del mismo y a su impacto en la economía.

En este sentido, una diferencia mayor entre el ancho del gasto en energía primaria (parte izquierda del diagrama) y los gastos en productos finales (parte derecha del diagrama de Sankey), indica una menor influencia del valor económico de las materias primas energéticas en el gasto total, y por tanto un menor riesgo asociado a variaciones en los precios de combustible. Por tanto, se puede decir que, a mayor diferencia en el ancho de los flujos iniciales y finales, mayor es la seguridad energética en términos de riesgo de precio.



1. Valor: Millones de Euros  
 2. % gastos totales en consumo de productos energéticos finales (incluye la estimativa monetaria de las pérdidas y autoconsumos)  
 3. Crecimiento (+ o -) respecto a año anterior (%)

## Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2010

Como ya se comentó anteriormente, y como novedad en esta edición del Observatorio, se presenta un diagrama de Sankey adicional en la página 22, en el cual se corrigen los flujos económicos en términos monetarios con la incorporación de los costes externos asociados a cada una de las actividades. Evidentemente, es difícil incluir todos los costes externos, por lo que sólo se han considerado aquellos más significativos: los debidos a las emisiones de CO<sub>2</sub>, de SO<sub>2</sub>, de NO<sub>x</sub>, y de partículas.

De esta forma, el diagrama presenta, de una forma aproximada, el valor económico real generado por cada una de las actividades del sector energético. Para ello partimos del diagrama de Sankey de flujos económicos presentado anteriormente, y restamos a cada flujo económico el coste externo correspondiente.

El resultado, presentado en la figura, muestra cómo el valor económico total generado por el sector energético se ve reducido sustancialmente cuando restamos el coste externo. De una cifra total anterior de 43.500 M€ pasamos a un valor económico corregido de 18.800 M€. Es decir, se reduce en un 57%. Los responsables de esta reducción son, fundamentalmente, los combustibles para el transporte (derivados del petróleo), que con un coste externo de 15.000 M€ hacen que el valor añadido neto generado por el sector del transporte pase de 20.600 M€ a 5.600 M€. También el gas y el carbón producen costes externos significativos, de 4.200 M€ y 4.000 M€ respectivamente. Así, el valor añadido por el sector eléctrico se reduce de 21.300 M€ a 17.300 M€, y el del procesado de gas pasa a tener valores negativos.

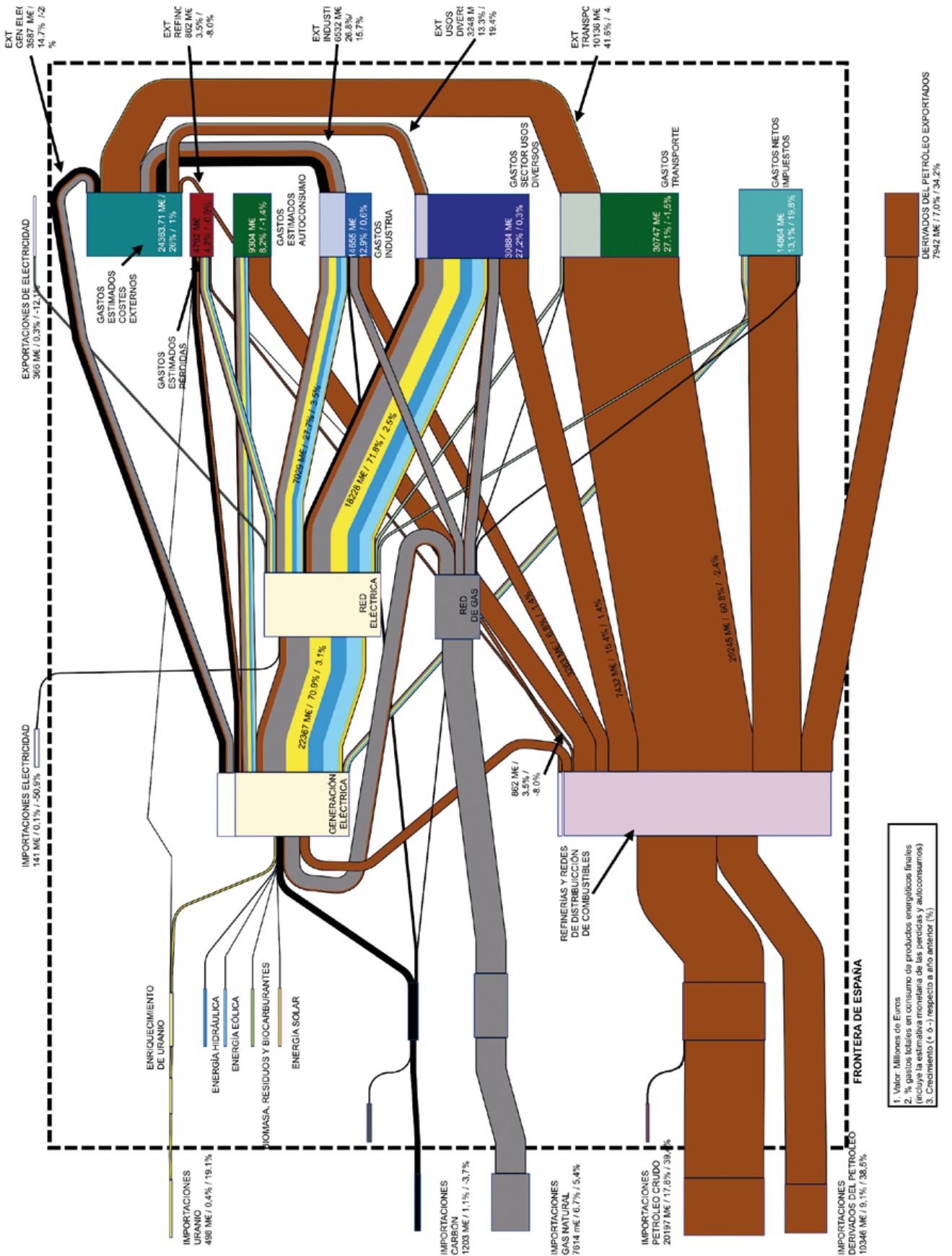
Todo ello resulta en una modificación del balance de valores añadidos presentado anteriormente: una vez descontados los costes externos, el sector eléctrico aporta el 75% del total del valor añadido del sector energético español, mientras que el

refino aporta el 25% y el gas como decíamos tiene un valor añadido neto negativo. Esto refuerza de manera importante el mensaje ya comentado anteriormente acerca de las energías renovables: al no tener costes externos significativos asociados, su contribución al valor añadido de la economía y también a la seguridad energética se ve amplificada.

También es interesante analizar el origen por contaminantes de estos costes externos, y los supuestos considerados para su cálculo. Esto se indica en la siguiente tabla. Los precios de las externalidades se han obtenido de distintos proyectos europeos relacionados con el cálculo de externalidades, y en el caso del CO<sub>2</sub>, de una revisión de modelos de evaluación integrada.

	Emisiones (Miles de Tons.)	Precio Externalidad (€/Ton.)	Coste total estimado (Mill. €)	Contribución relativa (%)
CO <sub>2</sub>	259764,01	30,6	7596	32,18
NO <sub>x</sub>	950,05	10500	9976	40,35
SO <sub>2</sub>	837,92	8000	6703	27,11
PM10	11,28	8000	90	0,36

Como se puede observar, la gran mayoría de los costes externos provienen de los contaminantes tradicionales (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>). Otra cuestión son las consecuencias a largo plazo de las emisiones: los contaminantes tradicionales tienen una vida mucho menor, y por tanto las posibles mejoras pueden ser más rápidas. En todo caso, 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 CO<sub>2</sub>.



1. Valor Millones de Euros  
 2. % gastos totales en consumo de productos energéticos finales (incluye la estimativa monetaria de las pérdidas y autoconsumos)  
 3. Crecimiento (+ ó -) respecto a año anterior (%)

## 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 partir de esta quinta edición, 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.catedrabp.upcomillas.es>

Las tablas incluidas en este anejo son:

- Tabla de datos de Contexto Internacional, 1 de 2
- Tabla de datos de Contexto Internacional, 2 de 2
- Tabla de datos de Contexto Nacional, 1 de 3
- Tabla de datos de Contexto Nacional, 2 de 3
- Tabla de datos de Contexto Nacional, 3 de 3
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010, 1 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010, 2 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010, 3 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010, 4 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010, 1 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010, 2 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010, 3 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010, 4 de 4



## Notas

### (1) Comentarios a la figura de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2010:

- 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.
- Siguiendo el convenio de la Agencia Internacional de la Energía, 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.

### (2) Comentarios a la figura de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2010:

- El objetivo de esta figura es imputar a cada uso final las emisiones de CO<sub>2</sub> 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.

- 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.

### (3) Comentarios a la figura de Flujos económicos en el sector energético español, 2010:

- Los datos para 2009 y 2010 se basan en los valores provisionales y estimaciones de los resultados de la contabilidad nacional del Instituto Nacional de Estadística. Para realizar los repartos de gastos en energía primaria y secundaria efectuados por los sectores de transformación energéticos y de consumo final se han utilizado informaciones de la contabilidad nacional de años anteriores, de entidades del sector energético (como REE, UNESA o IDAE), del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de aduanas, entre otros. Desgraciadamente no todos los datos son coherentes entre sí, por lo que ha sido necesario realizar algunas aproximaciones que, si bien no alteran esencialmente la figura, sí impiden utilizar los datos en cálculos que requieran precisión.
- Algunos valores absolutos de gastos del informe de este año no son directamente comparables con el informe edición 2010, porque han sido actualizados siempre que se ha encontrado alguna información adicional disponible.
- Supuestos principales de la construcción de la figura de flujos económicos:
  1. El concepto de valor añadido ampliado utilizado en el diagrama de Sankey económico incluye no sólo los factores de producción tradicionales, capital y trabajo, sino también todos los productos de origen no energético.
  2. Los valores monetarios de la demanda final para energía solar y biomasa no han sido representados por falta de datos.
  3. Solamente los flujos monetarios de energía para usos energéticos están representados en el diagrama de Sankey. Todos los costes, importaciones e ingresos del sector de refino se han multiplicado por la proporción de su uso para fines energéticos para excluir del flujo monetario la producción con fines no energéticos (datos del Minetur).
- Sobre la obtención de las tablas de origen y destino de la contabilidad nacional:
  1. Las tablas origen y destino para el año 2009 de la economía española respetan el resultado provisional

- publicado por el INE en diciembre de 2011 para la contabilidad nacional y utilizan los coeficientes técnicos de las tablas del año 2007 para desagregar los consumos intermedios e impuestos, excepto para los casos donde información adicional se encontraba disponible para algunos insumos energéticos.
2. Las tablas origen y destino para el año 2010 de la economía española respetan el resultado estimado publicado por el INE en diciembre de 2011 para la contabilidad nacional y utilizan los coeficientes técnicos de las tablas del año 2007 para desagregar los consumos intermedios e impuestos, excepto para los casos donde información adicional se encontraba disponible para algunos insumos energéticos.
  - Sobre la desagregación de cuentas económicas de las estadísticas del INE:
    1. Desagregación de las actividades del sector de la electricidad:
      - a. Todos los gastos energéticos del sector electricidad son atribuidos a la actividad de generación eléctrica;
      - b. La proporción de gastos (e ingresos) entre generación y gastos de red proviene de UNESA 2006;
      - c. La distribución por energía primaria del total de ingresos por venta de electricidad proviene de los datos de participación anual en la producción de las diferentes tecnologías de generación de electricidad (datos de REE);
      - d. Las pérdidas de generación y en la red provienen de los coeficientes técnicos del diagrama de Sankey energético;
      - e. El autoconsumo se imputa enteramente a la generación y su valor proviene de la estimación de los datos del INE;
      - f. Los márgenes comerciales y del transporte no se consideran;
      - g. Los impuestos netos se reparten en 75% pagos por la generación y 25 % por el transporte;
      - h. Las importaciones y exportaciones son contabilizadas enteramente en la actividad de transporte;
      - i. Se supone que todos los sectores compran la energía después del transporte, o sea, que todos los ingresos de generación provienen de transferencias hechas por el transporte después de obtenidos sus ingresos totales.
    2. Desagregación de los sectores de crudo, gas natural y uranio en la contabilidad nacional:
      - a. Todos los gastos contenidos en la contabilidad nacional son atribuidos al sector de extracción de crudos, o sea, todo el uranio y gas natural son importados;
      - b. El reparto de impuestos se obtiene de la tabla de origen. El impuesto sobre el uranio es considerado nulo;
      - c. Los márgenes comerciales y del transporte no se consideran;
  3. Desagregación de los productos gas natural y uranio en la contabilidad nacional:
    - a. El coste total del enriquecimiento de uranio corresponde al coste de importación del uranio y su valor añadido. El valor añadido es estimado por la diferencia de los pagos entre su único comprador, el sector eléctrico (datos de UNESA, 2006) y sus importaciones.
    - b. Todos los ingresos adicionales pertenecen a actividad del gas natural.
  4. Desagregación de los sectores refineras y enriquecimiento de uranio en la contabilidad nacional:
    - a. Todos los gastos, excepto la importación de uranio, son atribuidos al sector de refino;
    - b. Los impuestos son considerados en su totalidad pagos hechos por el sector de refino;
    - c. Todos los ingresos, excepto la compra de uranio enriquecido por el sector eléctrico, son atribuidos al sector de refino.
  5. Importaciones y exportaciones:
    - a. Todos los datos de importaciones y exportaciones se obtienen de las estadísticas de comercio exterior de Aduanas;
  6. Reparto final de transporte:
    - a. La contabilidad nacional presenta agregado el uso de combustibles para transporte y otros usos no locomotores (los gastos de transporte hechos por el sector industria se contabilizan en la contabilidad nacional dentro del sector industria, pero en el caso del diagrama de Sankey estos gastos pertenecen al sector del transporte). Para efectuar esta desagregación, la demanda final del sector del transporte, de usos diversos y de la industria se han redistribuido ex post según datos del MITYC.

---

# Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

## Especial Biocarburantes

## Informe especial biocarburantes

Por primera vez, a partir de esta edición del Observatorio, cada año analizaremos en mayor detalle un aspecto en particular del sector energético español. En este caso, el subsector elegido ha sido el de los biocarburantes, sobre el que además versará el Foro BP de Energía y Sostenibilidad que tendrá lugar en junio de 2012. Esta sección Especial Biocarburantes está estructurada en dos partes. La primera analiza las cifras relevantes en el subsector, así como su evolución reciente, mientras que la segunda consiste en una breve revisión del marco regulatorio vigente en España.

### Cifras relevantes

El consumo de biocarburantes en Europa, y también en España, ha aumentado considerablemente en los últimos años, como se aprecia en las figuras de la página siguiente. En España, según el informe anual de la CNE respecto al uso de biocarburantes en el 2010, las ventas anuales de biodiesel ascendieron a 1.515.254 m<sup>3</sup> (50 PJ, petajulios, 76,84% del total de los biocarburantes comercializados en 2010) y las de bioetanol a 411.387 m<sup>3</sup> (10 PJ, 23,16%). Estas ventas suponen un aumento del 31% y del 53%, respectivamente, en relación a las de 2009 (en conjunto, un 35%).

En la UE-15 se consumieron en el año 2010 4.252.867 m<sup>3</sup> de bioetanol y 11.206.612 m<sup>3</sup> de biodiesel (102 PJ y 370 PJ respectivamente).

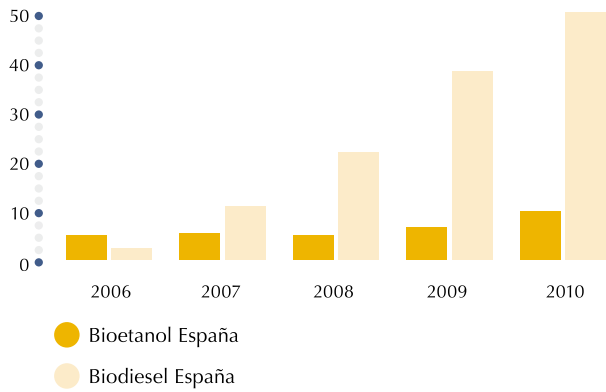
Esto, unido a la caída en el consumo de gasolinas y gasóleos de automoción, hizo aumentar el porcentaje en contenido energético que representaban los biocarburantes sobre el total comercializado de carburante de automoción

Así, el bioetanol comercializado respecto a gasolinas se situó en 2009 en un 2,4% en España y un 2,3% en la UE-15, y en 2010 alcanzó ya casi el 4% en España. Algo similar ha pasado con la proporción de biodiesel respecto a los gasóleos de automoción, aunque en este caso España ha ido casi un punto porcentual por debajo.

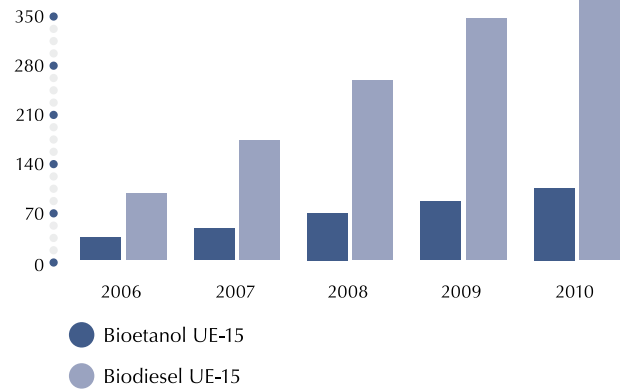
Combinando ambos factores, la proporción de ambos biocarburantes sobre el total de carburantes de automoción se acercó en España al 5% en 2010. Se aprecia como en nuestro país se han ido cumpliendo los objetivos fijados por la normativa en la Orden Ministerial ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte, o si se han incumplido, ha sido por pocas décimas, como ha pasado con el bioetanol en 2010 que se ha quedado en 3,88%, frente al objetivo de 3,9% debido a la incapacidad de incorporación de etanol durante los meses de altas temperaturas.

El bioetanol consumido en 2010 fue producido principalmente a partir de caña de azúcar (36%), maíz (31%) y trigo (19,5%). Se ha fabricado principalmente en España (49%), seguida de Brasil y Estados Unidos, que son los principales proveedores. Respecto al biodiesel, las principales materias primas usadas en su fabricación en 2010 han sido soja argentina (34%) y palma indonesia (30,55%). El 55% del biodiesel se ha producido en España, y el principal país de importación ha sido Argentina.

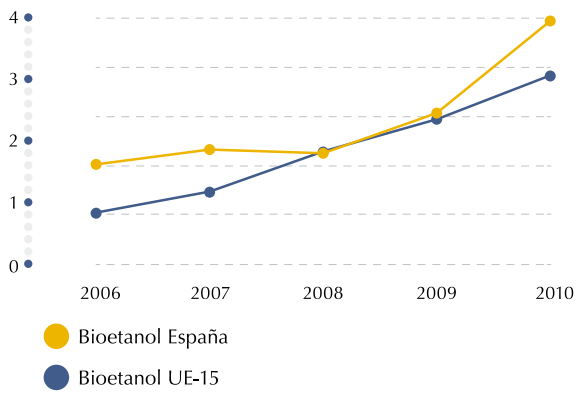
Consumo de biocarburantes en España PJ



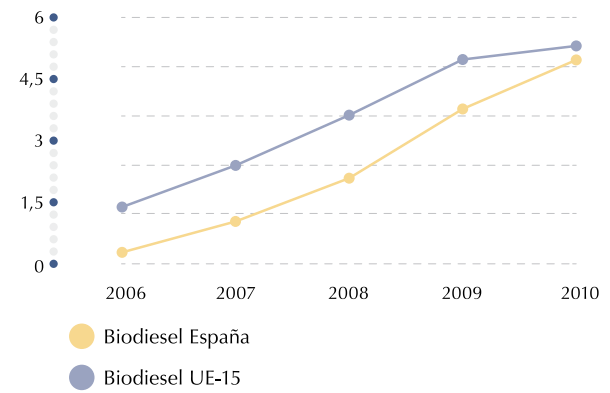
Consumo de biocarburantes en la UE-15 PJ



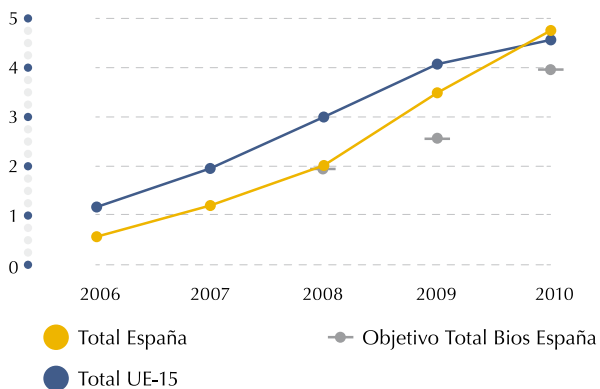
Presencia de bioetanol sobre gasolinas automoción % energía



Presencia de biodiesel sobre gasoleos automoción % energía



Presencia de biocarburantes sobre el total de carburantes de automoción % energía



## Marco regulatorio

El marco normativo general de biocarburantes se establece principalmente de acuerdo con los mandatos europeos de penetración de energías renovables y reducción de emisiones en el sector transporte. Desde una perspectiva nacional, los carburantes se rigen por lo establecido en la Ley del Sector de Hidrocarburos, de la que actualmente se está tramitando una nueva revisión (acuerdo del Consejo de Ministros del 1 de julio de 2011).

En el ámbito comunitario, los biocarburantes están regulados por la Directiva 2009/28/CE sobre el uso de energías renovables y biocarburantes, donde se establecen los objetivos europeos de energías renovables para 2020. En esta Directiva se establece un objetivo de incorporación del 10% de energías renovables (biocarburantes u otras) en el consumo de energía dentro del sector del transporte y se establecen los criterios de sostenibilidad de aplicación a biocarburantes, que se desarrollan en el siguiente apartado de esta sección.

Según la Ley nacional vigente, los biocarburantes están a priori sujetos a las mismas reglas que los derivados del petróleo. Se habilita al gobierno para establecer los objetivos de biocarburantes, así como los mecanismos de apoyo para cumplirlos y sus mecanismos de control asociados.

### Objetivos de incorporación de biocarburantes

En la legislación nacional existen ciertos objetivos de uso de biocarburantes. Éstos se expresan como porcentaje de contenido energético de bioetanol y biodiesel frente al total de gasolinas y gasóleos comercializados con fines de transporte.

Producto	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	2013 (%)
Objetivo de gasolinas	3,90	3,90	4,10	4,10
Objetivo de diesel	3,90	6,00	7,00	7,00
Objetivo global	5,83	6,20	6,50	6,50

En todo caso, es importante remarcar que cualquier propuesta de incremento de biocarburantes ha de realizarse acompañada por el ritmo de desarrollo de tecnología de fabricación de biocarburantes de segunda generación y al ritmo de renovación del parque de vehículos.

### Sostenibilidad

A continuación se detallan los criterios de sostenibilidad de aplicación a los biocombustibles (biocarburantes usados para transporte y otros biocombustibles usados para calefacción o generación de electricidad).

De acuerdo con lo establecido en la Directiva 2009/28/CE sobre el uso de energías renovables y biocarburantes, en noviembre de 2011 se traspusieron los criterios de sostenibilidad que deben cumplir los biocarburantes que circulen dentro del sistema nacional a partir de 2013. El Real Decreto 1597/2011 contempla:

- I. La regulación de los criterios de sostenibilidad de los biocombustibles (ver a continuación), así como los métodos para calcular la reducción de emisiones asociadas a su uso, y los mecanismos de control y justificación asociados.
- II. El establecimiento del sistema nacional de verificación de la sostenibilidad de los biolíquidos.
- III. En el cumplimiento de las obligaciones, contará doble la incorporación de todos aquellos biocombustibles producidos a partir de residuos, materias primas celulósicas no adecuadas para el uso en alimentación y material lignocelulósico.

Uno de los principales criterios de sostenibilidad establece que todo componente bio dentro de la mezcla fósil de acuerdo con la Directiva Renovables (artículo 17) ha de cumplir con el requisito de la reducción de gases de efecto invernadero directos de la utilización de los biocombustibles igual al 35% (50% en 2017) de reducción de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles.

El biocombustible no ha de provenir de zonas de rica biodiversidad, de zonas con elevadas reservas de carbono, ni de zonas turberas o humedales turbosos y habrá de ser obtenido bajo el cumplimiento de los criterios agrarios y medioambientales exigidos a la hora de recibir las subvenciones agrícolas dentro de la política agraria común.

De cara a la implementación de los criterios de sostenibilidad, es necesario el reconocimiento de los esquemas nacionales de otros países de la Unión Europea, así como la rápida identificación por parte de las instituciones de proveedores no sostenibles con objeto de que, en el caso de no haber sido identificados por las autoridades responsables, no sea el sector de hidrocarburos quien sea penalizado por falta de cumplimiento. En este sentido, es fundamental crear un marco regulatorio claro que permita a los sujetos obligados cumplir e incentivar las inversiones a largo plazo.



## Observatorio de la Energía y Sostenibilidad en España

28 de Febrero de 2012