

Hacia un escenario energético justo y sostenible en 2050



*En recuerdo de nuestros amigos y compañeros
Nicolás Martín-Sosa, Ladislao Martínez,
Antonio Lucena y Ramón Fernández Durán*

Área de Energía

Ecologistas en Acción

Marqués de Leganés 12 - 28004 Madrid

Teléfono: +34-91-531 27 39

<http://www.ecologistasenaccion.org/energia>

Con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de
Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

*Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son
de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y
no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que
apoyan económicamente el proyecto.*

Agradecimientos:

*Ecologistas en Acción quiere manifestar su agradecimiento a Francisco Heras
Fernández, Margarita Mediavilla Pascual, Íñigo Capellán Pérez, Mariano
González, Luis González Reyes, Abel Esteban Ceballos, Felipe Yuste Santos,
Fernando Cembranos, Elvira Cámara y Eva Miguel Cuñado por la revisión
del texto, las aportaciones, sugerencias y correcciones al documento; a Jose
Luis García Cano por la maquetación; a Emilio Menéndez Pérez por su visión
práctica y sus comentarios iniciales; a Jorge Riechman Fernández Pérez, Yayo
Herrero López, Cote Romero López, Francisco Castejón Magaña, Javier González
Bayón, Francisco Ramos Muñiz, y a todas las personas de Ecologistas en Acción
y de otras organizaciones que se dedican a construir pensamiento en torno a
la sostenibilidad ambiental y la justicia social, por contribuir a hacer de este un
mundo que merece la pena vivir. También queremos agradecer a las personas
que organizaron las jornadas de revisión del documento y análisis cualitativo
de escenarios: Marisa Plaza, Yolanda Picazo y Paca Blanco, y por supuesto a las
personas que participaron en las sesiones, por sus valiosas ideas y aportaciones:
Hortensia Grau Juan (ICV), Marisa Marcos García (Ecologistas en Acción de
Móstoles), Elena Marcos Gómez (Ecologistas en Acción de Móstoles), Javier
Andaluz Prieto (Ecologistas en Acción de Salamanca), Felipe Yuste Santos
(Ecologistas en Acción de Salamanca), Amaia Zabalua Dorronsoro (Goiener),
Sara Arce Ortiz (Ecologistas en Acción de Madrid), Erika Martínez Lizarraga
(Equo), Alberto Bezurrarte Fernández (Equo, Goiener, Gure Energía), Carlos
Villete (Ecologistas en Acción de Cuenca), Francisca Blanco Díaz (Ecologistas en
Acción de Madrid), Pepe Larios Martón (Equo), Jordi Bigues (periodista), Pilar
Vega Pindado (Universidad Complutense de Madrid), Juan José Fuentetaja
(Som Energía Madrid), Sergio Zapatero Campo (Ecologistas en Acción de
Extremadura), Mónica Monteagudo Casas (Equo, Goiener, Gure Energía),
Ana Etchenique Calvo (CECU), Cote Romero López (Plataforma por un Nuevo
Modelo Energético), Marisa Castro (Ekologistak Martxan Bizkaia), Guillermo
Herraiz Medel (Ecologistas en Acción de Zaragoza), Eloi Nolla Subirats
(Ecologistes en Acció de Tarragona i les Terres de l'Ebre), Carmen Ibarlucea
Paredes (Equo), Jordi López Ortega (Universidad Carlos III), Alfredo Cano (Som
Energía Barcelona, Plataforma por un Nuevo Modelo Energético), Raúl Cezar
(Plataforma por un Nuevo Modelo Energético), Cristóbal Gallego (Observatorio
Crítico de la Energía), Francisco Castejón Magaña (Ecologistas en Acción)
Rodrigo Irurzun Martín de Aguilera (Ecologistas en Acción de Madrid), M^a Isabel
Diez Leiva (Ecologistas en Acción de Burgos)*

Ecologistas en Acción agradece la reproducción de este informe
siempre que se cite la fuente

Este informe se puede descargar en

<http://ecologistasenaccion.org/article2050.html>

Noviembre 2015

Sumario

Resumen	4
Introducción	10
Objetivos	13
Principios de trabajo	13
Situación actual	14
Consumo de energía final	15
Consumo de energía primaria	16
Evolución de las energías renovables	17
Gases de efecto invernadero.....	18
Consecuencias y características del modelo energético actual	19
Propuesta de sistema energético para 2050	22
Consideraciones respecto a la demanda de energía.....	23
Consumo de energía per cápita.....	23
Evolución de la población en el Estado español.....	25
Características de un sistema energético justo, sostenible y posible.....	25
Mecanismos para la transición energética.....	27
Herramientas sociales impulsoras del cambio	29
Consumo de energía en el escenario propuesto.....	29
Evolución del consumo por usos y por fuentes	32
Cobertura de la demanda por sectores.....	38
Análisis cualitativo de factores y escenarios	49
Conclusiones	55
Anexo I. Metodología	57
Glosario y unidades	58
Bibliografía	59



Resumen

El modelo energético actual, basado en el consumo de fuentes de energía fósil, es insostenible.

El modelo energético actual, basado en el consumo de fuentes de energía fósil, es insostenible por dos razones fundamentales:

1. El cambio climático producido (principalmente) por la combustión de petróleo, gas y carbón, hace que debamos plantearnos una urgente y rápida sustitución de las fuentes de energía fósiles por fuentes renovables.
2. Tanto los combustibles fósiles, como el uranio y los materiales necesarios para sostener un uso intensivo de la energía, son finitos. Según muchos estudios el pico de extracción del petróleo convencional ya ha ocurrido o está próximo a suceder. Otras investigaciones sitúan en las próximas décadas el del uranio, el gas, y el carbón.

Ante esta situación surge desde el ecologismo social la necesidad de plantear una transición energética hacia un horizonte justo y sostenible basada en los siguientes principios:

- **La energía como bien de acceso universal.** La energía es un bien necesario para la vida, por lo que debe garantizarse su acceso universal para eliminar la pobreza energética, reducir al máximo las desigualdades y permitir a las personas disfrutar de una vida digna. También es un bien escaso, por lo que priorizar los usos ambiental y socialmente deseables es fundamental para garantizar que se cubran las necesidades básicas.
- **Control social del sistema energético.** Un bien básico como la energía debería gestionarse de forma transparente y democrática. Contar con un sistema de generación, distribución y consumo totalmente participado por una ciudadanía informada tendería hacia el autoconsumo, la descentralización y posiblemente la autosuficiencia. Este tipo de gestión es más alcanzable cuando se apuesta por la simplicidad tecnológica.
- **Sin deuda ecológica.** Pensar en un modelo justo también con otros pueblos pasa por respetar los límites ecológicos del territorio, evitando depredar recursos o utilizar sumideros ajenos.
- **Eficiente ahorrador y de bajo consumo.** Reducir la necesidad de energía aumentando la eficiencia, pero sobre todo, como parte de

un sistema socioeconómico que permita a las personas ser felices y tener una vida buena con poco consumo energético.

- **Adaptado a la futura disponibilidad energética** notablemente más baja que la actual, con una potencia disponible cuantitativa y cualitativamente menor.
- **Basado en energías limpias.** Respetar el planeta reduciendo al máximo su impacto en la extracción de recursos materiales, en su implantación en el territorio y en la generación de residuos. Por la urgencia de la actuación frente al cambio climático, el modelo debe dejar de emitir gases de efecto invernadero cuanto antes.

La propuesta plantea un escenario de transición hacia un modelo basado en la **soberanía energética**, en el que los individuos conscientes, las comunidades y los pueblos tomen sus propias decisiones respecto a la generación, distribución y consumo de energía, de modo que estas sean apropiadas a sus circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, sin afectar negativamente a terceros.

Esta propuesta no es una solución cerrada e inmovible. Es más bien un punto de partida que pone de manifiesto las dificultades, alternativas, retos y oportunidades que se plantean a la hora de abordar un escenario de transición energética basado en los supuestos planteados. El estudio plantea una transición gradual y ordenada, basada en la articulación de las fuerzas sociales, económicas y políticas hacia un fin: la sostenibilidad ambiental y la equidad social. El cambio, sin embargo, podría ser abrupto, de seguirse con las políticas actuales hasta llegar a puntos de ruptura basados en la insostenibilidad material y económica del sistema actual. Este y otros escenarios se analizarán de forma cualitativa en el capítulo final del informe.

Situación de partida:

En el Estado español la demanda de **energía final** (la directamente consumida) ha aumentado a un ritmo elevado hasta el comienzo de la crisis económica, un 21 % de media entre 1995 y 2005, para ir reduciéndose en los años posteriores a un ritmo menor (un 10 % entre 2005 y 2010). Este aumento

se ha producido en todos los sectores, especialmente en comercio, servicios y sector residencial, aunque es el transporte el principal demandante, con un 40 % del total. Por fuentes se observa una reducción del carbón como fuente de energía final, un aumento del consumo del petróleo y un notable incremento del gas. La demanda de electricidad también ha aumentado aunque, pese a los altos precios del petróleo después de la crisis, esta tendencia se ha estancado.

La **energía primaria** (la obtenida directamente de las fuentes) ha seguido una evolución similar a la de la energía final. En total el consumo de energía primaria ha aumentado un 46 % entre 1990 y 2012, aunque ha alcanzado máximos de un 65 % respecto de 1990 en años previos a la crisis (2005). Por fuentes destaca el aumento del gas natural que ha multiplicado por cinco su consumo de 1990 a 2012 -debido a su consumo directo en hogares y empresas y a su utilización para producir electricidad-. La demanda de petróleo ha crecido un 13 % y la de carbón se ha reducido un 20 %. En total el 75 % de la energía primaria del estado proviene de fuentes fósiles.

Pese al gran potencial de producción de **energías renovables** y a los diferentes planes estatales y autonómicos para su fomento, estas fuentes apenas supusieron un 12 % de la energía primaria en el año 2012. Además, aproximadamente la mitad de la producción renovable corresponde a biomasa y agrocombustibles, de dudosa sostenibilidad en muchos casos. Aún así, la evolución de algunos sectores, como la energía fotovoltaica o la eólica, demuestra que con los incentivos adecuados el despliegue de estas tecnologías se puede hacer de forma rápida y efectiva, sin perder de vista que las características propias de las energías renovables (una baja tasa de retorno energético, dificultad de almacenamiento e irregularidad en el suministro) hacen que el sistema energético que dibujan sea notablemente diferente al actual.

El actual modelo energético del estado es altamente dependiente de materias primas provenientes de otros países -combustibles fósiles, uranio, agrocombustibles-. Actualmente se importa alrededor del 85 % de la energía primaria, lo que supone una continua sangría económica, gran inestabilidad, y una gran deuda energética y ecológica con los

países productores. Los procesos de extracción, transporte y utilización de estas fuentes de energía producen graves efectos ambientales (contaminación, deforestación, destrucción de hábitats, accidentes nucleares...) y sociales (desplazamiento de comunidades, guerras, dictaduras...). La consecuencia más global y de más magnitud de este modelo es el cambio climático, que ya está poniendo en peligro a millones de personas.

La energía se considera un bien de mercado más, no una necesidad básica, lo que hace que se den al mismo tiempo situaciones de pobreza energética y derroche de energía. El mercado energético en el estado está dominado por un oligopolio de empresas que frenan cualquier propuesta que perjudique sus intereses, como la generación renovable distribuida, la eficiencia energética o la movilidad sostenible. La generación además está fuertemente centralizada, lo que desvincula el consumo de energía de su generación y sus impactos, desincentivando las posibilidades de acción de la ciudadanía.

Propuesta de sistema energético para 2050

¿Cuánta energía necesitamos?

Una vez que el consumo de energía permite la satisfacción de las necesidades básicas de la vida, un aumento en la demanda energética no se corresponde con un incremento del bienestar. Algunos autores apuntan que debido al aumento de la eficiencia energética, en 2020 se podría conseguir un índice de desarrollo humano alto con un consumo de aproximadamente 1tep/hab. Otros estudios señalan que para conseguir un escenario de igualdad energética global las sociedades más industrializadas deberían reducir su consumo aproximadamente a una cuarta parte del actual, hasta llegar aproximadamente a 1,2 tep/hab.

¿Que tipo de modelo proponemos?

El modelo propuesto es **respetuoso con los límites del planeta**, tanto en la extracción de materiales como en la generación de residuos, lo que implica utilizar únicamente fuentes renovables y no generar deuda ecológica.

También es un sistema **justo**, que garantiza el acceso universal a la energía y **bajo control democrático**, plenamente participado por la ciudadanía (en la producción, el consumo y la gestión), con transparencia y sin ánimo de lucro.

Es un sistema **resiliente, descentralizado e interconectado**. Basado en microrredes autosuficientes, autogestionadas e interconectadas, que tienen integrados sistemas de generación, almacenamiento y gestión, y que cuentan con el apoyo de centrales de mayores dimensiones para garantizar el suministro y minimizar posibles costes económicos o ambientales.

Es un modelo **realista** que tiene en cuenta el futuro **escenario de escasez** y las **limitaciones de las energías renovables** en cuanto cantidad, calidad de la energía producida y dificultad de almacenamiento. También considera el **aumento de la población** que se dará previsiblemente debido al aumento de las migraciones por el cambio climático.

¿Cómo conseguir un modelo así?

El escenario que proponemos se conseguirá mediante varios mecanismos, algunos directamente relacionados con la gestión energética y otros con aspectos más sociales.

En cuanto a los mecanismos directamente vinculados con gestión energética tenemos:

- 1. Reducción del consumo energético.** Mediante mecanismos de eficiencia energética acompañados de medidas que eviten el efecto rebote, como el establecimiento de límites decrecientes en el consumo energético.
- 2. Electrificación.** De todos los sectores, incluido el transporte.
- 3. Gestión de la demanda.** Se propone la adecuación del consumo a la disponibilidad de recursos, al contrario que actualmente.
- 4. Apuesta por la generación renovable distribuida.**
- 5. Participación ciudadana en la gestión del sistema.**

El cambio social necesario para conseguir la transición energética que se propone, debe utilizar las siguientes herramientas:

1. Información que permita la elección con criterios de sostenibilidad, y sobre las consecuencias de no llevar a cabo la transición energética.

2. Educación que revise las categorías culturales con las que se percibe la realidad y promueva los valores y actitudes necesarias para el cambio.

3. Formación profesional para ejercer las actividades profesionales desde criterios “bajos en carbono”

4. Comunicación que facilite la implicación social, la participación activa en el cambio de modelo, que comunique los éxitos, involucre a referentes sociales y restrinja la publicidad.

5. Apoyo a la innovación y a la participación social que favorezca el debate sobre energía y permita ensayar diferentes estrategias para el cambio de modelo, como Ciudades en Transición, Grupos de Racionamiento de Carbono, etc.

6. Mejora de la gobernanza.

7. Revisión del valor para fomentar la desinversión en combustibles fósiles **y los indicadores económicos principales**, para que reflejen realmente las pérdidas de biodiversidad, servicios ambientales, etc.

¿Cómo es el consumo de energía en el escenario propuesto?

En 2050 se produce una disminución del consumo de energía final en consonancia con la menor energía disponible y la necesidad de repartirla a nivel global. En el año 2050 se consumiría aproximadamente un tercio de la energía final de 2015 y un 27 % de la energía primaria, pasando de 134.470 ktep en 2015 a 36.767. Para este periodo se ha previsto un aumento de la población del estado, ya que se tiene en cuenta el aumento del número de personas que se verán obligadas a migrar por causa del cambio climático. Se estima que la población alcanzará los 65 millones de personas en 2050. Por este motivo la reducción del consumo per cápita, tanto de energía primaria como final, es aún más acusado que el total. El consumo de energía final per cápita pasa de 2,13 tep en 2015 a 0,50 tep. En cuanto a la energía primaria la reducción es aún mayor, pasando de 2.91 tep/cap en 2015 a 0,57 tep/cap en 2050.



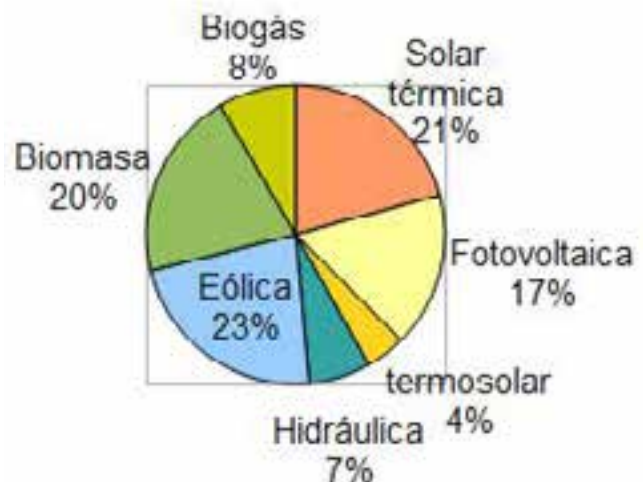
Variación de la demanda final de energía por sectores Resumen propuesta de consumo final de energía (ktep)			
Sector	2015	2050	Variación (%)
Industria	20.701	8.853	- 57 %
Transporte	41.774	8.045	- 81 %
Residencial	16.534	10.508	- 36 %
Comercial y servicios públicos	10.043	2.859	- 72 %
Agricultura y forestal	2.677	1.418	- 47 %
Pesca	39	33	- 15 %
Otros	746	594	- 20 %
Total	92.513	32.311	- 65 %

El sector que más reduce su consumo energético es el del transporte, debido a la disminución de la movilidad de personas y mercancías y al aumento del transporte colectivo. También reducen notablemente su consumo la industria -por la disminución de la actividad- y los sectores residencial, comercial y de servicios públicos, gracias a un aumento en la eficiencia de los edificios.

En cuanto a las fuentes de energía primarias, se produce un abandono completo de la energía nuclear, que deja de estar operativa antes de 2030, y de los combustibles fósiles. De estos es el carbón el que antes se abandona (se deja de utilizar primero como fuente de energía eléctrica y más tarde en sus usos industriales), el petróleo disminuye paulatinamente y el gas, después de un repunte debido a su papel de energía de transición, sigue la misma línea de reducción.

En 2050 las principales fuentes primarias de energía son: energía eólica (23 %) solar térmica (21%), solar fotovoltaica (17 %), biomasa (21 %), biogás (8 %) hidráulica (6 %) y termosolar eléctrica (4 %).

Figura 1. Consumo de energía primaria en 2050 (ktep)



Las necesidades de energía para usos térmicos (calefacción, agua caliente, hornos) se reducen en gran parte debido a la disminución de la necesidad de climatización. Las fuentes utilizadas mayoritariamente en la actualidad (carbón, petróleo y gas) se sustituyen por energía solar térmica, biomasa, biogás y electricidad proveniente de fuentes renovables.

Para la generación de electricidad las energías renovables desplazan a los combustibles fósiles y la energía nuclear. Las centrales nucleares y térmicas de carbón son las primeras en dejar de producir electricidad, viéndose sustituidas por producción fotovoltaica, eólica, termosolar e hidráulica. El gas natural se convierte en una fuente energética de transición hasta el final del periodo, cuando se cierran definitivamente las últimas centrales de ciclo combinado.

Para el transporte se sustituyen los derivados del petróleo principalmente por electricidad, con aportaciones de biogás y agrocombustibles.

¿Cómo es la cobertura de la demanda en los distintos sectores?

Industria. La demanda se reduce a la mitad de la actual (quedándose en 9.000 ktep). El carbón mantiene un uso residual hasta 2045, los productos petrolíferos dejan de utilizarse en 2025 y el gas en 2050. Estas fuentes son sustituidas por energías renovables para usos térmicos y electricidad. Se da un proceso de transformación industrial con una reducción generalizada de la actividad, que será especialmente acusada en la industria química y del petróleo, la extractora y de transformación (minerales no metálicos, siderurgia, fundición y transformación metálica), la automoción y la construcción.

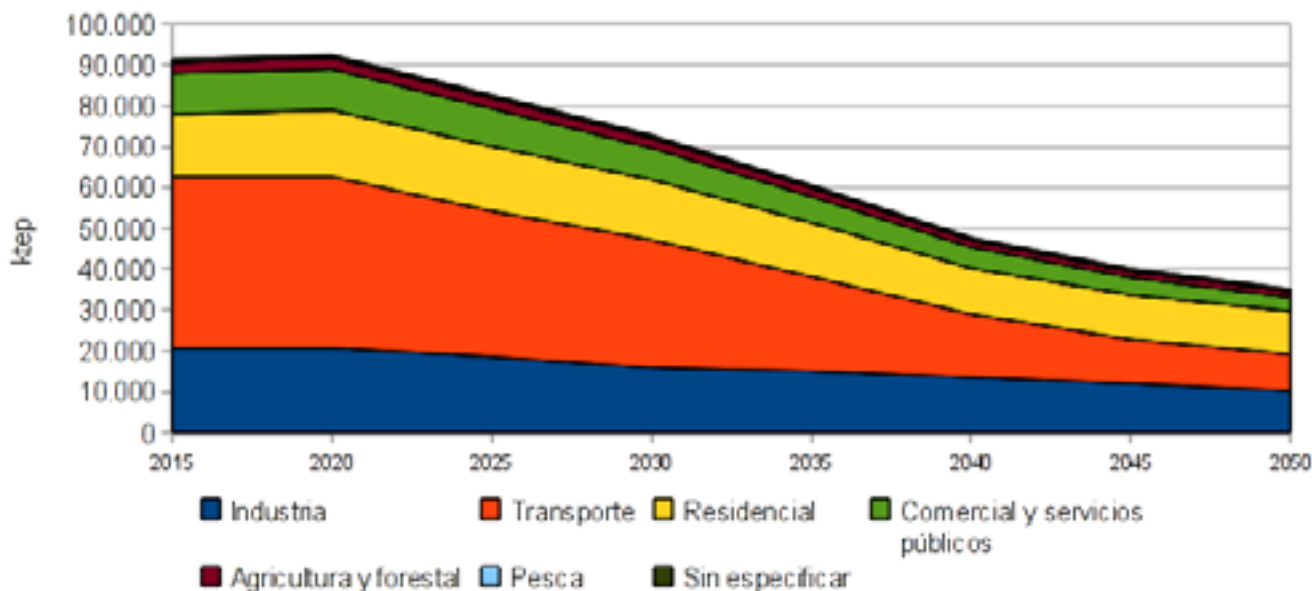
Transporte. La reducción de la movilidad (pasajeros y mercancías) y el cambio modal hacia el transporte colectivo y electrificado, hacen que la demanda de energía del sector se reduzca hasta llegar a un 20 % de la actual. Entre las fuentes energéticas finales no se encuentran derivados del petróleo, sino un 65 % de electricidad, un 25 % de agrocombustibles y un 10 % de biogás.

Administración servicios y comercio. El consumo energético de este sector se produce mayoritariamente en edificios (90 %). La reducción de la demanda mediante medidas de eficiencia energética hace que disminuya el consumo de energía hasta el 45 % del actual, para pasar de un consumo de 10.043 ktep en 2012 a 4.000 ktep en 2050. Este consumo se cubre principalmente con electricidad (un 92 %).

Sector residencial. Gracias a la rehabilitación energética se puede reducir entre un 35 % y un 50 % la necesidad de calefacción en los edificios existentes, y hasta en un 80 % en obra nueva. Además, entre un 60 % y un 90 % del consumo de agua caliente se puede proporcionar gracias a la energía solar térmica. La solar térmica también puede proporcionar entre el 50 % y el 80 % de las necesidades de calefacción en las viviendas que disponen de capacidad para ello. El resto se proporciona mediante biomasa, electricidad y en menor medida geotermia. El consumo de electrodomésticos e iluminación se reduce por la racionalización de usos y el aumento de la eficiencia.

Agricultura. La agricultura mantiene su consumo energético, aunque reduce su dependencia del petróleo (actualmente un 61 %) sustituyéndolo por electricidad, biocarburantes y tracción animal. Se utilizará además biogás, biomasa, geotermia y solar térmica.

Figura 2. Evolución del consumo de energía final por sectores 2015-2050 (ktep)





Introducción

El ser humano ha sido capaz a lo largo de la historia de utilizar fuentes energéticas para su provecho, posibilitando gracias a ellas el desarrollo de sociedades cada vez más complejas.

El ser humano ha sido capaz a lo largo de la historia de utilizar fuentes energéticas para su provecho, posibilitando gracias a ellas el desarrollo de sociedades cada vez más complejas. Sin embargo, no es hasta el siglo XIX cuando se da un salto cualitativo mediante el aprovechamiento a gran escala de la energía contenida en los combustibles fósiles.

La Revolución Industrial comienza con la utilización de carbón y el desarrollo de los primeros motores (máquina de vapor). En el siglo XX se añade al carbón la extracción y quema de petróleo, y en las últimas décadas también del gas natural. El incremento exponencial en el consumo de energía posibilita el desarrollo social, económico, y la mundialización creciente de los intercambios, al tiempo que deviene en un aumento paralelo de la población mundial.

Pero este incremento del consumo energético lleva aparejado unos importantes impactos a nivel ecológico, derivados de la contaminación y la emisión de GEI (gases de efecto invernadero) asociados a su combustión.

Por otra parte, una gran parte de la población mundial, incluidas capas importantes en los países industrializados, siguen en situación de pobreza, y con limitaciones importantes en la utilización de recursos básicos. Es decir, la sobreabundancia de recursos energéticos no ha servido para mejorar la calidad de vida de todas las personas, ni siquiera en muchos aspectos, de aquellas con acceso a los recursos.

A esta situación hay que añadir el hecho de que la sociedad industrial y postindustrial en la que vivimos ha generado una altísima dependencia respecto a los combustibles fósiles, y que tanto los combustibles fósiles como el uranio y los materiales necesarios para sostener una alta utilización de las fuentes energéticas son recursos limitados a nivel planetario, y todas estas materias están ya dando muestras de agotamiento. Y el hecho también de la alta concentración empresarial en el sector de la energía precisa de grandes inversiones de capital para hacer posible la extracción, transformación y distribución mundial de las fuentes energéticas dominantes.

A nivel mundial, el 81,7 % de la energía primaria consumida en el año 2012 provino de combustibles fósiles, a lo que hay que sumar un 4,8 % de energía nuclear, y un 10 % de bioenergía, fundamentalmente biomasa en países o regiones no industrializadas, quemada de forma ineficiente, insostenible y contaminante.

La energía hidroeléctrica representaba el 2,4 % del consumo, muchas veces también en forma de grandes presas con tremendos impactos ambientales y sociales, y la energía renovables modernas (geotermia, solar, eólica...) un exiguo 1,1 % del total (1).

En este contexto el panorama mundial está comenzando a cambiar. Nos encontramos en un momento en el que existen dos fuerzas contrapuestas. Por un lado, los enormes poderes económicos, interesados en mantener un modelo energético que posibilite continuar con la acumulación de capital, y por otro, el desarrollo de tecnologías de aprovechamiento de fuentes renovables, cada vez más baratas y modulares, lo que permite a las personas y las comunidades hacer un uso eficiente de la energía por sus propios medios.

Al contrario de lo que sucede con los combustibles fósiles y el uranio, que requieren de grandes inversiones económicas y están concentrados en ciertas regiones del planeta, la energía que proporciona el sol, el viento, el agua, y el resto de fuentes renovables, están repartidas por el planeta de forma más uniforme. Además, son accesibles a las personas y requieren en general menores inversiones.

Desde la perspectiva del ecologismo social existe la necesidad de dar respuesta a los interrogantes que plantea la crisis planetaria en la que nos adentramos. Uno de los aspectos importantes y urgentes es la necesidad de plantear alternativas viables en el plano energético, como herramienta de lucha contra el cambio climático, pero también como respuesta frente al agotamiento de los combustibles fósiles, la desigual distribución de los recursos y la falta de control

1 Datos estadísticos de la Agencia Internacional de la Energía



democrático de la energía.

El cambio climático requiere una acción urgente y ambiciosa debido al ritmo y escala de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Para evitar el riesgo de realimentaciones y cambios bruscos e irreversibles en el clima se debería mantener la concentración de GEI por debajo de 350 ppm (partes por millón) lo que se correspondería con un aumento aproximado de la temperatura global de 1,5°C.

La concentración actual supera las 400 ppm. Es necesario reducir, inmediatamente y a buen ritmo, la concentración de estos gases en la atmósfera. Esto implica, entre otras medidas, no extraer una buena parte de las reservas de combustibles fósiles (2).

El cambio de sistema energético tiene que ir acompañado de un cambio de sistema económico. No es posible continuar con el sistema capitalista, que necesita un crecimiento económico continuo, en un mundo finito ya que el crecimiento está directamente vinculado al aumento de la extracción de materiales y de la producción de residuos.

Ante esta situación urge el análisis de aspectos cuantitativos y cualitativos: Cuánta energía es necesaria para sostener una vida digna para las generaciones presentes y futuras, cuáles deben ser las fuentes energéticas, y cómo deben ser gestionadas.

Hay poco tiempo de reacción. La transición hacia una sociedad “descarbonizada” debe comenzar cuanto antes. Así quizá se pueda dar una transición consciente, planificada, pacífica y que logre una mayor sostenibilidad, equidad y justicia social.

Cuanto más demoremos la toma de decisiones y la acción, mayor será la probabilidad de enfrentarnos a un proceso caótico, que producirá desigualdad y mucho sufrimiento.

2 La Agencia Internacional de la Energía (AIE) avanzó en su informe de 2012 que para cumplir los compromisos climáticos (de un aumento de 2 °C, no de 1,5 °C), al menos dos terceras partes de las reservas tendrían que quedarse bajo tierra, otros informes hablan de un enfoque cauto en el que sólo se quemaría un 20 % de las reservas totales de combustibles fósiles para 2050.

Objetivos

En respuesta a esta situación, y ante la necesidad de mostrar alternativas posibles, Ecologistas en Acción plantea los siguientes objetivos para esta propuesta:

- Dibujar desde la óptica del ecologismo social un escenario energético justo, sostenible y realista en el Estado español para 2050.
- Proponer una transición energética, secuenciando los cambios principales que se deben dar en el modelo energético y señalando los cambios en el sistema económico y social necesarios para lograr este escenario.
- Evaluar las posibilidades de reducción del consumo de energía mediante cambios en la organización social y económica.
- Evaluar las posibilidades de consumo de energía 100 % renovable en todos los sectores de la economía.
- Profundizar en el debate interno y externo respecto a la necesidad de transitar hacia otro modelo social, productivo y energético como respuesta al cambio climático y a la escasez y encarecimiento de los combustibles fósiles.

Principios de trabajo

Para conseguir estos objetivos no es suficiente con plantear únicamente un escenario 100 % renovable. Es necesario contemplar también otros principios necesarios para que el modelo energético que proponemos sea además justo y sostenible.

Un modelo justo

La energía como bien de acceso universal

La energía es un bien necesario para la vida, por lo que debe garantizarse su acceso universal para eliminar la pobreza energética, reducir al máximo las desigualdades y permitir a las personas disfrutar de una vida digna. También es un bien escaso, por lo que priorizar los usos ambiental y socialmente deseables es fundamental para garantizar que se cubran las necesidades básicas.

Control social del sistema energético

Un bien básico como la energía debería gestionarse de forma transparente y democrática. Contar con un sistema de generación, distribución y consumo totalmente participado por una ciudadanía informada tendería hacia el autoconsumo, la descentralización y posiblemente la autosuficiencia. Este tipo de gestión es más alcanzable cuando se apuesta por la simplicidad tecnológica.

Sin deuda ecológica

Pensar en un modelo justo también con otros pueblos pasa por respetar los límites ecológicos del territorio, evitando depredar recursos o utilizar sumideros ajenos.

Un modelo sostenible

Eficiente ahorrador y de bajo consumo

Reducir la necesidad de energía aumentando la eficiencia, pero sobre todo como parte de un sistema socioeconómico que permita ser felices y tener una vida buena con poco consumo energético.

Adaptado a la futura disponibilidad energética

Notablemente más baja que la actual, con una potencia disponible cuantitativa y cualitativamente menor.

Basado en energías limpias

Respetar el planeta reduciendo al máximo su impacto en la extracción de recursos materiales, en su implantación en el territorio y en la generación de residuos. Por la urgencia de la actuación frente al cambio climático, el modelo debe dejar de emitir gases de efecto invernadero cuanto antes.

En definitiva la propuesta plantea un escenario de transición hacia un modelo basado en la **sobreranía energética**, en el que los individuos conscientes, las comunidades y los pueblos tomen sus propias decisiones respecto a la generación, distribución y consumo de energía, de modo que estas sean apropiadas a sus circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, sin afectar negativamente a terceros.



Situación actual

La mitad de la demanda de energía final en el estado español se cubre mediante productos petrolíferos.

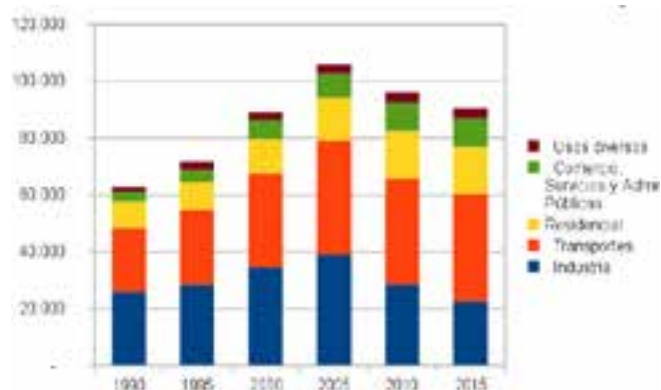
Consumo de energía final

Para que la sociedad pueda utilizar la energía es necesario realizar ciertos procesos (como refinar el petróleo para obtener gasolinas, quemar carbón o gas para producir electricidad, etc). En estos procesos se pierde una parte de la energía, que varía según la eficiencia de cada caso. Por ejemplo en la producción de energía eléctrica a partir de carbón o uranio se pierde alrededor de un 70 % de energía, a partir de gas se pierde aproximadamente la mitad. En cambio, cuando no se utilizan ni procesos de combustión ni fisión nuclear, como en la hidroeléctrica o la eólica, obtener electricidad es un proceso mucho más eficiente desde el punto de vista energético. A la energía utilizada directamente por la sociedad se le denomina energía final y es la que se analiza en este apartado.

En el Estado español el consumo de energía final aumentaba a un ritmo muy fuerte hasta la llegada de la crisis, (el aumento entre 1995 y 2000 fue de un 24 % y entre 2000 y 2005 de un 19 %). Con la crisis producida por el estallido de la burbuja inmobiliaria el consumo ha ido reduciéndose paulatinamente, pero a un ritmo menor (un 10 % entre 2005 y 2010).

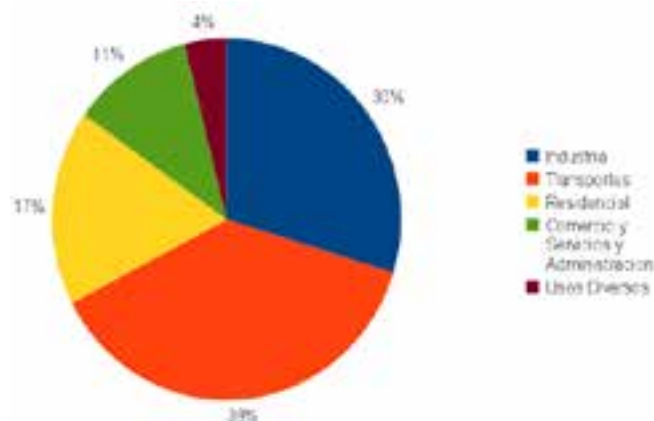
Si comparamos la situación en 1990 y la actual, vemos que el sector que ha aumentado proporcionalmente más su demanda, multiplicándola por tres, es el de comercio y servicios. El sector residencial también aumenta considerablemente su demanda (70 %). En términos absolutos es el sector del transporte el que ha crecido más en los últimos años, y a día de hoy es el primer demandante de energía del estado, con casi un 40 % del total, como podemos observar en la figura .

Figura 3. Evolución de la demanda de energía final por sectores analizada cada 5 años (*)



(*) Desde 1990 hasta 2015, para este último año los datos son estimados. Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del IDAE*

Figura 4. Consumo de energía final en el Estado español por sectores 2012

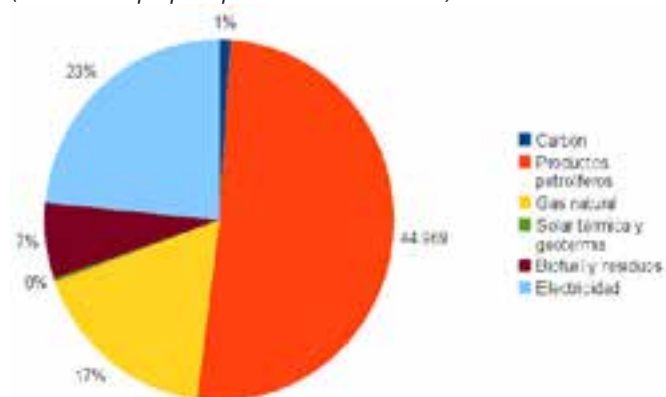


(Elaboración propia a partir de datos del IDAE)

La mitad de la demanda de energía final en el Estado español se cubre mediante productos petrolíferos, debido al uso casi exclusivo de estos combustibles para el transporte y su utilización también en industria, los sectores residencial, comercial y servicios públicos y en agricultura, así como su uso como materia prima (13 % del total de petróleo).

Figura 5. Consumo de energía final en el Estado español por fuentes 2012

(Elaboración propia a partir de datos del IDAE)



La evolución del consumo per cápita ha sido creciente, pasando de 1,34 tep en 1980 a 2 tep en 2010, con un máximo en 2005 de 2,33 tep por persona y año. Por fuentes, se observa un descenso en el consumo de carbón como energía final, un incremento importante en el consumo de petróleo, así como de gas natural, del que prácticamente no existía consumo en 1980 y que en 2012 representaba el 18 % del consumo total de energía final. Se ha producido también un notable incremento en el consumo de electricidad, prácticamente multi-

plicándose por dos y medio en estas tres décadas. La crisis económica ha detenido este proceso, pero a pesar del elevado precio del petróleo en términos históricos, no se ha producido un desplazamiento del consumo hacia la electricidad. Se observa también en los últimos años un aumento en el uso de agrocombustibles como energía final.

Consumo de energía primaria

Como ya se ha comentado el consumo de energía primaria es mayor que la energía que realmente se emplea porque de media alrededor de un 25 % de la misma se pierde al transformar la energía para su uso.

En la figura 6 se puede observar la evolución del consumo de energía primaria en el Estado español desde 1990 hasta 2010. Al igual que la energía final, el consumo de energía primaria ha ido en aumento desde 1990 a 2005 pasando de 88.022 a 145.815 ktep (1). El ritmo de crecimiento ha sido muy alto (de casi el 25 % entre el año 1995 y el 2000 y de un 20 % entre el 2000 y el 2005). El nivel de demanda de 2005 se mantiene hasta 2007, año en el que comienza a descender debido a la crisis (reducción de la construcción, la movilidad y el consumo). En 2010 la demanda de energía primaria se reduce un 10 % con respecto a 2005. En los años siguientes aunque con cierta tendencia a reducirse, la demanda se mantiene en niveles similares.

En total el consumo de energía primaria ha aumentado un 46 % entre 1990 y 2012. Han sido los efectos de la crisis económica, y no medidas de ahorro o eficiencia, los que han hecho que este porcentaje no fuera mayor, ya que en 2005 este incremento era de un 65 %.

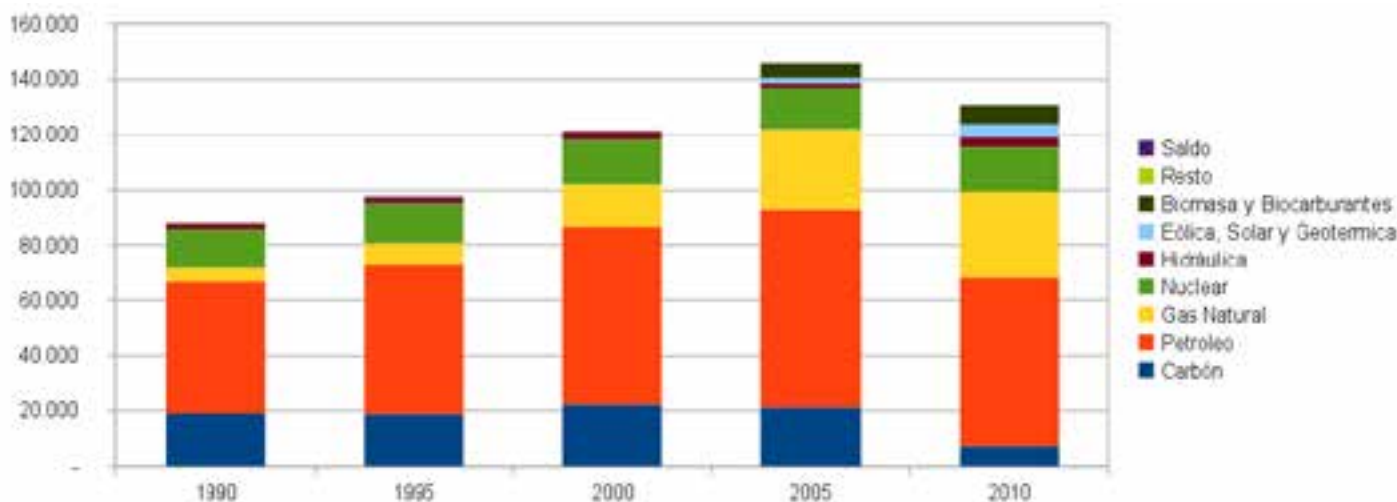
Si observamos la evolución por fuentes resalta el aumento de gas natural, que ha más que quintuplicado su consumo, pasando de 5.000 ktep en 1990 a 28.184 ktep en 2012 (debido a la introducción del mismo en los hogares y a la instalación de centrales de ciclo combinado para producir electricidad).

La demanda de petróleo ha crecido un 13 % en este periodo. En cambio el carbón ha reducido su demanda aproximadamente un 20 %, pasando de 18.974 ktep a 15.510 ktep (con un mínimo en 2010 de 7.156 ktep). Este repunte de una fuente de energía poco eficiente y muy contaminante (sobre todo en términos de emisiones de CO₂) se explica por las ayudas y subvenciones recibidas por su uso en generación eléctrica.

En la figura 7 puede observarse el reparto entre fuentes para un año concreto (2012) donde se ve con claridad el predominio de las fuentes fósiles, sobre todo del petróleo.

En total se observa que el 75 por ciento de la energía primaria del estado proviene de fuentes fósiles.

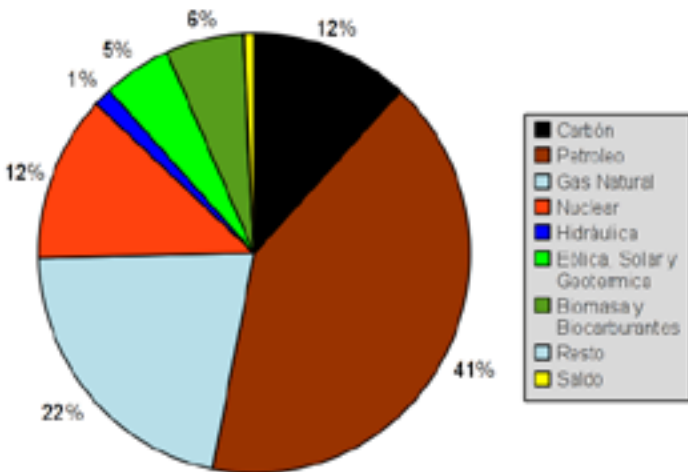
Figura 6. Evolución del consumo de energía primaria en el Estado español, por fuentes, desde 1990 hasta 2010



1 Ktep = 1000 toneladas equivalentes de petróleo

Fuente: MINETUR

Figura 7. Consumo de energía primaria en el Estado español en 2012



Fuente: MINETUR

Evolución de las energías renovables

Pese a que ha habido varios planes estatales y autonómicos de fomento de las energías renovables, hay tecnologías en las que no se han cumplido los objetivos planteados. Los ejemplos más patentes son la solar térmica de baja temperatura y la biomasa para usos térmicos.

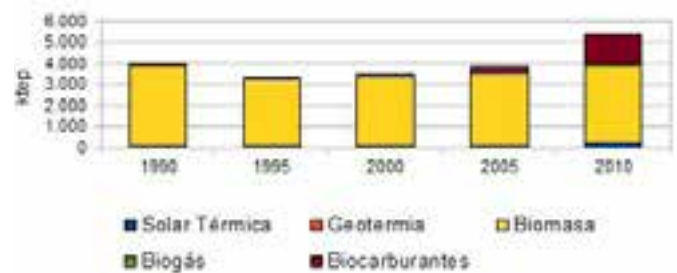
En caso de la solar térmica, el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) preveía alcanzar 2010 con 4,9 millones de m² instalados, con un incremento entre 2005 y 2010 de 4,2 millones de m².

La realidad ha sido que en ese periodo se instaló menos de la mitad de lo previsto (1,5 millones de m²), alcanzando en 2010 los 2,3 millones de m², el 55 % del objetivo.

En cuanto a la biomasa para usos térmicos se preveía pasar de una utilización, en términos de energía primaria, de 3.487 ktep en el año 2004 a 4.070 ktep en el año 2010, un incremento de 583 ktep. La realidad es que el incremento fue de 263 ktep (45 % de lo previsto).

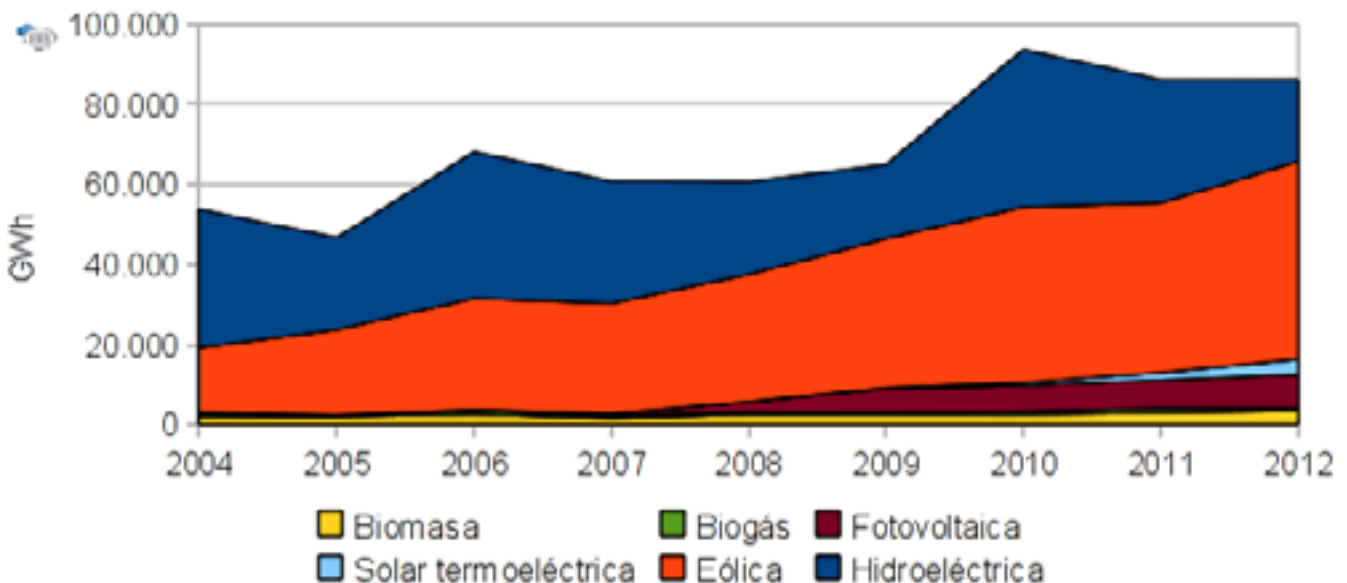
En el sector de los agrocombustibles, por su parte, se preveía pasar de una utilización de 228 ktep de energía primaria en 2004 hasta los 2.200 ktep en 2010 (un incremento de 1.972 ktep), que se quedaron en 1.442 ktep, con un incremento de 1.214 ktep (el 61 % del objetivo).

Figura 8. Evolución del consumo de renovables como energía final (usos térmicos y biocarburantes).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MINETUR

Figura 9. Generación eléctrica a partir de fuentes renovables



Fuente MINETUR

En el sector de la producción eléctrica a partir de renovables se planteaba un incremento de 15.462 MW de potencia instalada, pasando de 27.032 MW en 2005 a un objetivo de 42.494 MW en 2010. En ese año se ha superado el objetivo de potencia instalada, alcanzando los 44.911 MW. Pese a ello la producción es menor que la esperada ya que no se llegan a los 102.259 GWh sino que se quedan en 94.497 GWh.

Dentro de los objetivos del plan se preveía ampliar la potencia instalada de gran hidráulica pero si de pequeña y medianas instalaciones (menos de 10 MW y entre 10 y 50 MW, respectivamente). Los objetivos de incremento de potencia, de 360 MW y 450 MW se han cumplido en un 52 % y en un 39 % en cada uno de los casos. La realidad es que en el 2010 hay instalados 3.087 MW de hidráulica mediana y 1.926 MW de minihidráulica, suponiendo un cumplimiento del 52 % y del 39 % respectivamente.

La energía eólica es una de las que tuvo un aumento durante el periodo 2005-2010 más acorde al plan, ya que llegó a 20.793 MW superando los 20.155 MW previstos.

En cuanto a la energía solar fotovoltaica, el plan preveía una potencia instalada de 400 MW en 2010. Ese año, realmente había instalados 3.944 MW, casi diez veces más, lo que da cuenta de la gran capacidad para instalar este tipo de energía en el Estado español. La solar termoeléctrica también superó, aunque en menor medida, las previsiones del plan, alcanzando los 682 MW de potencia instalada, en lugar de los 500 MW previstos.

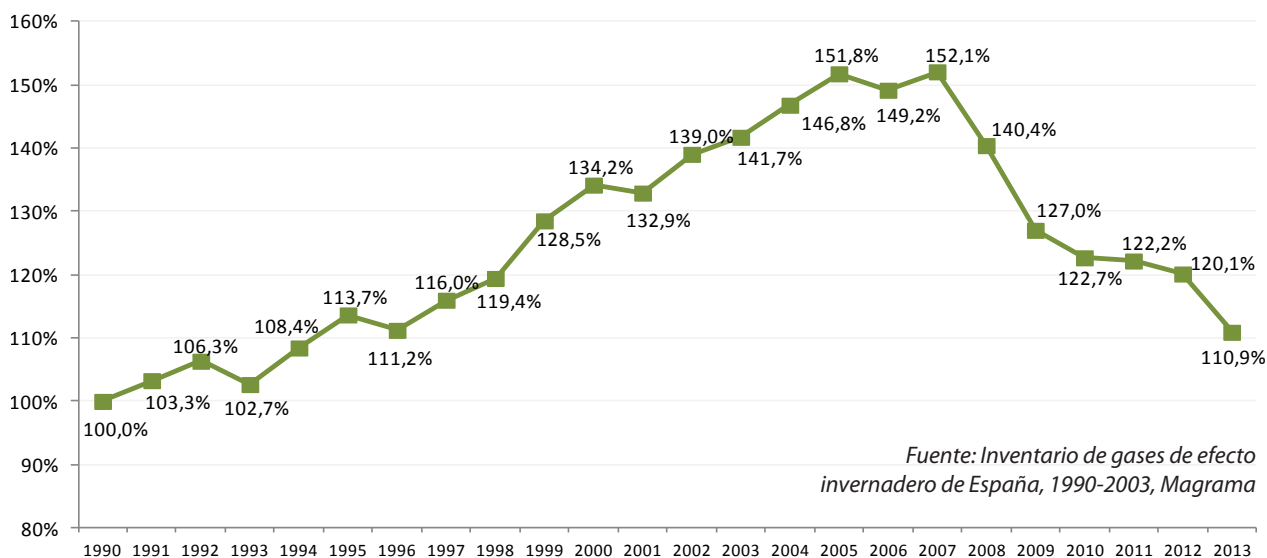
Éste análisis muestra que hay capacidad de generar energía renovable en el estado y que con los incentivos adecuados el despliegue de estas tecnologías se puede hacer de forma rápida y efectiva. Es necesario tener en cuenta, eso sí, que el sistema energético que dibujan es notablemente distinto del actual, debido a las características propias de las energías renovables (una baja tasa de retorno energético, dificultad de almacenamiento e irregularidad en el suministro)

Gases de efecto invernadero

A nivel mundial las emisiones de gases de efecto invernadero no han dejado de crecer, siendo en la actualidad un 40 % mayores que las existentes en 1990. La contribución de los diferentes países a este aumento de emisiones (y por o tanto su responsabilidad frente al cambio climático) no ha sido la misma ni históricamente ni desde el comienzo de las negociaciones climáticas en el seno de la ONU.

En el Estado español las emisiones han aumentado muy por encima de los compromisos adquiridos por la UE en el contexto del Protocolo de Kioto (a España se le permitía un aumento de un 15 % respecto a las de 1990, en el periodo 2008-2012). En los años previos a la crisis económica (2005, 2006, 2007) el nivel de emisiones era alrededor de un 50 % mayor que el nivel de 1990. En 2012 las emisiones eran un 18 % superiores al nivel base, aún lejos del 15 % acordado. Es conveniente señalar que la reducción del 50 al 20 % se produce por efecto de la disminución de actividad en determinados sectores producida por la crisis económica, no como respuesta a políticas de reducción de emisiones.

Figura 10. Evolución emisiones de GEI en el Estado español (año base, 1990 = 100)



Las emisiones de CO₂ derivadas del uso de la energía representan entorno al 75 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del Estado debido a la gran dependencia de los combustibles fósiles, que representan alrededor del 75 % del total de la energía primaria. Es por ello que, frente al cambio climático, urge tomar medidas para reducir el consumo energético y para descarbonizar la producción de energía utilizando fuentes renovables.

Las estadísticas oficiales sobre emisiones de gases de efecto invernadero tienen en cuenta únicamente las producidas dentro del territorio de cada país (“responsabilidad del productor”) sin contemplar el papel del comercio internacional. Si por el contrario se considera a un país responsable de todas las emisiones asociadas a su demanda interior, independientemente de dónde se hayan producido, estamos tomando un enfoque de “responsabilidad del consumidor”.

En el Estado español, bajo este enfoque, el aumento de emisiones para el periodo 1995 -2007 fue mayor que el que indican las estadísticas y además esta diferencia fue creciente (de un 10 % para 1995 a un 31 % en 2007) (2). La mayor parte de éstas emisiones se deben además al comercio con países que no tienen compromiso de reducción. Esta situación es similar en otros países con compromiso de reducción de emisiones, lo que puede suponer que se está dando un desplazamiento de las emisiones desde estos países hacia otros sin compromisos para producir bienes que se consuman en los primeros. Este enfoque nos sitúa aún más lejos de haber cumplido con los objetivos de reducción propuestos.

Consecuencias y características del modelo energético actual

El modelo energético del Estado español es tremendamente insostenible en todos los planos: económico, ecológico y social. Es un sistema basado fundamentalmente en los combustibles fósiles y en menor medida en la energía nuclear, ambos importados del exterior en su práctica totalidad. Es un modelo que genera contaminación y cambio climático. Es un modelo basado en el mercado,

que no contempla las necesidades de las personas y las comunidades.

Dependencia energética y deuda ecológica

Según el MINETUR (3), un 73,2 % de toda la energía que se consumió en España en 2012 proviene del exterior. A este dato hay que añadirle la energía nuclear (ya que la totalidad del uranio utilizado en las centrales proviene de otros países) con lo que el porcentaje aumenta a un 86,5 %. También hay que considerar que la mayor parte de los biocarburantes se fabrican con materia prima importada lo que hace que el autoabastecimiento de “biomasa, biocarburantes y residuos” sea un 70 % y no un 77 como aparece en las estadísticas del Ministerio.

Demanda y autoabastecimiento de energía primaria en el Estado español en 2012			
Fuente energética	Demanda (ktep)	Producción (ktep)	Autoabastecimiento (%)
Petróleo	58.317	101	0,2
Gas natural	28.930	45	0,2
Carbón	12.456	2.287	18,4
Nuclear	15.024	0	0
Hidráulica	2.631	2.631	100
Eólica, solar y geotérmica	5.226	5.226	100
Biomasa, biocarburantes y residuos	7.280	5.615	70
Saldo imp-exp	-524	-	-
Total	129.340	15.905	12,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MINETUR(3). Se ha considerado la nuclear como una fuente energética no autóctona y se ha corregido el dato de biomasa, biocarburantes y residuos.

La dependencia de recursos del exterior crea una continua sangría económica y gran inestabilidad. Genera también una gran deuda energética con los países extractores que, por lo general, tienen consumos de energía per cápita más bajos que el nuestro. Pese a ello sus recursos energéticos no se destinan a satisfacer las necesidades de la población local, sino que se exportan enriqueciendo a una élite de empresarios y gobernantes. Además de la energética, podemos hablar de una deuda ecológica contraída con las comunidades y poblaciones que sufren los impactos de la extracción y el transporte de estos materiales.

2 Más información en el libro “La responsabilidad de la economía española en el calentamiento global” coordinado por Jordi Roca Jusmet y editado por Los Libros de la Catarata y Fuhem Ecosocial (2013)

3 La energía en España 2012. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Modelo basado en combustibles contaminantes y con recursos limitados

En el Estado español los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) y el uranio suponen alrededor del 85 % del consumo total de energía. Nuestra economía está basada en recursos finitos, con máximos de extracción previstos para un futuro próximo, o incluso ya superados (la Agencia Internacional de la Energía admitió que la extracción de petróleo crudo llegó a su pico en 2006). Los descubrimientos anuales de petróleo a nivel mundial alcanzaron su máximo histórico en la década de los años 60, desde entonces, ningún incremento del precio ha podido invertir esta tendencia a la baja. El gas sigue una evolución similar a la del petróleo. Algunos estudios también anuncian que hasta los combustibles considerados más abundantes, como el uranio y el carbón, podrían tener problemas de suministro en las próximas décadas

Generador de grandes impactos

Cambio climático

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas mayoritariamente por el uso de combustibles fósiles ha desencadenado el mayor desequilibrio ambiental de nuestro tiempo a nivel global. Está aumentando la temperatura de la atmósfera y el océano (9 de los 10 años más cálidos registrados han sucedido a partir del año 2000), se reduce la cantidad global de nieve y hielo y sube el nivel del mar (4).

A un nivel más local el cambio climático ha supuesto ya la reducción significativa de los recursos hídricos disponibles en la península ibérica y en los archipiélagos. Además tiene efectos directos en la biodiversidad, como un evidente desplazamiento y desaparición de especies o el aumento del área de distribución de especies invasoras, junto a una mayor fragilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas.

La Península Ibérica es uno de los territorios más vulnerables de Europa frente al cambio climático, según los informes elaborados desde 2005. Además de la incidencia general en los procesos

ecosistémicos (por aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones e incremento de los eventos extremos), sufre vulnerabilidades específicas para territorios de alta montaña, zonas áridas, sistemas hídricos y el litoral (especialmente las costas bajas del Mediterráneo), para diversas actividades humanas (desde la agricultura al turismo) y para la propia salud humana.

Otros impactos ambientales y sociales

Además del cambio climático el uso de combustibles fósiles conlleva otros impactos ambientales y sociales que irán en aumento debido a la escasez.

Impactos en los lugares de extracción

Desplazamiento de comunidades, contaminación de acuíferos, pérdida de tierras, escapes de crudo... la extracción de combustibles fósiles supone graves impactos ambientales y sociales en sus lugares de origen. Además la creciente escasez hace que cada vez se amplíen más las fronteras de extracción, llegando a lugares como los suelos marinos profundos o el Ártico. También fomenta la explotación de yacimientos con peor rendimiento energético, utilizando técnicas cada vez más peligrosas e impactantes como los aprovechamientos de arenas bituminosas o la fractura hidráulica (*fracking*).

La importancia estratégica de estos combustibles y su desigual reparto por el planeta, hacen que la población de las zonas en las que se localizan estos recursos esté continuamente sometida a conflictos (régimenes autoritarios, guerras, etc.), y se vulneren de forma sistemática los derechos humanos.

En su transporte

Durante el transporte desde los lugares de extracción a los de refino o consumo estos combustibles también generan graves problemas ambientales (mareas negras, escapes de oleoductos, etc). Pero además el control de las zonas de paso estratégicas genera tensión, que de nuevo se traduce en conflictos armados, dictaduras y otras formas de violencia.

Impactos en su utilización

Además del cambio climático el uso de energía fósil tiene asociados otros impactos. La contaminación atmosférica, que afecta sobre todo a los entornos urbanos y a los alrededores de centrales térmicas,

4 Según el 5º informe del IPCC

provoca al año alrededor de 27.000 muertes prematuras en el Estado español, de acuerdo a las últimas estimaciones de la Comisión Europea (5). Esta contaminación no sólo daña la salud de las personas sino que también degrada los ecosistemas (por ejemplo por efecto del ozono, alterando el equilibrio de nutrientes del suelo o provocando lluvia ácida).

Pero además el uso de combustibles fósiles ha acelerado y multiplicado la capacidad destructora de nuestras sociedades. Un ejemplo paradigmático es la generalización de un modelo de transporte basado en el automóvil, que ha modificado profundamente las ciudades, haciéndose más extensas, ruidosas y deshumanizadas, y cediendo gran parte del espacio público al uso del vehículo privado. En el medio rural la presencia del automóvil hace a sus habitantes dependientes de este modo de transporte para satisfacer necesidades básicas como sanidad, educación o incluso alimentación. En cuanto al impacto en el territorio, la amplia red viaria ha desnaturalizado una gran superficie de suelo. La fragmentación de ecosistemas producida por la red viaria es una grave amenaza para la biodiversidad.

Impactos de la energía nuclear

Al tratarse de un recurso limitado, la energía nuclear comparte algunas características con el uso de los combustibles fósiles. La extracción de uranio genera graves daños ambientales y sociales en los territorios en los que se implementa y la escasez creciente del recurso hace que se estén ampliando las zonas de extracción (y, al igual que en el caso del *fracking*, llega a territorios cercanos como el proyecto de mina de uranio en la provincia de Salamanca).

Pero además la utilización de combustible nuclear lleva asociada graves riesgos de contaminación por radiactividad, como ha quedado tristemente de manifiesto en los diferentes accidentes nucleares de la historia, y más recientemente en Fukushima. Otro de los graves problemas de esta fuente de energía son los residuos nucleares. La larga vida de estos residuos, del orden de cientos de miles de años, y su peligrosidad, dificultan su gestión, no existiendo todavía una solución técnica viable.

Por otro lado, no se trata de una tecnología neutra en carbono, como se quiere hacer ver, ya que el ciclo de vida completo de la producción de energía nuclear es totalmente dependiente del petróleo. Además la nula flexibilidad de la producción de electricidad de origen nuclear produce un efecto perverso frenando el desarrollo de las energías renovables.

Energía al servicio del mercado

El actual modelo no considera la energía como una necesidad básica sino como una mercancía más que se rige por las leyes del mercado. Este hecho hace que al mismo tiempo que las grandes empresas del oligopolio energético aumentan sus beneficios y en muchos casos se derrocha energía, cada vez un mayor número de personas sufre pobreza energética, no pudiendo satisfacer sus necesidades básicas de calefacción, iluminación o transporte.

Por estar dentro del mercado, la gestión energética está dirigida a conseguir el mayor beneficio económico de las empresas, por lo tanto se fomenta el consumo de energía (a mayor consumo mayor beneficio), no se priorizan los usos social y ambientalmente deseables, ni se pretende mejorar el bienestar de las personas. La reducción del consumo y la eficiencia energética quedan pues siempre en un segundo plano.

El control que el oligopolio energético ejerce sobre el poder político hace que se legisle según sus intereses, poniendo freno a cualquier iniciativa que pueda reducir sus beneficios, como sería el fomento de la generación renovable distribuida, la eficiencia energética en edificios y otros como una política valiente de movilidad sostenible o la apuesta por el ferrocarril.

El modelo actual es opaco y no permite la participación social, además está fuertemente centralizado, lo que desvincula el consumo de energía con su generación, dificultando la comprensión del sistema e invisibilizando los impactos que genera. De esta forma se desincentiva la acción de los consumidores y su capacidad de elección de energías limpias.

5 De La calidad del aire en el Estado español durante 2014



Propuesta de sistema energético para 2050

Consideraciones respecto a la demanda de energía

En principio podría parecer que la escasez de combustibles fósiles en un futuro inmediato podría ser solucionada con la sustitución de éstas fuentes por energías renovables (en especial la eólica y la solar). Sin embargo diferentes estudios apuntan que el potencial máximo de explotación de renovables a nivel global puede ser notablemente inferior que el actual consumo de combustibles fósiles, lo que hace que nos enfrentemos a una escasez estructural de energía en el medio/largo plazo, algo sin precedentes en la historia.

Ninguna de las energías renovables presenta las condiciones de intensidad energética y facilidad de transporte que tiene el petróleo, tampoco de regularidad de producción ni de facilidad de almacenaje. Además no son independientes de los combustibles fósiles, ya que por ahora dependen de ellos en todo su ciclo de vida. Es por ello que un modelo basado en energías renovables plantea un cambio mucho más profundo que únicamente el reemplazo de unas fuentes por otras.

El actual modelo económico, basado en el crecimiento continuo es totalmente incompatible con este escenario (ya que este crecimiento está íntimamente ligado al aumento del consumo de energía) por lo que es necesario plantear otro que sea capaz de satisfacer las necesidades básicas de las personas con mucha menos energía.

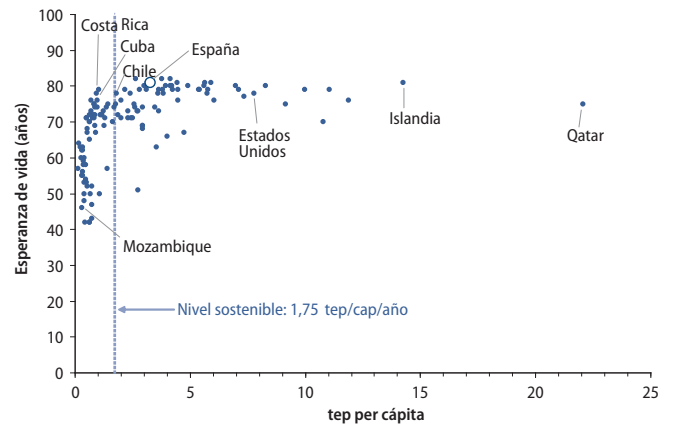
Consumo de energía per cápita

En este punto cabe preguntarse cuánta energía es necesaria para vivir dignamente. Hay estudios que comparan Índice de Desarrollo Humano (IDH) y la energía consumida per cápita en distintos países (figura 12). En esta gráfica se observa que cuando el consumo de energía per cápita en un país es muy bajo, el IDH también lo es (lo que conlleva un bajo índice de alfabetización, una esperanza de vida baja, una alta tasa de mortandad infantil...). De forma que al incrementar el consumo de energía per cápita, rápidamente se incrementa el IDH.

Sin embargo, a partir de un umbral -el de la satisfacción de las necesidades mínimas de la pobla-

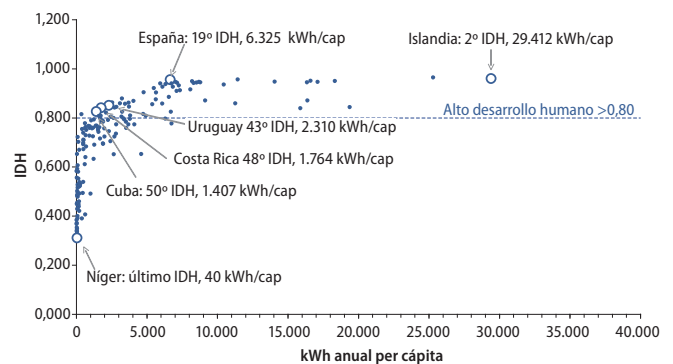
ción- un aumento de consumo energético no lleva unida una mejora en las condiciones de vida, de forma que el IDH tiende a estabilizarse. En la gráfica se observa que se puede tener un IDH similar con consumos energéticos per cápita muy dispares.

Figura 11. Consumo energético primario versus esperanza de vida en 2006



Fuente: Rosa Lago, ¿Cuánta energía necesitamos? Revista El Ecologista nº67 <http://ecospip.org/1ObYHZA>

Figura 12. Consumo eléctrico versus IDH (Índice de Desarrollo Humano) en 2003



Fuente: Rosa Lago, ¿Cuánta energía necesitamos? Revista El Ecologista nº67 <http://ecospip.org/1ObYHZA>

Estos y otros estudios apuntan a que el nivel óptimo de consumo de energía puede estar entre 1 y 2 tep por habitante y año (en España en 1985 el consumo por habitante fue de 1.92 tep, en 2012 de 2.72 tep). Hay autores que van más allá, de forma que señalan que para alcanzar un determinado nivel de vida considerado alto o muy alto por Naciones Unidas (medido como índice

de desarrollo humano IDH, serían unos niveles de 0,8 y 0,85 respectivamente), se va necesitando un consumo de energía cada vez menor debido a los avances en eficiencia energética.

Los estudios de Steinberger y Timmons apuntan a que en 2020 se podría alcanzar un IDH alto con un consumo de energía per cápita de 45 GJ, lo que equivale aproximadamente a 1 tep, y un IDH muy alto con un consumo per cápita de unos 60 GJ, aproximadamente 1,43 tep, y que este nivel de consumo energético además tiende a reducirse.

En la figura se representa la correlación entre el consumo energético per cápita (en el eje horizontal) y el IDH de los países analizados (en el eje vertical).

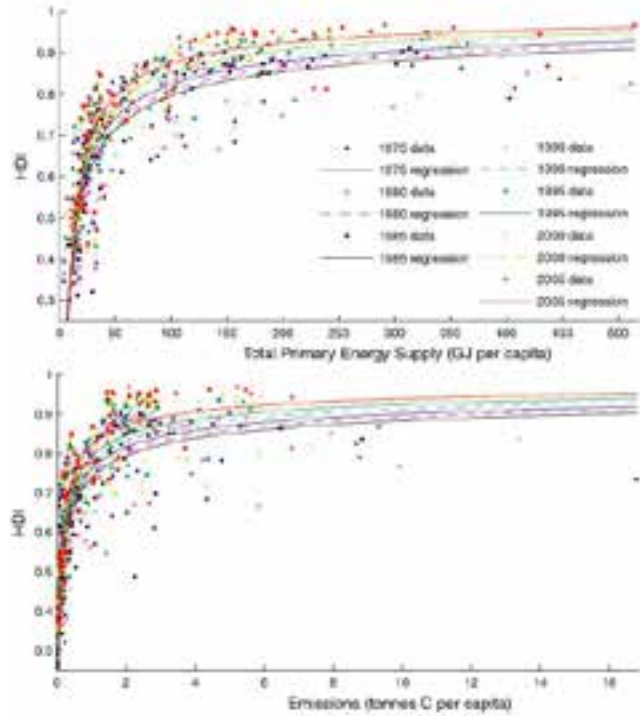
Los datos mostrados en la gráfica van desde el año 1975 hasta el 2005, tomados en periodos de 5 años, y en ella se observa la misma curva que en el estudio de Lago y Bárcena, pero además, puesto que existen curvas para diferentes años, se observa que las curvas más recientes se sitúan más altas que las más antiguas.

Es decir, para un mismo IDH (si trazamos una línea horizontal) se necesita consumir menos energía conforme pasa el tiempo. O visto de otro modo, con la misma cantidad de energía per cápita (esto es, trazando una línea vertical), se alcanza un IDH mayor conforme pasan los años.

De esta forma, los autores han tomado los IDH de 0,8 y de 0,85 (considerados IDH alto y muy alto, respectivamente, por la ONU), y han representado en el eje vertical el consumo de energía per cápita, y en el eje horizontal los datos correspondientes a los sucesivos años, extrapolando las curvas obtenidas hasta 2020.

Estos estudios están basados en datos históricos, y no tienen en cuenta el factor de desigualdad en el consumo interno de cada país, de forma que las necesidades energéticas podrían ser incluso menores si se propiciaran cambios en los patrones de reparto (hacia una mayor igualdad en la distribución de los recursos) y en la forma en que se satisfacen las necesidades humanas.

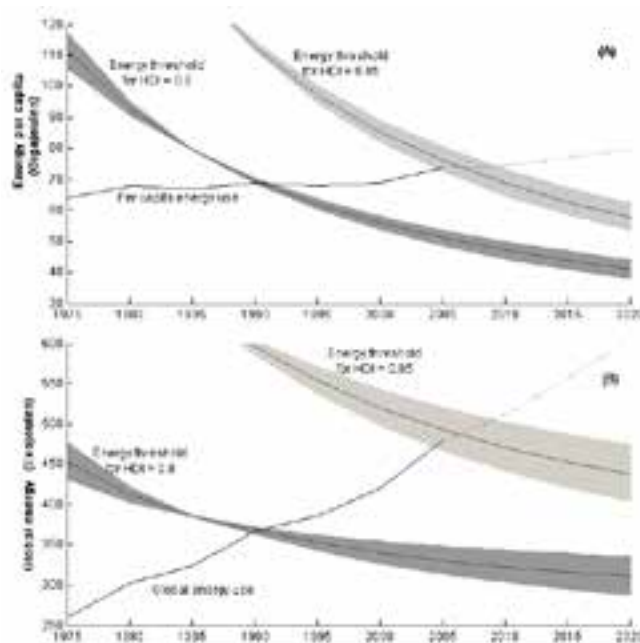
Figura 13. Comparación de diferentes países en función del IDH*



(*) En vertical, y el consumo de energía primaria por habitante y año (en miles de millones de Julios por habitante y año), en horizontal, con datos desde 1975 hasta 2005.

Fuente: Julia K. Steinberger, J. Timmons Roberts – *Across a moving threshold: energy, carbon and the efficiency of meeting global human development needs* (2009)

Figura 14. Evolución de la energía per cápita utilizada para alcanzar un IDH*



(*) Alto (0,8) o muy alto (0,85), con datos desde 1975 hasta 2005, y extrapolados hasta 2020. Nota: 1 GJ = 0,02388 tep

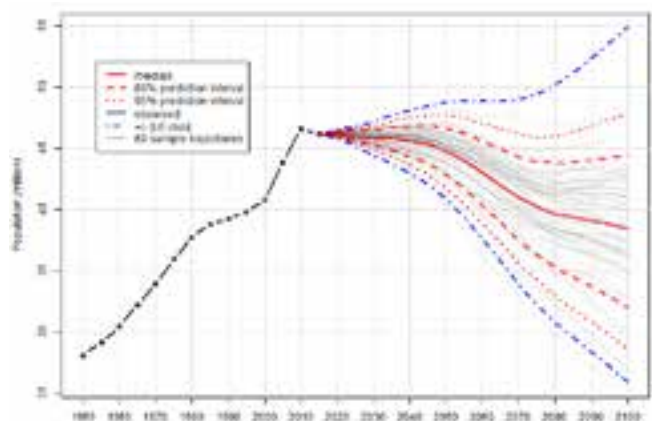
Fuente: Julia K. Steinberger, J. Timmons Roberts – *Across a moving threshold: energy, carbon and the efficiency of meeting global human development needs* (2009)

Por otro lado, modelizaciones del sistema energético y climático global, indican que para conseguir un escenario de igualdad a nivel global las sociedades más industrializadas deberían reducir su consumo de energía primaria a una cuarta parte del actual, hasta llegar aproximadamente a 1,2 tep/hab y así permitir que los habitantes del resto de regiones puedan acceder a una cantidad de energía similar.

Evolución de la población en el Estado español

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), si se mantienen las tendencias demográficas actuales la población en el Estado español irá decayendo paulatinamente para pasar de los 46 millones de habitantes actuales a alrededor de 42 en 2050. Las expectativas de la División de Población de la Agencia de Asuntos Sociales y Económicos de la ONU (ESA), establece una horquilla entre 42 y 47 millones de habitantes, basada en la esperanza de vida y la tasa de natalidad.

Figura 15. Estimaciones ONU sobre la evolución de población en el Estado español



Fuente: ESA (ONU)

En estas estimaciones no se tienen en cuenta los cambios en las tendencias migratorias que puede producir el cambio climático. Según la Agencia de las Naciones Unidas para los Refugiados, el cambio climático está actuando como un multiplicador de las amenazas y vulnerabilidades existentes y empeorará la situación en aquellas partes del mundo que ya sufren altos niveles de presión sobre los medios de vida, la seguridad alimentaria y la disponibilidad de recursos. Más de 30 millones de personas se vieron obligadas a desplazarse duran-

te el 2012 a consecuencia de desastres naturales. Esta tendencia podría intensificarse en la medida que los efectos del cambio climático se profundicen. Los cálculos actuales del número de personas que se verán obligadas a desplazarse por el cambio climático y la degradación del medio ambiente para el año 2050 van de 25 millones a mil millones. Teniendo en cuenta la responsabilidad de acoger a esta población, en este estudio se contempla un aumento de la población hasta los 65 millones de personas en 2050 el Estado español.

Comparación de la evolución de la población en el Estado español		
Año	Proyección propia	Proyección del INE
2015	46.160.000	46.436.797
2020	48.468.000	46.171.990
2025	50.891.400	45.829.722
2030	53.435.970	45.484.908
2035	56.107.768	45.154.897
2040	58.913.157	44.822.879
2045	61.858.815	44.434.981
2050	64.951.756	43.872.621

Fuente: INE y estimación propia

La transición energética que planteamos, por lo tanto se enmarca en una transición más amplia y con la que está íntimamente ligada: la de un sistema depredador de recursos y generador de desigualdades, centrado en aumentar beneficio económico a toda costa, a otro mucho más humano, centrado en las personas y en la justicia social y ambiental. La cuestión energética puede ser un impulsor más de este necesario cambio de sistema.

Características de un sistema energético justo, sostenible y posible

Respetuoso con los límites del planeta

El sistema energético que se plantea en este documento es respetuoso con los límites del planeta, tanto en la extracción de recursos materiales como en la utilización de los sumideros naturales de los residuos que genera (gases, contaminación electromagnética, química, radiactiva...). También es un sistema que no genera deuda ecológica, no depredando recursos de otros lugares.

El reconocimiento y respeto de estos límites implica que la energía consumida proviene en su totalidad de fuentes renovables.

Justo

La energía es un bien básico y de primera necesidad, por lo que se debe garantizar el acceso universal a ella, de forma que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades y llevar una vida digna.

Bajo control democrático

El sistema energético que se plantea está plenamente controlado y participado por la ciudadanía. Las personas cuentan con la información suficiente como para tomar decisiones en la gestión del sistema (que es completamente transparente) y no sólo participar en el consumo de energía, sino también en su generación.

La gestión del sistema energético debe estar supe- ditada al bien común. Por ello, las infraestructuras energéticas deben pasar a ser de titularidad pública y ser gestionadas con transparencia y participación social. La gestión puede ser llevada a cabo por entidades públicas pero también privadas, preferentemente colectivas. En este último caso, las entidades privadas que gestionan el sistema, por ser un servicio público básico, deben ser sin ánimo de lucro.

Resiliente: renovable, descentralizado e interconectado

En un entorno cambiante y con grandes incertidumbres es deseable que el sistema energético tenga la capacidad de adaptarse a los cambios. Las redes descentralizadas, basadas en una tecnología sencilla y fácilmente comprensible aumentan la resiliencia de un sistema, ya que cuanto más simple es un sistema tanto más adaptable y comprensible es.

Se plantea un sistema basado en microrredes energéticas. Las microrredes son pequeñas redes autosuficientes, autogestionadas e interconectadas, capaces de abastecer pueblos, barrios o pequeñas ciudades, y que tienen integrados sistemas de generación, almacenamiento, y gestión operativa y económica de la red. Las microrredes son principalmente eléctricas, pero también pueden crearse otras basadas en biomasa (ej. calefacción centrali-

zada), geotermia... e interaccionar entre ellas. Este sistema contaría con el respaldo de alguna central de mayores dimensiones para garantizar el suministro, los servicios básicos y minimizar posibles costes económicos o ambientales.

Realista

La propuesta está concebida desde un punto de vista realista. La transición energética es posible desde un punto de vista técnico, económico y social. Se tienen en cuenta los límites reales de extracción de combustibles fósiles, de la generación a partir de energías renovables -menor tasa de retorno energético (TRE), dificultad de almacenamiento y regímenes de funcionamiento que pueden ser irregulares- y el aumento de la población global.

Se exponen a continuación las conclusiones de una modelización de la evolución del sistema energético global (1) en la que se consideran varios escenarios; desde el mantenimiento de las políticas actuales hasta una fuerte apuesta por la desglobalización y las renovables. Estos resultados dan una idea de la realidad en la que e desarrollará el escenario propuesto.

- 1 La escasez de líquidos en torno a 2015-20 precipita la escasez de energía para el sector transporte inmediatamente después, y para la industria y los hogares unos años más tarde.
- 2 Los puntos de escasez de energía primaria y gas coinciden en torno a 2020-25.
- 3 Para 2035 el suministro de carbón no es capaz de cubrir la demanda para ningún escenario. Las restricciones en el suministro de carbón aparecen antes de lo que normalmente suele esperarse.
- 4 La generación de electricidad no es capaz de cubrir la demanda en torno a 2025-35 en todos los escenarios (a pesar de la fuerte promoción de las energías renovables en algunos de ellos).
- 5 Las reservas de uranio son capaces de suministrar el mineral necesario para mantener la producción actual hasta 2050, sin embargo,

1 Capellán Pérez, Iñigo, Margarita Mediavilla, Carlos de Castro, Óscar Carpintero, and Luis Javier Miguel. *Fossil Fuel Depletion and Socio-Economic Scenarios: An Integrated Approach*.

cuando se consideran incrementos en la capacidad de generación nuclear -incluso incrementos modestos- empiezan a aparecer restricciones en la extracción de uranio.

6 Una fuerte expansión de las energías renovables para generación de electricidad llevaría antes de 2050 a sobrepasar (ej. eólica, hidroeléctrica) o llegar a valores cercanos de los potenciales máximos que hemos considerado (ej. solar).

Mecanismos para la transición energética

A continuación se exponen los mecanismos necesarios para conseguir un modelo energético de las características descritas anteriormente. Su puesta en marcha, aunque progresiva, debería ser inmediata para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero cuanto antes y poder aprovechar las ventajas de la relativa disponibilidad actual de petróleo y gas. Cuanto más tarde se comiencen a tomar medidas más brusco y peligroso será el cambio.

Reducción de consumo

Una primera medida a tomar es la reducción de la demanda de energía. Es necesario aumentar la eficiencia en el uso de los recursos a todos los niveles (iluminación, movilidad, climatización, maquinaria, procesos industriales...). El ahorro que sería posible mediante medidas de eficiencia energética puede suponer entre un 30 % y un 50 % de la demanda actual. Esto es especialmente evidente en el sector doméstico, la edificación y el transporte.

La mejora en la eficiencia por si misma no es suficiente para reducir el consumo de energía debido al llamado efecto rebote, (o paradoja de *Jevons*), según el cual las mejoras en la eficiencia energética producen un aumento del consumo que hace que la demanda final aumente. Un ejemplo es la creciente eficiencia de los vehículos a motor que no hace que se reduzca el consumo de combustible, sino que este aumenta ya que se tiende a recorrer más kilómetros.

Por eso el aumento de la eficiencia debe estar acompañado de una serie de medidas -como incentivos económicos, educación o el establecimiento de límites en el consumo energético- que

garanticen que la demanda de energía efectivamente disminuya.

Electrificación

Lograr un mix energético renovable pasa por la electrificación creciente de los diferentes sectores. La electricidad es un vector energético versátil que permite diferentes usos y puede producirse con fuentes renovables. La electrificación en algunos casos será una simple sustitución de equipos (calderas de gas por bombas de calor en edificios, hornos de combustión por otros eléctricos en ciertas industrias...) pero en otros conllevará una reestructuración profunda, como por ejemplo el transporte de mercancías y personas que deberá dejar de realizarse por carretera y utilizar el ferrocarril (mucho más eficiente, seguro, barato y limpio) y los transportes colectivos electrificados.

Pero la electricidad no siempre será la mejor opción. Dependiendo de los usos, las características ambientales y socioeconómicas de cada región será preferible el uso de otras renovables (como solar térmica, o biomasa) optimizando las tecnologías más eficientes y con menor impacto ambiental en cada territorio.

Gestión de la demanda

El actual sistema energético basa su planificación y su desarrollo en la seguridad de suministro, es decir, en el supuesto de que se debe garantizar la demanda (el consumo) de energía, sea cual sea su nivel y en el momento en el que se requiera. Este supuesto hace necesario contar con grandes infraestructuras de distribución de energía (redes de alta tensión, oleoductos, gasoducto) y de almacenaje (en el caso de gas natural, gases licuados del petróleo -GLP- y derivados del petróleo -gasóleos y gasolinas-). Además para el sector eléctrico supone contar con instalaciones, generalmente centrales de ciclo combinado, preparadas para generar energía en cualquier momento, lo que supone grandes gastos.

Frente a este modelo, con un alto coste energético, económico y con altos impactos ambientales, se propone un modelo basado en la adecuación del consumo a la disponibilidad de recursos. Dicho esquema resulta más barato, menos demandante

de recursos, y con menores impactos.

Se trata, por lo tanto, de ampliar los esquemas actuales de gestión de la demanda, que en la actualidad sólo se tienen en cuenta para grandes consumidores industriales, a todas las instalaciones, mediante redes de información en tiempo real y redes inteligentes. La operación del sistema sería tal que los puntos de consumo serían capaces de adaptarse, de forma manual o automatizada, atendiendo a factores como la disponibilidad o el precio de la energía en cada momento. Por ejemplo, en horas de gran producción de energía eléctrica renovable (mucho sol y viento) se podría utilizar energía para cargar baterías, calentar agua, enfriar neveras, mover trenes de mercancías... de forma que no sea necesario utilizar esta energía más tarde. De esta forma se minimizan costes en infraestructuras de respaldo y en capacidad de acumulación, garantizando energía para cubrir los consumos básicos.

Apuesta por la generación renovable distribuida

La generación distribuida (la producción de energía con sistemas más pequeños y distribuidos por todo el territorio) ofrece varias ventajas que facilitan la transición a un modelo más resiliente y renovable:

- Acercar la producción de energía al lugar donde se consume, reduce las pérdidas (o el uso) de energía en el transporte.
- Permite que se tome mayor conciencia sobre los costes e impactos de la generación y utilización de la energía y sobre los límites físicos de su uso.
- Además si la energía no consumida se puede verter a red, obteniendo un beneficio (económico, energético, en servicios...) a cambio, se incentiva fuertemente el ahorro.
- En un sistema distribuido, con instalaciones más pequeñas la ciudadanía tiene más posibilidades de controlar de forma democrática los recursos.

Para avanzar en este sentido se pueden trabajar las siguientes **líneas de actuación**:

- Modificar el marco regulatorio para favorecer

el autoconsumo con vertido a red, no sólo de pequeños productores/as

- Cambio en la dirección de las inversiones, de forma que se dejen de destinar fondos a grandes infraestructuras, o a sustentar sistemas de generación contaminantes y se pase a apoyar infraestructuras renovables pequeñas y medianas, especialmente de titularidad pública (ayuntamientos, mancomunidades) o cooperativa.
- Respaldo la creación de calefacciones centrales basadas en el aprovechamiento local y sostenible de biomasa, como existe por ejemplo en el municipio de Cuéllar (Segovia).
- Adaptar el funcionamiento y retribución de las plantas de generación eléctrica para que tengan el papel de respaldo a las fuentes renovables.
- Plan de cierre paulatino de las centrales comenzando por las más contaminantes como las de carbón y las nucleares.
- Eliminar todas las subvenciones, directas e indirectas a los combustibles fósiles y a la energía nuclear.

Participación ciudadana en la gestión del sistema

Que la ciudadanía sea parte activa en la gestión del sistema energético se facilita con la estructura descentralizada y en microrredes que proponemos. Pero además hay otros factores que pueden ayudar:

- El acceso a la información sobre el funcionamiento del sistema.
- Una gestión energética transparente y sencilla de comprender.
- La implicación ciudadana directa en la gestión, ya sea como consumidores/as o productores/as de energía, o como participantes de una cooperativa de gestión energética.
- Que las políticas energéticas (al igual que las demás) sean eficaces, eficientes, coherentes, con información, participación pública y rendimiento de cuentas.

Herramientas sociales impulsoras del cambio

Para conseguir la transición que se propone no es suficiente con introducir cambios en el sistema energético. Es imprescindible que estos se vean acompañados de un cambio social, y para que este se produzca son necesarias algunas herramientas, como por ejemplo las que siguen a continuación.

Información que haga posible elegir con criterios de sostenibilidad. Es necesario contar con información suficiente y veraz de la huella energética y de carbono de los productos y servicios clave (ej.: de instrumentos: etiquetado, contadores energéticos inteligentes y transparentes para los usuarios, bases de datos de tecnologías limpias y productos eficientes y bajos en carbono...). También que se expongan los riesgos de no llevar a cabo la transición energética.

Educación que revise las categorías culturales con las que se percibe la realidad y promueva los valores y actitudes necesarias para el cambio.

Comunicación que facilite la implicación social: los medios de comunicación públicos deben desarrollar una comunicación que facilite la participación activa de la gente en el cambio de modelo, tanto en lo personal como en lo colectivo. Y dar una retroalimentación positiva de los éxitos logrados en la transición al modelo energético. Es necesario involucrar a personas que son referentes sociales para facilitar una mayor adhesión a los esfuerzos que es necesario realizar. Además se deberían aplicar restricciones a la publicidad que promueve o ensalza actividades, productos y servicios que poseen un gasto energético elevado. La publicidad de productos y servicios basados en los combustibles fósiles debería restringirse paulatinamente. Por el contrario se debería hacer publicidad del desafío, indicando que es necesario el esfuerzo para conseguir un bien mejor y que conecte las medidas tomadas con mejoras en la calidad de vida cotidiana. Por ejemplo: las ventajas de la movilidad corporal sobre las basadas en el combustible fósil.

Formación profesional, para ejercer las actividades profesionales desde criterios "bajos en carbono": es necesaria una formación técnica y profesional que capacite para una práctica laboral nueva. Las soluciones bajas en carbono, la eficiencia y el ahorro energético deben constituir una parte sustancial de los aprendizajes en las diferentes familias técnicas y profesionales.

Apoyo a la innovación social: a pesar de todo, los detalles de una cultura baja en carbono deben ser objeto de experimentación social. En este sentido, los poderes públicos deben facilitar las iniciativas de innovación social, como los Grupos de racionamiento de carbono, las Comunidades en Transición, las Comunidades Postpetróleo, etc.

Participación social y mejora de la gobernanza: apertura de procesos participativos de carácter deliberativo para replantear los grandes elementos de la cultura energética. Instaurar mecanismos que faciliten la gestión y la participación, como presupuestos de carbono, gobernanza multinivel, órganos de gestión colegiada...

Revisión del valor y de los indicadores económicos principales: hay que fomentar la desinversión en las compañías de combustibles fósiles para facilitar la transición energética. Las autoridades monetarias deben forzar a las compañías relacionadas con los combustibles fósiles a revisar el valor de sus activos. Se debe revisar también la validez de los indicadores económicos que suman donde hay que restar y que denominan como crecimiento lo que es deterioro.

Consumo de energía en el escenario propuesto

Consumo de energía final

El consumo de energía final se reduce a un tercio del inicial, pasando de 97.199 ktep en 2012 a 32.611 ktep en 2050. En coherencia con los estudios que demuestran que lograr una calidad de vida adecuada es posible con una demanda reducida de energía, el consumo final per cápita pasa de 2,11 tep/cap en 2012 a 0,50 tep/cap en 2050, aproximadamente un cuarto de la actual. El descenso del consumo per cápita es más acusado debido al aumento de población que se estima para este periodo.

En el sector industrial se produce una reducción importante del consumo (50 %), en parte debido a la mejora en eficiencia de máquinas, procesos e instalaciones, y en parte por la reducción de la producción. El sector que más ve reducido su consumo es el del transporte, debido a la disminución de la movilidad de personas y mercancías (sobre todo internacional), el fomento del transporte colectivo y la electrificación del transporte. Se producen fuertes reducciones también en el sector residencial, comercial y de servicios públicos, gracias a la mejora en la eficiencia de los edificios.

Variación de la demanda final de energía por sectores (2015 - 2050)			
Sector	2015	2050	Variación (%)
Industria	20.701	8.853	- 57 %
Transporte	41.774	8.045	- 81 %
Residencial	16.534	10.508	- 36 %
Comercial y servicios públicos	10.043	2.859	- 72 %
Agricultura y forestal	2.677	1.418	- 47 %
Pesca	39	33	- 15 %
Otros	746	594	- 20 %
Total	92.513	32.311	- 65 %

Figura 16. Consumo de energía final por fuentes en 2050 (ktep)

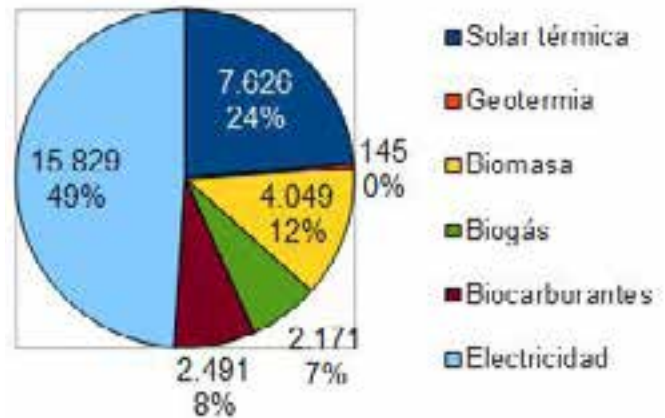


Figura 17. Evolución del consumo de energía final por sectores 2015-2050 (ktep)

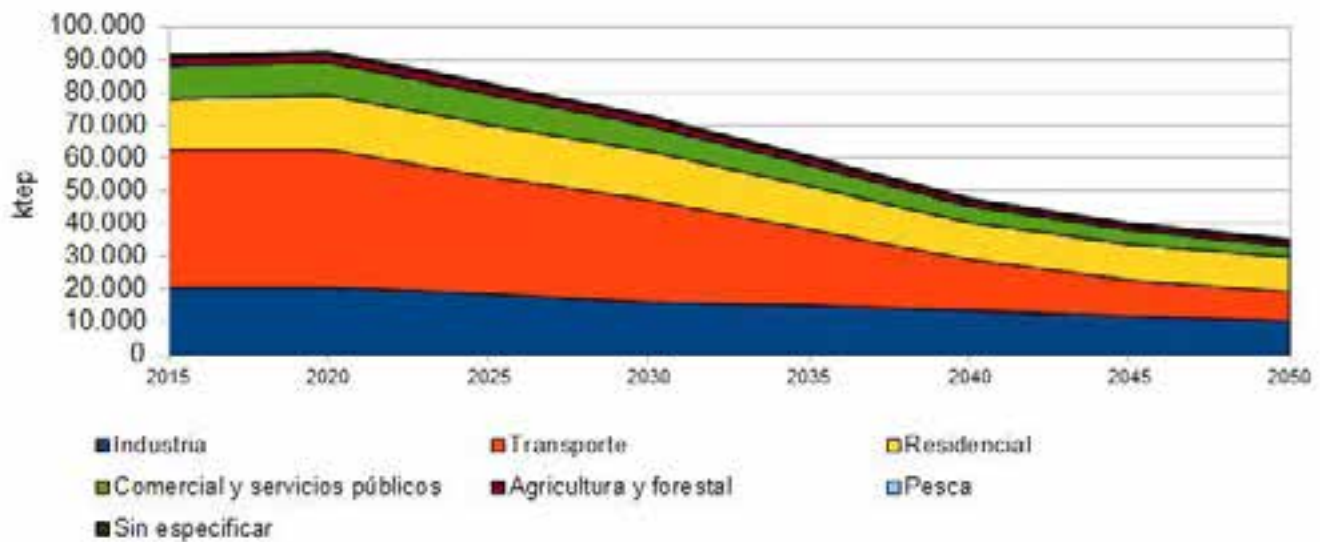
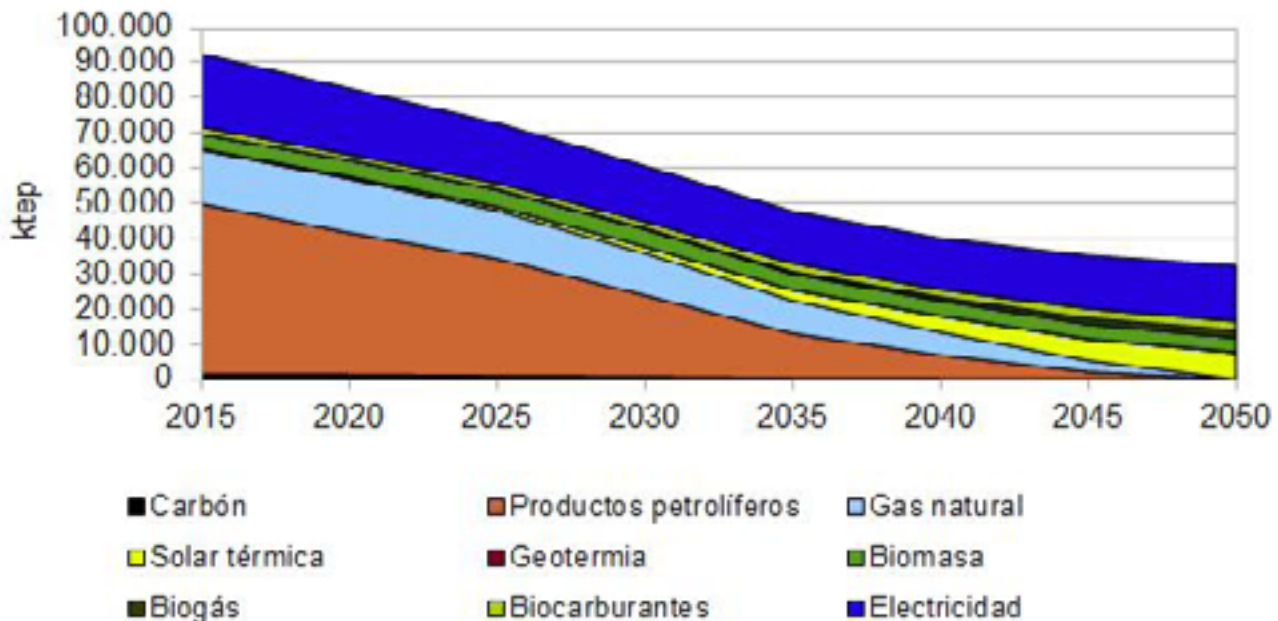


Figura 18. Evolución del consumo de energía final por fuentes, desde 2015 hasta 2050



Consumo de energía primaria

Al igual que en el caso de la energía final, se produce una fuerte reducción del consumo de energía primaria, pasando de 133.377 ktep en 2012 a 36.767 ktep en 2050, lo que supone una reducción de un 72 % de la demanda actual. Si atendemos al consumo per cápita, se pasa de un consumo de 2,89 tep/cap en 2012 a 0,57 tep/cap en 2050, una reducción más acusada (de un 80 %) debido al aumento de población contemplado en este trabajo.

La propuesta contempla la eliminación completa del uso de combustibles fósiles y energía nuclear. En una primera fase, es el carbón para generación eléctrica y la energía nuclear las que primero se eliminan. El consumo de petróleo se reduce de forma continua hasta su eliminación en 2050, mientras que el uso de gas natural se incrementa ligeramente hasta 2025. A partir de este año, se mantiene su consumo hasta 2035 y a partir de

ahí se reduce progresivamente hasta desaparecer en 2050. Como contrapartida, se incrementa el aprovechamiento de la energía solar en todas sus opciones, así como el de la energía eólica. La biomasa y el biogás experimentan un pequeño incremento en su utilización, aunque no tanto como el resto de fuentes.

Figura 19. Consumo de energía primaria por fuentes en 2050

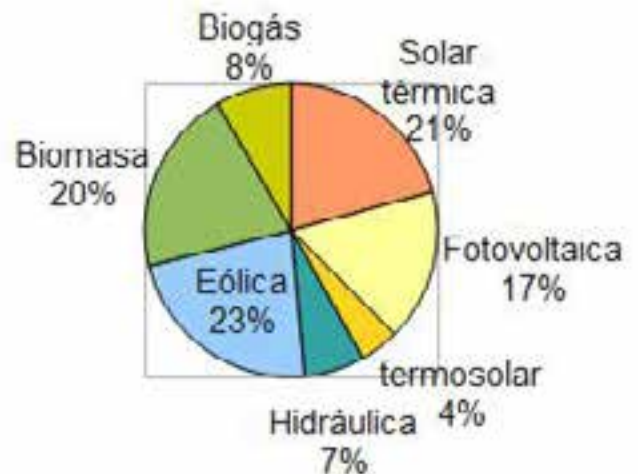
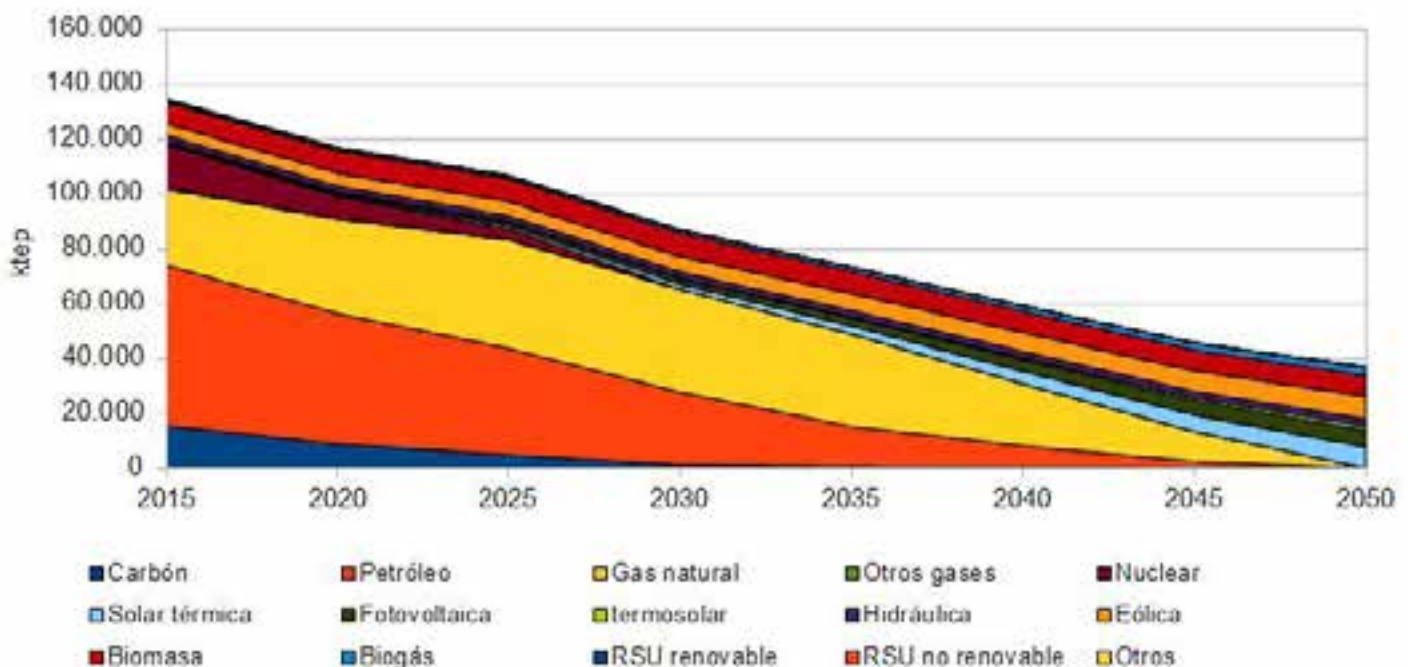


Figura 20. Evolución del consumo de energía primaria por fuentes 2015 - 2050 (ktep)



Desarrollo de las energías renovables

En el escenario propuesto todas las fuentes renovables incrementan su aportación al sistema.

La energía solar térmica, la termosolar y la fotovoltaica son las tecnologías que más incrementan su participación, seguidas de la eólica y el biogás.

La hidráulica incrementa en un 50 % su producción mientras que la biomasa lo hace únicamente en un 16 %, fundamentalmente en usos térmicos.

Evolución de las energías renovables 2015-2050				
	2015	2050	Variación (ktep)	Variación (%)
Solar térmica	272	7.626	7.354	2707 %
Fotovoltaica	704	6.162	5.458	775 %
termosolar	324	1.590	1.265	390 %
Hidráulica	2.078	2.454	377	18 %
Eólica	4.254	8.290	4.036	95 %
Biomasa	7.614	7.533	-81	-1 %
Biogas	924	3.084	2.161	234 %
TOTAL	16.169	36.739	20.570	127 %

Evolución del consumo por usos y por fuentes

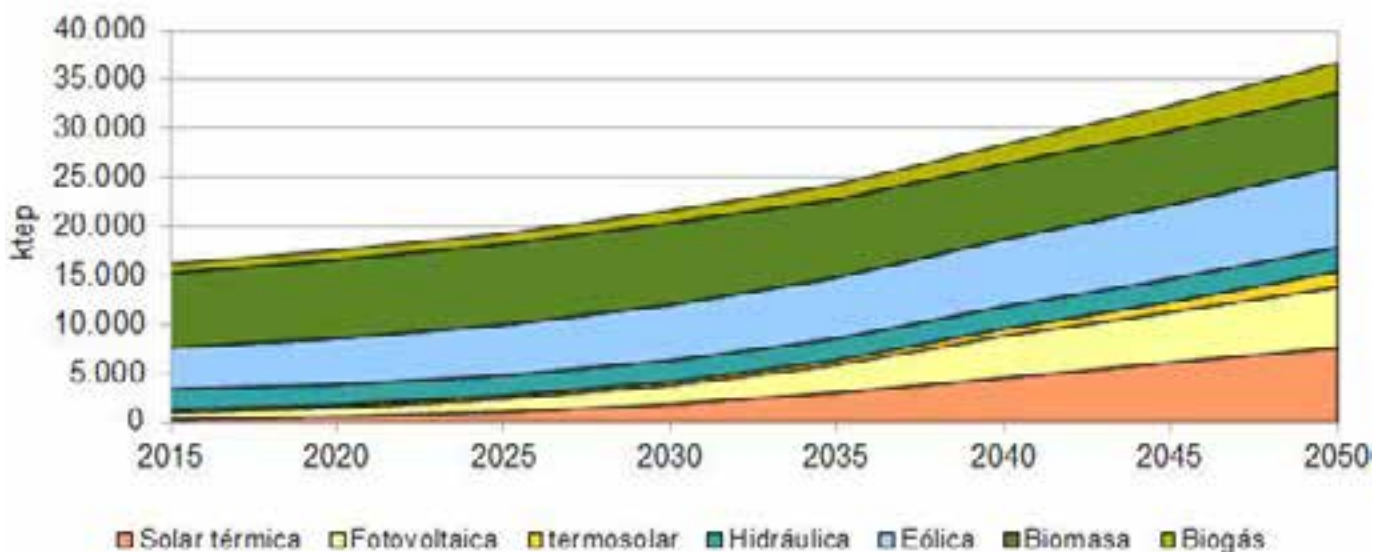
Sustitución de fuentes para usos térmicos

Las principales fuentes utilizadas en la actualidad para usos térmicos (gasóleo, GLP, gas natural y otros gases) son sustituidos paulatinamente por energía solar térmica, biomasa, biogás, agrocombustibles y electricidad. Se han detallado las posibilidades de reducción de demanda y sustitución de fuentes en el ámbito de la edificación, aunque se pueden encontrar multitud de otros usos térmicos en la industria que puedan ser sustituidos por las mismas fuentes que se plantean para la calefacción, incluso en aplicaciones de media y alta temperatura.

Consumo de calefacción en edificios

La demanda de calefacción en edificios debe reducirse drásticamente gracias a programas de mejora de la envolvente (aislamiento, sustitución de ventanas, reducción de filtraciones de aire...), y ser sustituida por solar térmica con apoyo de biomasa o electricidad, mediante equipos resistivos o bombas

Figura 21. Evolución del consumo de energía proveniente de fuentes renovables 2015-2050 (ktep)



de calor. El consumo de energía en edificios impacta en los sectores residencial, comercial, administraciones públicas y en industria, en la parte destinada a oficinas o aquellas que estén climatizadas. La Comisión Europea estima que en los edificios se consume el 40 % de la energía en Europa. En el Estado español esta cifra se reducirá probablemente al 30 %, si bien no se ha abordado el estudio.

En el Estado español existen aproximadamente 10 millones de edificios, que contabilizan 25 millones de viviendas, de las cuales casi 3 millones y medio están vacías (INE, Censo de viviendas 2011). Aproximadamente el 58 % de los edificios fueron construidos con anterioridad a la primera normativa que introdujo unos criterios mínimos de eficiencia energética (NBE-CT-79), y casi el 21 % de las viviendas cuentan con más de 50 años (preámbulo de la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas). Existe, por lo tanto, un importante potencial de mejora en las condiciones térmicas de los edificios.

Censo de población y viviendas 2011. INE.	
Edificios	9.814.785
Viviendas (total)	25.208.623
Viviendas vacías	3.443.365
Hogares	18.083.692

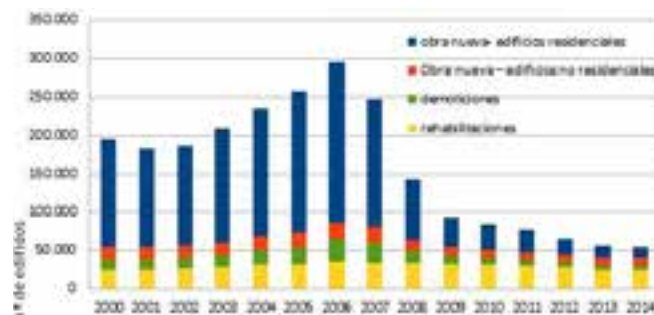
Por otro lado, cerca del 15 % de la población se encuentra en situación de pobreza energética, no pudiendo hacer frente a los gastos de calefacción en invierno o refrigeración en verano, y encontrándose en condiciones de falta de confort térmico, a veces muy importantes.

Potencial de rehabilitación

Entre los años 2000 y 2014 se rehabilitaron cerca de medio millón de edificios, según las estadísticas del Ministerio de Fomento sobre licencias de obra. Probablemente, el número fue superior si tenemos en cuenta las obras para las que no se solicitó licencia. De estas actuaciones, aproximadamente 300.000 fueron en cubiertas y fachadas.

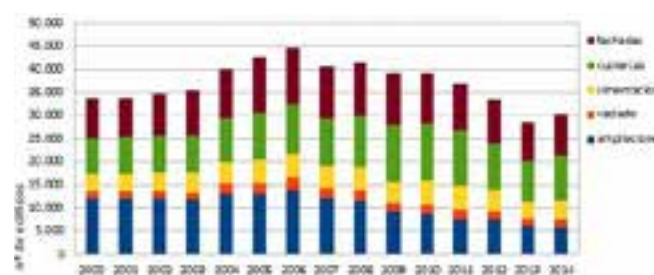
Además de las obras de rehabilitación, entre estas mismas fechas se construyeron 1,7 millones de edificios nuevos, y se demolieron más de 200.000. Mientras que el ritmo de obras de rehabilitación se ha mantenido bastante estable en estos años, el de obra nueva ha sufrido un descenso muy acusado, debido a la crisis financiera y de la construcción.

Figura 22. Número de edificios construidos y rehabilitados



Fuente: Estadísticas del Ministerio de Fomento basadas en el número de licencias de obra solicitadas

Figura 23 Rehabilitaciones según tipología de la rehabilitación



Fuente: Estadísticas del Ministerio de Fomento, basadas en el número de licencias de obra solicitadas

Se puede pensar por lo tanto que en la actualidad se rehabilita una media de 35.000 edificios al año, con un potencial de 45.000, y que si a eso sumamos el potencial en el sector de la construcción, se podría realizar actuaciones, siendo conservadores, en un número entre 100.000 y 200.000 edificios al año. Si se activase el sector hasta el ritmo de los años 2005-2007, el potencial sería de hasta 250.000 edificios al año. Esto significa que entre 40 y 50 años se podrían rehabilitar la totalidad de los 10 millones de edificios existentes.

Limitaciones

Existen varias limitaciones a estos datos, que son las siguientes:

- Normativa poco exigente en cuanto a requerimientos de eficiencia energética. El Código Técnico de la Edificación, de 2006, tiene unas exigencias en cuanto a aislamiento térmico y cobertura de la demanda mediante energías renovables que son claramente mejorables. Por otra parte, las directivas europeas en materia de eficiencia energética en la edificación hablan de edificios de consumo

energético casi nulo, que deberán comenzar a construirse en 2020, pero no cuantifican la energía máxima que deben consumir. Existen estándares como MINERGIE o Pasivhaus, que sí lo cuantifican, pero no son de obligado cumplimiento.

- Escasa cualificación profesional en la materia. En el sector de la construcción existe una falta de conocimientos técnicos en el ámbito de la eficiencia energética. Sería necesario dotar de formación adecuada a los profesionales, y exigir que las obras de rehabilitación sean ejecutadas y supervisadas por personal cualificado.

- Normativa que dificulta o impide la rehabilitación. Especialmente relevante es este aspecto en los edificios o barrios protegidos por motivos paisajísticos o históricos. Estas zonas además suelen ser las más afectadas por la falta de aislamiento y sufrir situaciones de pobreza energética. Si estos barrios o edificios deben mantener su fisonomía, y por lo tanto las actuaciones son más costosas, deberían existir ayudas especiales para ellos, y constituirse planes de acción específicos por parte de las administraciones públicas competentes.

- Falta de financiación adecuada. Aunque existen desde 2012 incentivos a la rehabilitación energética de edificios no se ha realizado un número suficiente de actuaciones, posiblemente por falta de información y de confianza en las subvenciones de las administraciones públicas. La financiación debería ir ligada al cumplimiento de los objetivos de reducción del consumo energético, de este modo la devolución de los prestamos podría ir ligada a la reducción del gasto, lo que aseguraría estabilidad en los costes de la vivienda.

Actuaciones y potencial de reducción del consumo energético en edificios.

La principal actuación para la reducción del consumo energético es en la envolvente del edificio, mediante aislamiento de las fachadas y cubiertas y sustitución de ventanas y puertas. Los aislamientos deberían ser de un espesor y materiales adecuados, llegando a ser viables en muchos casos espesores de aislamiento de 15 a 20 cm. Los materiales deberían ser naturales, y cumplir con exigen-

cias estrictas en materia de salubridad. Mediante estas actuaciones se puede reducir el consumo en calefacción hasta en un 50 %. En zonas climáticas en las que el verano es caluroso o en las que existe poca exigencia de calefacción en invierno y sin embargo sí existe una exigencia importante de refrigeración en primavera, verano y otoño, las actuaciones deberían ir destinadas por una parte al aislamiento de la cubierta y por otra a la incorporación o mejora de sistemas de sombreado.

La utilización de sistemas de regulación y control en calefacciones y sistemas de aire acondicionado es fundamental, así como una correcta zonificación en edificios grandes, la utilización de sistemas de reparto de costes en comunidades de vecinos con sistemas comunitarios, la utilización de válvulas termostáticas en radiadores, y la progresiva sustitución de calderas de gasóleo, propano y butano.

La solar térmica debe jugar un papel destacado, no sólo en el aporte más o menos importante para el consumo de ACS (Agua Caliente Sanitaria), si no también para calefacción. Una instalación adecuada puede aportar, en un edificio bien aislado, hasta el 80 % de las necesidades térmicas (ACS y calefacción) del mismo. La parte restante, dependiendo de la tipología del edificio, puede aportarse mediante biomasa o electricidad.

Los sistemas de generación y distribución de calor en barrios o mancomunidades son una alternativa para centralizar gastos, mantenimientos y diseñar instalaciones eficientes y menos contaminantes ya que en las grandes instalaciones es más sencillo un correcto mantenimiento o la incorporación de filtros para la contaminación.

Sustitución de fuentes para usos eléctricos

Las principales fuentes utilizadas en la actualidad para usos eléctricos ya son las energías renovables si las contamos en conjunto, generando entre el 40 % y el 45 % de la electricidad que se consume en el estado español, en función de la disponibilidad de recursos hídricos. El año 2013 la eólica se situó a la cabeza de la generación junto con la energía nuclear (21,8 % cada una de las fuentes), seguidas del carbón (16,2 %), hidráulica (15,7 %, contando gran hidráulica y mediana y pequeña hidráulica), térmica no renova-

ble en régimen especial (12,3 %, fundamentalmente cogeneración a partir de distintas fuentes) el gas en ciclo combinado (11 %), fotovoltaica (3,2 %), fuel-gas (2,7 %, únicamente utilizado en sistemas extrapeninsulares), térmica renovable (1,9 %, fundamentalmente biomasa y residuos), y termosolar (1,7 %).

En el escenario planteado las fuentes fósiles y la energía nuclear se abandonan totalmente, comenzando por las más contaminantes e ineficientes, como son el carbón, el fuel-gas y la nuclear. Las centrales de gas natural en ciclo combinado incrementan su contribución a la cobertura de la demanda hasta 2035, año en el que comienza a reducirse su consumo para terminar desapareciendo en 2050, mientras que las centrales de cogeneración mantienen su producción hasta 2030 para comenzar en ese año a reducir la aportación y desaparecer totalmente en 2045.

Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica incrementa su aportación, fundamentalmente gracias al aprovechamiento de centrales de pequeña y mediana potencia, que incrementan su aportación en un 34 %. La gran hidráulica y el bombeo mantienen una aportación estable al sistema durante todo el periodo, aunque se abre la posibilidad de que estas cifras cambien, aportando mayor contribución el bombeo y las presas reversibles frente a la generación a partir de gran hidráulica.

En 2050 la gran hidráulica y el bombeo aportan el 8,29 % de la generación y la pequeña y mediana hidráulica el 4 %.

Bioenergía y residuos

La biomasa y el biogás mantienen su nivel de generación a lo largo del periodo, mientras que la generación eléctrica a partir de residuos se reduce hasta desaparecer en el año 2040, fundamentalmente debido a la derivación de residuos hacia la reutilización y el reciclado.

En 2050 la biomasa supone el 1,55 % de la generación, y el biogás el 0,4 %.

Eólica

La energía eólica incrementa su generación en un 94,87 %, convirtiéndose en la fuente predominante en el sistema, con un 44,99 % de la generación. El incremento se debe fundamentalmente a la re-potenciación de parques eólicos antiguos y a la instalación de minieólica de forma distribuida, tanto en polígonos industriales como en las cercanías de ciudades y pueblos para el suministro directo de sus necesidades.

Energía solar fotovoltaica

La fotovoltaica se desarrolla fundamentalmente ligada a los puntos de consumo, en cubiertas de todo tipo (naves industriales, oficinas, viviendas, etc), puntos de recarga de vehículos eléctricos, y algunos parques medianos sobre suelo en las inmediaciones de pueblos o ciudades. En muchos casos se instalan baterías y otros sistemas de almacenamiento para cubrir la demanda diaria y reducir así las necesidades de transporte de electricidad.

En el medio rural, así como en algunos otros tipos de entornos aislados, se utiliza sin conexión a red, para aplicaciones como el bombeo solar y similares, con o sin baterías.

En el modelo de generación distribuida, la fotovoltaica se convierte en la segunda fuente de generación gracias a su modularidad, con un 33,44 % de la generación total, multiplicando por 8,7 la potencia instalada entre 2015 y 2050.

Energía solar termoeléctrica

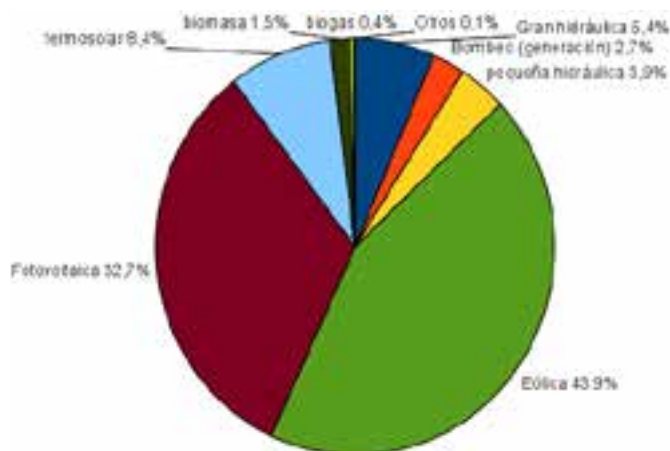
La energía solar termoeléctrica multiplica por 3,9 la potencia instalada, generando el 6,9 % de la electricidad total en el sistema. El desarrollo de esta tecnología es menor que el de la eólica o la fotovoltaica por sus dimensiones y las necesidades de capital, así como la mayor dificultad de integración en un sistema distribuido.

Sin embargo, su aportación es fundamental gracias a la capacidad de almacenamiento de energía en forma de calor, y la combinación de otras fuentes como la biomasa y el biogás en centrales mixtas.

Las centrales termosolares o termosolares mixtas proveen de electricidad de base a las poblaciones más cercanas, tratando de minimizar las necesida-

des de transporte de electricidad a grandes distancias, y reduciendo así las pérdidas en transporte y la construcción de nuevas infraestructuras.

Figura 24. Generación eléctrica por fuentes en 2050 (%)



Gestión del sistema eléctrico

El sistema eléctrico pasa de ser gestionado en función de la demanda para ser gestionado en función de las posibilidades de generación. Es decir, es la demanda la que se adecua a las posibilidades de cada momento, y no la oferta la que se adecua a la demanda.

La demanda de electricidad se reduce en un 21 %, pasando de los 240.513 GWh en 2015 a los 189,670 GWh en 2050, incluso aunque muchos de los usos pasan a ser eléctricos. Sin embargo, la generación eléctrica se reduce en un 27 %, debido a que se reducen las pérdidas en la red aunque se incrementan los consumos en bombeo y otros tipos de almacenamiento.

Las pérdidas en la red se reducen desde el 10 % actual hasta el 8 % en 2050, gracias a la minimización de las necesidades de transporte, mientras que el consumo en bombeo y otros tipos de almacenamiento (térmico, baterías, supercondensadores, hidrógeno...) se incrementan desde el 2 % actual hasta el 3,55 % en 2050.

La red se compone de pequeñas y medianas redes interconectadas con capacidad de generación, almacenamiento y gestión de la demanda, que pueden funcionar de forma independiente o conjunta. El sistema es transparente y participativo, contando los usuarios finales con gran capacidad de decisión, en base a una información fiable en tiempo

real, y a la capacidad de gestionar su demanda en función de las necesidades de cada momento.

Las puntas de consumo se reducen, y los sistemas de garantía de suministro basados en grandes centrales térmicas se reducen progresivamente hasta su eliminación completa en 2050. La calidad del sistema (mantenimiento de tensión y frecuencia de red) se realiza de forma distribuida mediante sistemas electrónicos que adecuan su punto de funcionamiento en función de las necesidades y mediante gestión de la demanda y desconexión de microrredes en caso de necesidad, exigiendo de esta forma menor capacidad de respuesta ante las variaciones a los generadores hidroeléctricos y térmicos (termosolar y bioenergía).

Las redes de transporte y distribución son de titularidad pública o compartida, y se gestionan atendiendo a criterios técnicos en lugar de primar los criterios económicos. De igual forma son gestionados los sistemas de almacenamiento.

Solar térmica

Según datos del MINETUR, entre los años 2005 y 2010 se instalaron 1,6 millones de metros cuadrados de captadores solares, aunque esto sólo fue el 40 % del objetivo que se había planteado en el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER 2005-2010). La crisis económica unida al descrédito de las energías renovables por parte de las administraciones públicas, la falta de profesionales, de información pública y la competencia de las empresas instaladoras de gas natural ha hecho que el ritmo de instalación no sólo haya sido menor que el esperado, sino mucho menor del posible.

En el escenario propuesto, existe una política pública de fomento de las energías renovables, y en particular de la solar térmica acompañada de programas formativos, control público, inversión e información. De este modo se propone un despegue importante de la energía solar térmica de baja temperatura, basada en un tejido industrial y profesional cualificado. Se parte de considerar que entre los años 2015 y 2020 se instalan los 4,2 millones de metros cuadrados que se preveían en el PFER entre 2005 y 2010, y un incremento paulatino del ritmo de instalación hasta estabilizarse en los 20 millones de m² cada 5 años en la década de 2040.

Evolución observada de la energía solar térmica				
	Superficie instalada (m ²)		Energía primaria (ktep)	
	Incremento	total	Incremento	total
Objetivo de Incremento PFER 2005-2010	4.200.000			
Incremento real 2005-2010	1.653.763	2.354.568	129	183
Incremento real 2010-2013	715.265	3.069.833	54	237

Evolución propuesta de la energía solar térmica				
	Superficie instalada (m ²)		energía primaria (ktep)	
	Incremento	total	Incremento	total
2010-2015	1.165.000	3.520.377	90	273
2015-2020	4.200.000	7.720.377	324	597
2020-2025	6.000.000	13.720.377	463	1.060
2025-2030	10.000.000	23.720.377	772	1.832
2030-2035	15.000.000	38.720.377	1.158	2.990
2035-2040	20.000.000	58.720.377	1.544	4.534
2040-2045	20.000.000	78.720.377	1.544	6.078
2045-2050	20.000.000	98.720.377	1.544	7.622

Biomasa

El Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 tenía como objetivo que se consumieran 583 ktep adicionales de biomasa para usos térmicos entre los años 2005 y 2010. Sólo en el año 2011 se había llegado a un consumo de 4.255 ktep, 564 ktep adicionales a los consumidos en 2010, prácticamente cumpliendo el objetivo en un sólo año. Sin embargo, el consumo de biomasa disminuyó en los años sucesivos, de forma que en 2013 se consumieron 3.968 ktep de biomasa para usos térmicos.

La propuesta se basa en un incremento de la utilización de biomasa para usos térmicos hasta el año 2030, debido a la sustitución de otras fuentes, fundamentalmente derivados del petróleo (gasóleo, propano y butano) y en menor medida gas natural. A partir de 2030, las mejoras en la envolvente de los edificios y otras mejoras en materia de eficiencia energética, así como la mayor penetración de la energía solar térmica para cubrir parte de la demanda de ACS y calefacción hacen que, aunque la potencia instalada de calderas y estufas de biomasa se incremente, el consumo de biomasa se reduzca, hasta llegar a 2050 con un consumo de

4.784 ktep, un 106,19 % del consumo en 2015.

Evolución propuesta de biomasa para usos térmicos		
	Energía primaria (ktep)	
	Incremento	total
2010-2015	814	4.505
2015-2020	505	5.014
2020-2025	199	5.213
2025-2030	221	5.434
2030-2035	- 361	5.073
2035-2040	- 208	4.866
2040-2045	- 75	4.790
2045-2050	- 6	4.784

Biogás

La utilización de biogás para usos térmicos ha permanecido estable en los últimos años, alrededor de los 35 ktep. Sin embargo, en generación eléctrica ha crecido mucho. Se han instalado biodigestores en el sector agroganadero para tratamiento de purines y restos orgánico húmedos y extracción de metano en vertederos.

La propuesta plantea una utilización moderada del biogás, ampliando los usos actuales, y como sustituto del gas natural. De esta forma se propone para usos térmicos, generación eléctrica, y transporte, aunque con una utilización moderada.

Agrocombustibles

La propuesta mantiene un uso de los agrocombustibles equivalente al actual principalmente para el transporte. A diferencia de la situación actual, en la que los agrocombustibles se utilizan principalmente en el transporte por carretera, en el escenario propuesto se diversifica su uso, siendo aproximadamente la mitad (1.259 tep) para el transporte en carretera y el resto para transporte marítimo (942 tep) y aéreo (112 tep)

Los agrocombustibles serán parte de un mix energético para el transporte en el que también se utilizará energía eléctrica y biogás.

Carbón

La propuesta se basa en una rápida eliminación del carbón, por sus altos niveles de contaminación y su baja eficiencia en la generación eléctrica. Aunque es el combustible fósil que cuenta

con mayores reservas a nivel mundial, el Estado español cuenta con poco mineral, caro, y en muchos casos de baja calidad.

En el sector residencial se elimina completamente su utilización en 2025, en generación eléctrica en 2030, y en el sector industrial se reduce gradualmente su utilización hasta ser sustituido totalmente por otros combustibles en 2050.

La eliminación en el sector industrial es más lenta puesto que es un combustible utilizado para ciertos procesos industriales que debe ser sustituido por combustibles o procesos que presenten las mismas propiedades (no sólo térmicas).

Petróleo y derivados

Los derivados del petróleo se seguirán utilizando fundamentalmente en el sector del transporte, hasta su desaparición definitiva.

Para usos térmicos las calderas existentes de gasóleo, propano y butano se irán sustituyendo gradualmente, algunas por calderas de gas natural hasta el año 2020, y otras por calderas de biomasa o calefacción eléctrica. Por ser combustibles relativamente caros, esta sustitución será rápida, de forma que, teniendo en cuenta una vida media entre 15 y 20 años, en el año 2040 se pueden haber sustituido todas las calderas existentes.

Gas natural

El gas natural prolongará su utilización durante más tiempo. Debido a su bajo coste, se seguirán sustituyendo calderas de gasóleo y derivados (GLP) probablemente hasta 2025. Además, gran parte de las infraestructuras están funcionando y se siguen desarrollando en la actualidad, por lo que es esperable que se intenten amortizar.

Lo mismo sucede en el sector eléctrico, donde el gas natural servirá de apoyo a la generación renovable, una vez cerradas las centrales nucleares y las térmicas de carbón y fuel. La vida de estas centrales, al igual que las calderas para usos térmicos, probablemente se prolongará durante 15 o 20 años, hasta 2045.

El uso del combustible, sin embargo, se irá reduciendo conforme vaya disminuyendo la demanda, debido a la mejora en aislamientos de edificios, en cuanto a usos térmicos, y a la mayor penetración de renovables en el sector eléctrico.

Energía nuclear

La energía nuclear es una de las fuentes que primero desaparece en la transición energética propuesta. Se propone una reducción a la mitad de para 2020 para su completa eliminación en 2030. A finales de 2020 habrían dejado de funcionar Almaraz 1, Almaraz 2 y Vandellós 2, y en el 2025 dejaría de funcionar el último reactor, el de Trillo.

El sistema eléctrico peninsular no debería tener ningún problema en asumir estas desconexiones, puesto que lo hace cuando hay paradas programadas y no programadas, y en ocasiones ha habido 4 reactores parados de 7 activos. Existe una gran capacidad de generación eléctrica por gas en ciclo combinado y renovables, capaz de absorber la demanda, que por otro lado año tras año viene reduciéndose y en el escenario propuesto se reduce aún más. Esta reducción de demanda no es sólo en cuanto a la energía total anual o mensual, si no también en cuanto a la potencia máxima demandada, que incluso se puede reducir más mediante mecanismos de gestión de la demanda.

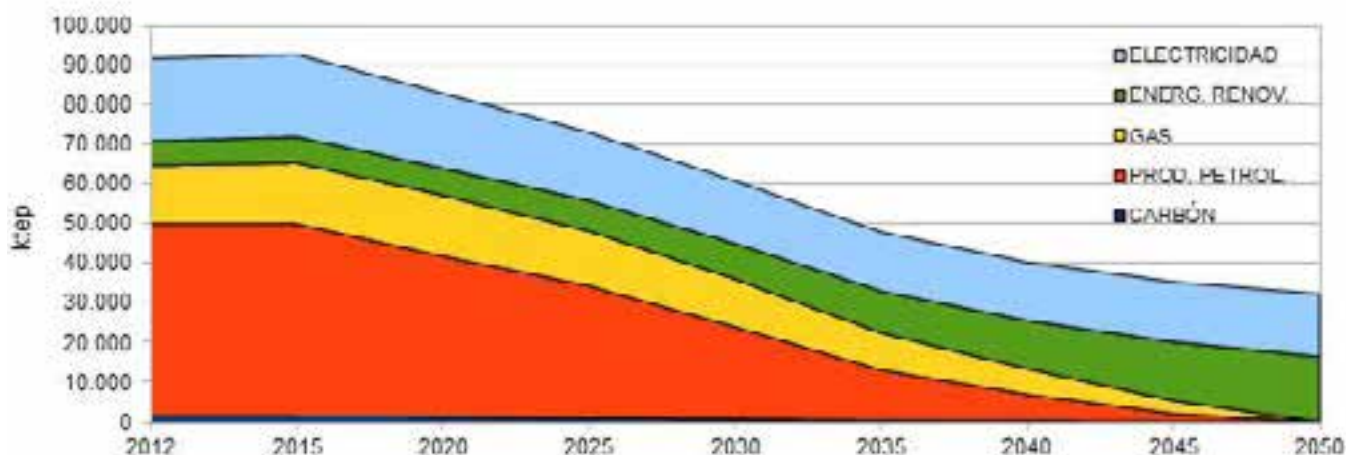
Cobertura de la demanda por sectores

Industria

En el escenario propuesto el sector industrial reduce su demanda a partir del año 2015, hasta llegar a la mitad de la actual en 2050 pasando de 20.703 ktep a 9.000 ktep, con un descenso del 56,53 %. El consumo de carbón se mantendrá hasta 2020, a partir de ahí comenzará un descenso que será más acusado a partir de la década de 2030 para desaparecer en 2050. El uso del petróleo comienza a decaer a partir de 2015 de manera más acusada, lo que hace que se deje de utilizar alrededor de 2025. El gas mantiene su consumo a niveles de 2015 hasta 2020, volviendo a los niveles de 2012 en 2025, a partir de ahí comienza una reducción, que aumenta el ritmo con el tiempo, para llegar a un consumo nulo en 2050.

Son las energías renovables para usos térmicos y la electricidad las que sustituirán el uso de las energías fósiles. La electricidad pasa de suponer un tercio del uso final de energía en 2012 a dos tercios en 2015, pasando de 6.232 ktep a 7.037 ktep. El resto necesidades caloríficas principalmente se cubre con biomasa (28 %) y biogás (7 %). El uso de solar térmica (3 %) y biocarburantes (1 %) tendrá una importancia relativamente menor.

Figura 25. Evolución del consumo de energía final por fuentes en el sector industrial 2015-2050 (ktep)



Transformación del tejido industrial

En 2012 los sectores industriales que más energía demandaron fueron: la industria química (19 % del consumo final del sector), la de minerales no metálicos -relacionada principalmente con la producción de elementos ligados a la construcción- (un 16 %), la siderurgia y fundición (un 15 %), la alimentaria (10 %) y la producción de pasta, papel y artes gráficas (10 %).

En un escenario de escasez de energía barata, con menos capacidad de transporte motorizado y menor consumo, el tejido industrial sufrirá una gran transformación. No serán simplemente las fuentes de energía las que cambien, sino que habrá sectores que prácticamente desaparezcan y otros que adquieran más importancia relativa.

Sectores industriales que reducen su consumo energético

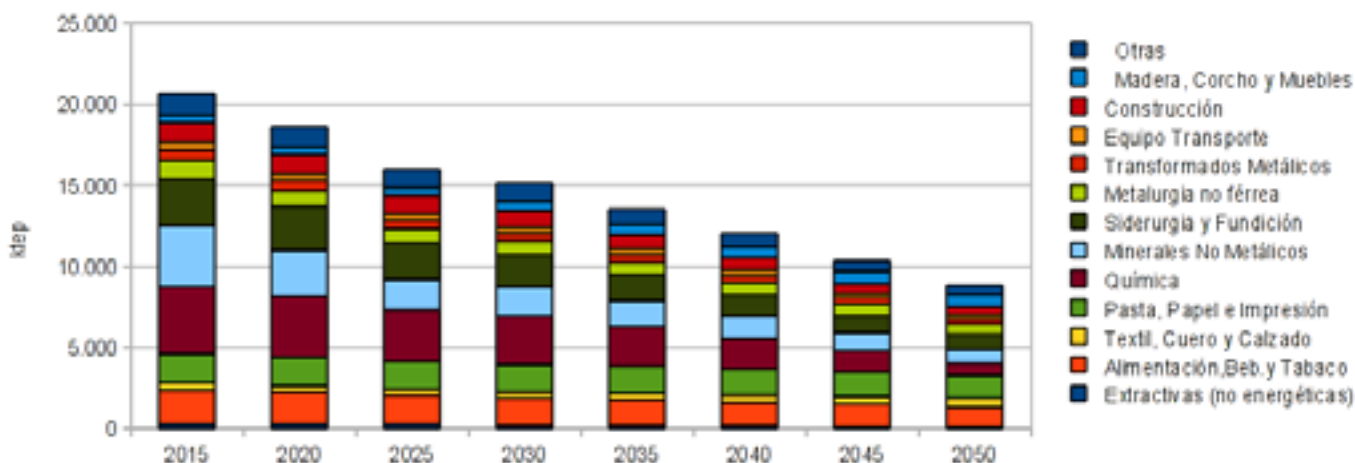
Entre los sectores que ven reducida su actividad y

por lo tanto su consumo de energía destacamos:

La industria química y del petróleo. En un escenario 100 % renovable no producirá combustibles y únicamente procesará el petróleo para algunos usos como quizá la producción de determinados plásticos. Este sector se reducirá y tenderá a la fabricación y transformación de biopolímeros. En general, este sector industrial reduce su consumo energético en más de un 80 % desde 2015 hasta 2050.

La industria extractora (de minerales no energéticos) y de transformación de materiales (minerales no metálicos, siderurgia y fundición, y transformación metálica). El agotamiento de minerales baratos de extraer y sobre todo en un escenario de energía en aumento de precio, el reciclaje cobra cada vez más importancia, tendiendo hacia el reciclaje del 100 % de los materiales y una gran reducción en la extracción. Estos sectores reducen su consumo de energía alrededor de un 60 %.

Figura 26. Evolución del consumo energético en el sector industrial por sectores, desde 2015 hasta 2050 (ktep)



Alimentación, bebida y tabaco. Los circuitos de proximidad y el mayor consumo de alimentos frescos reduce el consumo energético de este sector industrial, pasando en 2050 a consumir un 42 % menos de energía que en 2015.

La automoción. El sector de la automoción y equipo de transporte en general ve reducido su consumo de energía en un 35 %. La fabricación de automóviles desciende enormemente, y la industria se transforma hacia vehículos eléctricos, y otros combustibles (pila de combustible, bioetanol...). La mayoría de los vehículos que se fabrican son colectivos y/o públicos: flotas de empresa, vehículos de alquiler, vehículos para transporte público, vehículos de emergencia (ambulancias, bomberos, cuerpos de seguridad...), furgonetas de reparto o pequeños camiones. Hay una reconversión hacia la fabricación de trenes, tranvías y otros vehículos eléctricos colectivos y de mercancías.

Construcción. El sector de la construcción modifica su actividad hacia la rehabilitación de edificios, la construcción de infraestructuras de transporte (sobre todo ferroviario), y la rehabilitación urbana. Las grandes infraestructuras de transporte se dejan de construir por su inviabilidad económica, sus impactos ambientales y sociales, y su inutilidad manifiesta. De esta forma, el consumo de energía se mantiene relativamente estable aunque con un ligero descenso hasta el año 2030 para a partir de ahí reducir rápidamente su consumo de energía hasta los 435 ktep, una reducción del 62 % respecto de 2015. Esto no significa que no exista actividad en este sector, sin embargo los materiales y procedimientos, y herramientas utilizados son más eficientes, y hacen que el consumo energético descienda, sobre todo a partir de 2030 por el encarecimiento de los productos energéticos.

Sectores industriales que incrementan su actividad

Hay otros sectores que aumentan su actividad, algunos no industriales, como la agricultura, y otros que si que se incluirán en este nuevo entramado industrial, conformado por empresas más pequeñas que las actuales. También hay que contar con la relocalización de algunas industrias debido a que el aumento y la volatilidad del precio del petróleo reducen drásticamente el comercio internacional. A continuación enumeramos las ramas de actividad industrial que incrementarán su actividad.

- Talleres de reparación en general.

- Actividades relacionadas con el reciclaje y la recuperación de residuos.
- Fabricación de instalaciones de energías renovables y redes eléctricas.
- Textil, confección cuero y calzado. Verán incrementada su importancia relativa debido a la deslocalización y tenderán a la utilización de fibras naturales.
- Madera, corcho y muebles
- Industria forestal

Como ya comentamos, el encarecimiento del transporte tiende a la relocalización de algunas empresas (como, textiles, calzado o muebles) pero en general muchos de los empleos de las grandes industrias deberán desplazarse hacia sectores que crecen en necesidad de manos de obra, como la agricultura y la ganadería, el reciclaje y la recuperación de materiales, el sector forestal, y pequeños talleres artesanos y de reparación.

Transporte

El transporte consume actualmente alrededor del 30 % de la energía final a nivel mundial. Es un sector altamente dependiente del petróleo (más del 90 % de la energía consumida en el transporte proviene del petróleo), siendo además altamente ineficiente y difícilmente sustituible. Es por ello que merece una reflexión aparte, ya que, en paralelo a la transformación del sistema energético, es necesario realizar una transformación del sistema de transporte.

Al igual que en el consumo general de la energía y de otros productos, la primera medida a tomar debería ser la de reducir la demanda de movilidad, y en paralelo, fomentar modos de movilidad diferentes al transporte por carretera, ya sea de personas o de mercancías, potenciando aquellos modos que sean más sostenibles y eficientes. Reducir la demanda de movilidad significa fijar como objetivo la mejora de la accesibilidad, es decir, la posibilidad de las personas y organizaciones de obtener aquello que necesitan de forma lo más cercana posible, ya sea materiales, servicios, o la posibilidad realizar visitas a ciertos lugares.

Una posibilidad relativamente convencional para mejorar la eficiencia en el transporte es la del traspaso de transporte de carretera a ferrocarril eléctrico, mucho más eficiente desde el punto de vista energético. Transportar una persona o un kg de mercancía un km requiere entre 4 y 5 veces menos

energía que el transporte por carretera.

El modelo que se ha impuesto en el (mal) llamado “mundo desarrollado” es el del automóvil individual, altamente demandante de recursos, tanto para su fabricación como para su marcha y para su almacenamiento en los momentos en los que no se utiliza (la mayor parte del tiempo), consumiendo un espacio en las ciudades y en los edificios que podría y debería ser utilizado para otros usos. La solución de las principales compañías automovilísticas a los problemas ambientales y de agotamiento del petróleo no es otra que replicar este modelo con automóviles eléctricos, que cuentan con dos problemas: no resuelven el problema de los recursos, atascos y accidentes, y cuentan con la limitación de las baterías, tanto desde el punto de vista del precio y duración, como desde el punto de vista de los materiales que hacen falta para fabricar un enorme volumen de ellas.

Frente a este modelo, un modelo social de transporte debería fomentar fundamentalmente el transporte eléctrico colectivo, bien por ferrocarril interurbano, bien suburbano, tranvía o trolebús para entornos urbanos. La principal ventaja de estos sistemas, además del menor coste y utilización de materiales (y energía asociada a su ciclo de vida), es la reducción importantísima en el tamaño de las baterías, puesto que se abastecen de la electricidad que llega a través de la propia red de transporte.

En el ámbito rural, sin embargo, nos encontramos con la dificultad de tener núcleos pequeños de población diseminados por el territorio, y con una necesidad de movilidad ligada a la interrelación

y el intercambio de productos y servicios. En este ámbito es difícil plantear redes de transporte colectivo con frecuencias elevadas debido a las altas inversiones en infraestructuras. Sin embargo, sí se pueden plantear redes de transporte colectivo basadas en pequeños vehículos eléctricos, o a partir de biogás o biocarburantes, así como sistemas de vehículo compartido o de alquiler.

Punto de partida

En el año 2012, la movilidad de pasajeros alcanzó la cifra de 907.314 millones de pasajeros-kilómetro, de los cuales 624.605 millones (68,84 %) fueron en el interior del estado y 282.709 (31,16 %) millones en trayectos internacionales. El transporte de mercancías alcanzó por su parte la cifra de 2.044.785 millones de toneladas-kilómetro, de las cuales 312.240 (15,27 %) millones fueron en el interior del estado y 1.732.545 millones fueron en trayectos internacionales (84,73 %). Entre ambos sumaron un consumo de energía final de 41.975 ktep (29.500 ktep según las estadísticas de la AIE sin tener en cuenta los trayectos internacionales contabilizados como “búncers marítimos” y “búncers de aviación”).

Del total de energía consumida en el transporte el 97,5 % son combustibles fósiles, el 1,96 % biocombustibles, y el 0,53 % es eléctrico. Y por modos de transporte, el 63,02 % corresponde a transporte por carretera, el 23,01 % a transporte marítimo (teniendo en cuenta transporte internacional), y el 13,23 % a transporte aéreo. El transporte ferroviario consume únicamente el 0,75 % de la energía destinada al transporte.

Figura 27. Reparto del consumo de energía en el transporte por fuentes (desglosado en mercancías y pasajeros, internacional e interior)

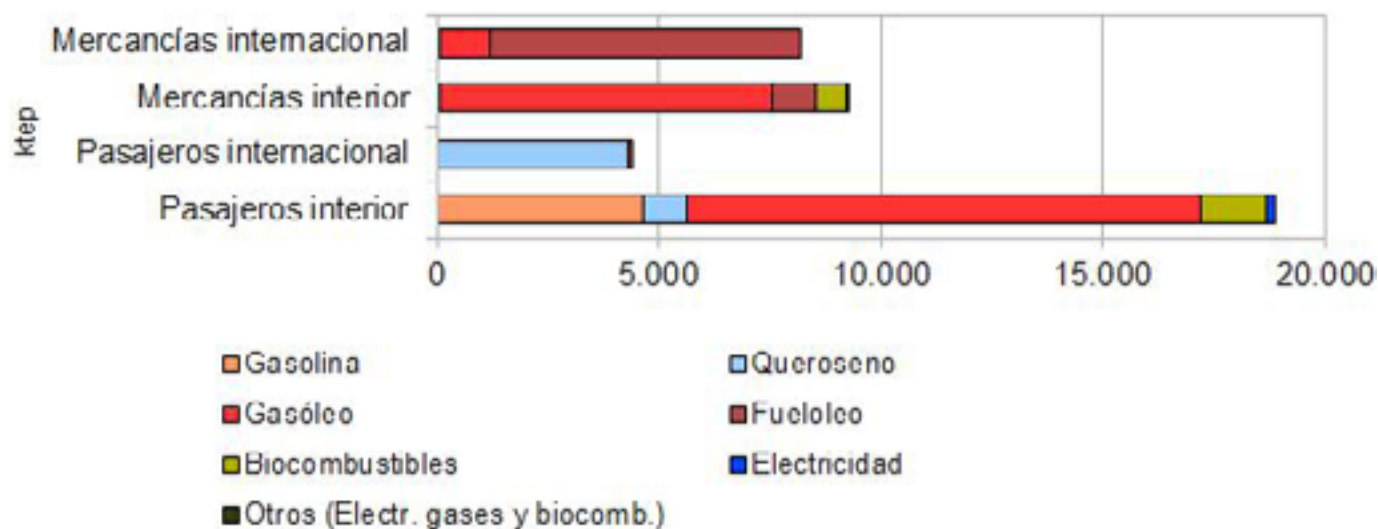
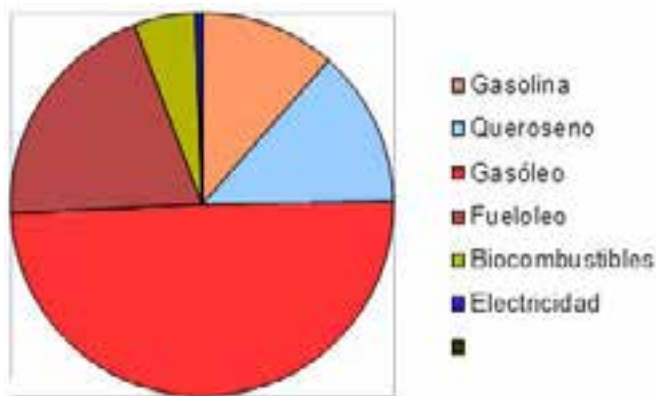


Figura 28. Consumo de energía en el transporte en el año 2012 (ktep)



Evolución propuesta

En la propuesta los combustibles fósiles son eliminados gradualmente y sustituidos por electricidad, biogás y biocombustibles. En núcleos urbanos y en trayectos interurbanos predomina el ferrocarril eléctrico con apoyo de otros vehículos eléctricos (trolebuses, automóviles, motocicletas, bicicletas, furgonetas, etc.). En zonas rurales, en las que la electrificación puede ser más complicada, se combinan los vehículos eléctricos con baterías con vehículos propulsados por bioenergía (biogás o biocombustibles), bien con motor de combustión interna o con pila de combustible.

El tráfico internacional se reduce enormemente, tanto el de pasajeros como el de mercancías. Hay que hacer notar que la metodología empleada considera viajes internacionales únicamente el tráfico aéreo y marítimo, siguiendo las estadísticas de base. Esto significa que los viajes internacionales que se realizan en ferrocarril o en carretera se computan como movilidad interior (hasta la frontera). Este hecho explica en parte el repunte que se observa en los trayectos interiores de pasajeros hacia el final del periodo.

Los viajes interiores también se reducen, tanto en pasajeros como en mercancías, aunque ambos en menor proporción que los internacionales.

	2015	2050
Tráfico interior de pasajeros (millones de personas-km)	624.605	340.229
Tráfico internacional de pasajeros (millones de personas-km)	282.709	18.465
Tráfico interior de mercancías (millones de toneladas-km)	312.434	198.096
Tráfico internacional de mercancías (millones de toneladas-km)	1.732.545	201.150

La intensidad energética del transporte se reduce debido a la mayor eficiencia del transporte eléctrico.

	2015	2050
Tráfico de pasajeros (tep/millón de personas-km)	25,80	11,37
Tráfico de mercancías (tep/millón de personas-km)	8,55	7,16

Los viajes aéreos se reducen al mínimo, quedando restringidos a emergencias y viajes puntuales de larga distancia y urgentes. Parte de los trayectos internacionales de pasajeros se derivan al transporte en barco, y gran parte en ferrocarril. Aún así, los kilómetros recorridos por persona en trayectos internacionales se reducen drásticamente desde los 6.125 kilómetros actuales hasta 1.500 kilómetros anuales.

Los kilómetros recorridos por las mercancías también sufren una drástica reducción, especialmente en los recorridos internacionales, pasando de los 37.533 toneladas-km por persona al año hasta los 3.300 toneladas-km por persona y año, y quedando prácticamente reducido al transporte marítimo, junto con una pequeña cantidad de transporte aéreo urgente y en ferrocarril eléctrico.

Los viajes interiores se ven reducidos en menor cantidad, pasando los kilómetros recorridos por los pasajeros desde los 13.531 kilómetros por persona y año actuales hasta los 5.319 kilómetros por persona y año en 2050. Así mismo, se plantea una menor movilidad de las mercancías, siguiendo la tendencia de producir localmente los productos necesarios. De esta forma se pasa de los 6.768 toneladas-km por persona y año actuales hasta los 3.600 toneladas-km por persona y año.

	2015	2050
Tráfico de pasajeros (km/persona-año)	19.656	6.819
- interior	13.531	5.319
- internacional	6.125	1.500
Tráfico de mercancías (t-km/persona-año)	44.302	6.900
- interior	6.768	3.600
- internacional	37.533	3.300

Figura 29. Evolución por fuentes del consumo de energía en el transporte (ktep), desde 2015 hasta 2050

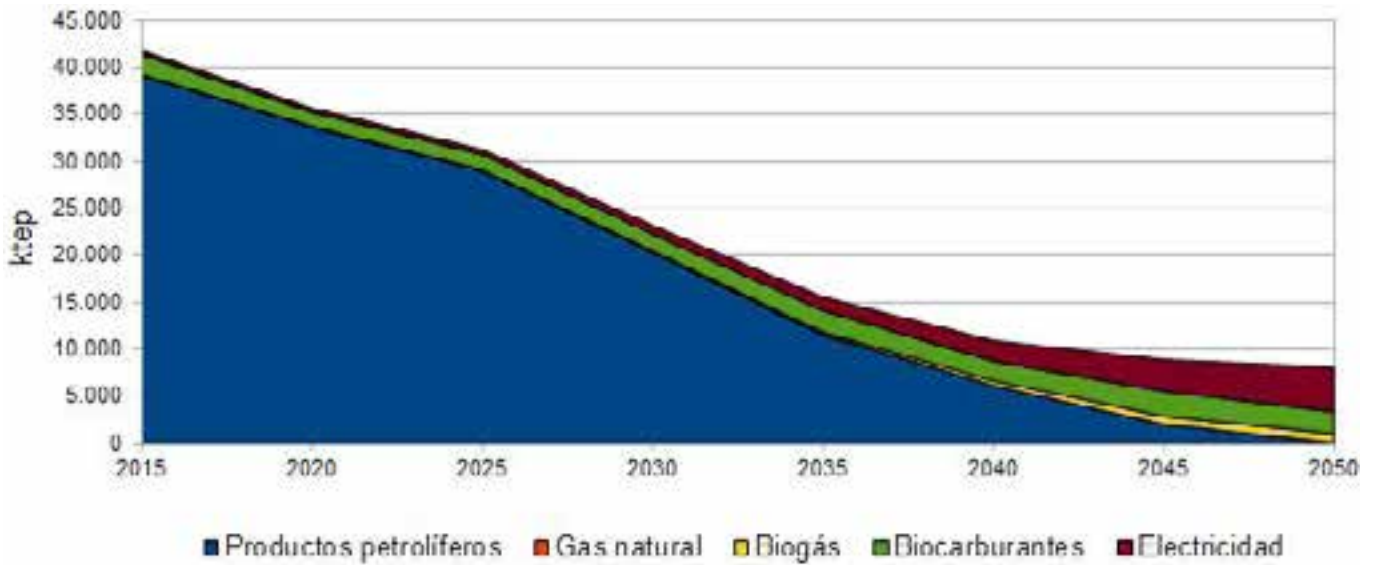
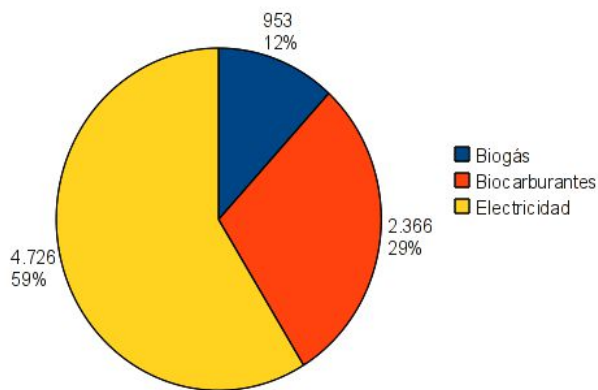


Figura 30. Consumo de energía en el transporte en 2050 (ktep)



El transporte aéreo podrá utilizar como fuentes principales de energía biocarburantes y biogás, al igual que el marítimo, aunque este podrá verse complementado también por energía eléctrica y el impulso del viento. El transporte terrestre estará completamente electrificado en el caso del ferrocarril y de manera muy importante en el resto, aunque se prevé también un uso de biocarburantes y biogás.

No se ha tenido en cuenta el desarrollo de vehículos a partir de hidrógeno, pero podría darse. Producido a través de energías renovables, podría suministrar energía a determinados vehículos, por carretera, y quizás también para transporte aéreo o marítimo.

A medida que se agote el modelo el combustible fósil, se modificará la ordenación territorial. Espa-

cios periurbanos y de baja densidad serán ingestionables, por lo que las ciudades aumentarán su densidad de población en las zonas centrales, y otra parte emigrará de nuevo a las zonas rurales o a pequeñas ciudades. Esto quiere decir que los medios de transporte público colectivo y en especial los electrificados, junto con la bicicleta y la marcha a pie, podrán asumir casi toda la movilidad urbana, a excepción de automóviles y pequeños vehículos para emergencias y transportes específicos. El transporte de mercancías en el interior tendrá que hacerse con vehículos eléctricos.

En la vuelta al campo el tren convencional debería ganar bastante peso, y una flota de autobuses (con hidrógeno, biogás o agrocombustibles, por ejemplo), en esos viajes interurbanos también podrían asumir la mayor parte de los desplazamientos, además de pequeños automóviles eléctricos o con biogás o biolíquidos, que con una alta ocupación también pueden tener un papel relevante.

La disminución de las importaciones no será por cierre de fronteras, sino porque el agotamiento del petróleo se hará en si mismo ingestionable el tránsito desde grandes distancias, los productos lejanos serán muy costosos por lo que la economía se hará más local. Esto de manera directa, pero también indirecta: los alimentos industrializados, muy petrodependientes, también serán menos competitivos, por los que se importarán mucho menos.

En los campos aumentará la tracción animal para la gestión del monte y actividades de agricultura fundamentalmente.

Administración, servicios y comercio

En este apartado se incluyen servicios de la administración pública, educación, sanidad, comercio y hostelería, además del abastecimiento y depuración de aguas y la iluminación de espacios públicos. Excepto estos dos últimos servicios, el resto corresponden a gastos en edificios (aproximadamente el 90 %). Se trata de un sector fuertemente electrificado, que cuenta con un gran potencial de reducción del consumo.

Consumo de energía en edificios en el sector servicios, comercio y administración		
Uso	Consumo energético (ktep)	Estructura (%)
Calefacción	2.492	31,10 %
ACS	264	3,00 %
Equipamiento de edificios	1.386	17,30 %
iluminación	1.763	22,00 %
refrigeración	2.100	26,20 %

Consumo de energía en servicios públicos		
Uso	Consumo energético (ktep)	Estructura (%)
Depuración y abastecimiento de agua	230	30,07 %
Desalación de agua	209	27,32 %
Alumbrado público	326	42,61 %

En el 2050 se podría reducir hasta más de la mitad del actual (un 45 % según el modelo presentado) y pasar de un consumo de 10.043 ktep en 2012 a 4.000 ktep en 2050. El consumo de combustibles fósiles (productos petrolíferos y gas) se mantendría hasta 2020. A partir de entonces se prevé que comience a descender paulatinamente hasta desaparecer.

La energía solar térmica aumenta de 39 a 127 ktep y la biomasa de 69 a 134 ktep, aumentando su importancia relativa, pero el grueso del consumo (un 92 %) se lo lleva la electricidad, que aún así debería reducirse a menos de la mitad.

El gasto energético de administraciones públicas y servicios tiene gran potencial de reducción con la adecuación de edificios que hemos tratado antes

y tomando ciertas medidas como mejora de la eficiencia de los equipos, un uso racional y consciente de los servicios públicos (por parte de personas trabajadoras y usuarias) un correcto mantenimiento de las instalaciones, etc

El alumbrado público es otro de los gastos económicos de los ayuntamientos, que puede reducirse considerablemente con la correcta ubicación de luminarias, la instalación de lámparas eficientes (de vapor de sodio, led) y equipos reguladores, así como una reducción sustancial en el nivel de iluminación de muchas áreas.

Se propone una gran reducción en el consumo en los sectores de los servicios, el comercio y la administración, fundamentalmente debido a las mejoras en la gestión eficiente de la energía, y el gran potencial de ahorro existente en estos sectores, en todos los ámbitos, y que alcanza en 2050 un 28 % del consumo existente en 2015.

En usos térmicos en los edificios, como se ha explicado antes, los combustibles fósiles son sustituidos fundamentalmente por solar térmica con apoyo de biomasa, así como electricidad mediante bombas de calor u otros sistemas. Además se reduce sustancialmente la demanda térmica gracias a la intervención en materia de rehabilitación energética de edificios mediante aislamiento de la envolvente.

A esto hay que añadir grandes reducciones en el consumo de iluminación gracias a sustitución de luminarias por tecnologías más eficientes, y a reducción de horarios, espacios y niveles de iluminación en todos los ámbitos (oficinas, alumbrado público, pequeño, mediano y gran comercio, etc.)

El abastecimiento y depuración de agua incrementa su consumo debido al aumento de la población, aunque se introducen mejoras en eficiencia que limitan el consumo energético en 442 ktep (de los 230 ktep en 2015). Por su parte, la desalación de agua sufre una mejoría notable en la eficiencia de los equipos utilizados, que ya se está dando en la actualidad en las plantas de nueva construcción y que hacen que se reduzca en un 35 % el consumo por metro cúbico. De esta forma, el consumo energético en las plantas desaladoras pasa de los 209 ktep actuales a 163 ktep en 2050, aunque la producción de agua dulce aumenta para abastecer las necesidades de una población creciente.

Residencial

En el sector residencial el consumo principal se debe a la calefacción de las viviendas, que representa un total del 43 % de la energía consumida en el sector. El 27 % se debe a los electrodomésticos y el 17 % al Agua Caliente Sanitaria (ACS). La cocina representa un 7 %, la iluminación un 5 % y el aire acondicionado un 1 %.

Gracias a la rehabilitación energética de los edificios se puede reducir entre un 35 % y un 50 % las necesidades de calefacción en los edificios existentes, y hasta en un 80 % en obra nueva. Además, entre un 60 % y un 90 % del consumo de ACS se puede proporcionar gracias a la energía solar térmica. La solar térmica también puede proporcionar entre el 50 % y el 80 % de las necesidades de calefacción en las viviendas que disponen de capacidad para ello. El resto se proporciona mediante biomasa, electricidad y en menor medida geotermia de baja entalpía.

En aquellas situaciones en las que no se dispone de superficie adecuada para la instalación de solar térmica o biomasa se establecen redes de distribución de calor a partir de centrales de calor y calefacción de distrito, o bien se incorpora calefacción eléctrica, bien resistiva, bien mediante bombas de calor.

Por otra parte el consumo en electrodomésticos se puede reducir gracias a mejora en eficiencia energética y a la sustitución de equipos ineficientes por otros de mayor eficiencia, pero también a la racionalización de usos y a la eliminación de consumos en standby. Se estima que la reducción puede llegar a ser de hasta el 50 %, mientras que en iluminación la reducción puede llegar a ser del 80 %.

El consumo en aire acondicionado se limita mediante aislamiento de los edificios y técnicas pasivas como sombreados y orientación adecuada de las viviendas en casos de obra nueva.

La reducción del consumo dependerá en gran medida de la capacidad de inversión de las familias, de la financiación de inversiones y del incremento de la población, así como de la adecuación de la legislación en materia de rehabilitación, de eficiencia energética en la edificación y de incorporación de energías renovables en los edificios. Se estima además que parte de la energía eléctrica demandada por los edificios se generará en el mismo edificio o en las cercanías, reduciendo así la necesidad

de transporte de la misma en alta tensión y limitando las pérdidas.

Se ha estimado que como mínimo se debería reducir el consumo doméstico por persona a la mitad entre el año 2015 (0,336 tep por persona y año) y el año 2050 (0,167 tep por persona y año).

Agricultura

Actualmente un 61 % del consumo energético en agricultura proviene básicamente de los productos petrolíferos (gasóleo) con los que se mueve la maquinaria agrícola. El resto es gas, (un 23 %) energía eléctrica (un 13 %) y una pequeña parte de biocarburantes.

La evolución energética del sector agrícola pasa por la reducción creciente de la utilización de gasóleo, que se verá sustituido por electricidad, biocarburantes, y tracción animal. El gas natural se sustituirá por biogás, y otras soluciones térmicas renovables como biomasa, geotermia y solar térmica. Se espera que el consumo de electricidad en éste sector permanezca estable.

Aunque la agricultura suponga actualmente sólo un 3 % del consumo final de energía en el estado, es un sector estratégico que merece un análisis más detallado. Para hacer este análisis es necesario que amplíemos el foco a todo el sistema agroalimentario. Así se evidencia que se trata de un sistema aún más petrodependiente de lo que señala el anterior análisis, ya que depende del petróleo para producir y transportar elementos como piensos o fertilizantes, y para hacer llegar (embalados, procesados y refrigerados) los productos a los lugares de consumo.

La agricultura de 2050, además de basarse en energías renovables y en la tracción animal deberá seguir otras pautas para poder hacer frente al reto de proporcionar a la población suficientes alimentos nutritivos, producidos de forma sostenible y ecológica.

Para llegar a este objetivo el sistema agroalimentario debería:

- Cerrar los ciclos de manera local
- Utilizar circuitos cortos de comercialización
- Basarse en la producción ecológica, diversificando cultivos y utilizando variedades tradicionales.
- Dar más importancia a la autoproducción de alimentos.

- Utilizar la tracción animal

Es importante señalar también que se debe producir un cambio en los hábitos de consumo y en la dieta: más productos frescos, menos precocinados y preparados, menos carne y leche, más legumbres, menos azúcar, etc. en general cambios hacia una dieta más sana y sostenible.

Limitaciones actuales

- La inclusión de los alimentos en los mercados, que hacen que se traten como un bien más (especulación, variabilidad de precios, acaparamiento) y no como un derecho.
- La Política Agraria Común que financia una agricultura enfocada al mercado global y no a satisfacer las necesidades alimentarias de la población.
- El oligopolio empresarial que ofrece semillas, fertilizantes y biocidas, y al mismo tiempo compra la producción, eliminando la capacidad de elección de los agricultores y agricultoras.
- La amenaza de los transgénicos
- El agotamiento y la contaminación actual de los suelos de cultivo y el agua.

Mecanismos específicos para conseguirlo

- Impulsar mercados locales campesinos y otras formas de comercialización en canales cortos
- Etiquetar convenientemente los alimentos informando sobre la procedencia y la huella de carbono.
- Lanzar campañas informativas para reducir el consumo de productos animales y aumentar el de otros como las legumbres.
- Penalizar el monocultivo y la utilización de fertilizantes y biocidas no orgánicos, estableciendo sistemas de control más estrictos con la agricultura industrial que con la ecológica, pues es más impactante.

Evolución del empleo

Esta nueva situación energética y social lleva aparejada una reestructuración de lo que actualmente conocemos como trabajo o empleo. Más allá del nuevo reparto de sectores “empleadores” (que a grandes rasgos será menos industrial y más agrario) que analizaremos a continuación, debemos tratar un cambio más profundo que debe darse en la es-

fera económico-social: desplazar a los mercados y poner la sostenibilidad de la vida en el centro. En palabras de Amaia Pérez Orozco poner el centro “el sostenimiento de las condiciones de posibilidad de vidas que merecen la pena ser vividas” (2).

Existen algunas propuestas que podrían facilitar la transición a este nuevo modelo :

- Renta básica universal y renta máxima
- Mecanismos de reparto del trabajo remunerado como reducción de la jornada laboral, prohibición de horas extra o adelanto de la edad de jubilación.
- Visibilización y valoración de trabajos de cuidados
- Bancos de tiempo y redes de trueque
- Monedas alternativas

En cualquier caso es seguro que en un futuro, ya sea de forma ordenada y pactada o por necesidad e imposición, tendrán más relevancia labores como el cultivo de alimentos (muchos para autoconsumo), la reparación de enseres, y la recuperación y el reciclaje de materiales.

En general habrá tres factores en contradicción:

- Más trabajo humano fruto de menos fósiles y menos tecnología.
- Menos necesidad (y sobre todo capacidad) de producción.
- Renovables son más intensivas en mano de obra.

En una situación que podríamos llamar “ideal” con una gran parte de autosuficiencia energética y alimentaria, el derecho a la vivienda (y a otros como sanidad y educación) garantizados, una menor necesidad de ocio mercantilizado y un menor consumismo... se rebajaría enormemente la necesidad de un salario.

A continuación se presentan algunos de los sectores económicos que podrán emplear a más personas que en la actualidad.

Agricultura

Como ya se plantea en la descripción por sectores, la agricultura empleará mucha más mano de obra que actualmente, y también tendrá más importancia como actividad “complementaria” o informal como autoabastecimiento para consumo familiar. No conocemos estudios que nos permitan hacer una estima-

2. Pérez Orozco, Amaia (2014), *La sostenibilidad de la vida en el centro... ¿y eso qué significa?*, IV Jornadas de Economía Feminista, Madrid.

ción del número de empleos, pero ya en la actualidad las explotaciones agrarias que cultivan en ecológico precisan más mano de obra que las convencionales. Es de esperar que si además se reduce la capacidad de emplear maquinaria la demanda será aún mayor.

Forestal

El sector forestal es uno de los sectores que aumenta también su capacidad de generar empleo. El escenario de utilización de fuentes de energía renovable, y de gran reducción del transporte dibuja un escenario en el que el monte vuelve a ser un suministrador principal de materias primas:

- Madera para la construcción y rehabilitación de edificios y para la fabricación de muebles, utensilios y papel.
- Corcho par sus usos tradicionales y además como aislante térmico.
- Biomasa (leña, *pellets*, poda) como combustible para calderas de calefacción y agua caliente.
- Resina como materia prima sustitutiva del petróleo en barnices, pinturas plásticos.
- Alimentos: hierbas medicinales, miel, pastos, frutos, hongos, caza, pesca, etc.

Esta creciente necesidad de extracción de materias primas del monte hace pensar en un aumento del empleo, pero también de la presión ecológica sobre el mismo, por eso es importante la planificación, sobre todo cuando la situación actual es que más del 89 % de la superficie forestal del estado carece de un plan de gestión forestal que guíe su aprovechamiento (3).

En cuanto al empleo, el INE recoge en el año 2008 a 31.700 personas ocupadas en la rama de silvicultura, explotación forestal y actividades relacionadas. Según un estudio de CC OO, con un cambio en las políticas forestales (mayor inversión pública, ordenación y gestión real de la superficie forestal, certificación, fomento del cooperativismo y el asociacionismo...) se crearían 50.000 empleos directos en el sector en 2022. Es de importancia señalar que éstos empleos se crearán principalmente en el medio rural.

Para 2050, es de esperar que esta cifra sea mayor, ya que aumentará la necesidad de extracción de materias primas del monte.

3 CCOO, 2012 "Sector forestal: propuestas de cambio para la creación de 50.000 empleos"

El sector forestal también tiene capacidad de generar empleos indirectos, como la fabricación de muebles, pasta de papel, pellets, instalación de calderas de biomasa, gestión de centrales de calefacción distribuida, etc.

Edificios

La rehabilitación y mantenimiento de edificios puede absorber parte de los empleos del sector de la construcción que se han destruido después del fin de la burbuja inmobiliaria. Un informe de ISTAS (4) en el que se calcula la creación de empleo que supondría un plan de rehabilitación (aislamiento e incorporación de energías renovables) de unas 565.000 viviendas al año (alcanzado en 2040 un porcentaje acumulado de rehabilitación del 58 % del parque existente actual) concluye que, a partir de 2020 se contaría con unos 105.000 puestos de trabajos estables (entre directos e indirectos)

Energías renovables

En el "Estudio sobre el empleo asociado al impulso de las energías renovables en España" encargado por el IDAE a ISTAS y realizado en noviembre de 2010, se estima que ese año había alrededor de 115.722 puestos de trabajo asociados a las energías renovables, 70.152 directos y 45.570 indirectos. En cuanto a las tecnologías destacan el sector eólico con un 44 % del empleo total y el solar fotovoltaico con un 28 %. La evolución del empleo (condicionada por la crisis y sobre todo por la inseguridad normativa) no ha afectado por igual a todo el sector, siendo las empresas más pequeñas y las dedicadas a energía solar térmica, fotovoltaica, y geotermia (las que más capacidad "descentralizadora" tienen) las más desfavorecidas.

En este estudio se plantean diferentes escenarios, en el más ambicioso se contempla la creación de unos 202.764 empleos directos y 140.748 indirectos en total unos 343.512 empleos. Siendo el sector que mas empleos genera el solar fotovoltaico con 95.431 empleos directos y 83.979 indirectos, debido a la instalación de potencia distribuida en los tejados de las viviendas (5) que contempla este escenario. Otros estudios contemplan la biomasa como la fuente de energía que empleo crearía.

4 ISTAS (2010) "La generación de empleo en la rehabilitación y modernización energética de edificios y viviendas"



Recuperación y gestión de residuos

ISTAS también ha realizado para la Fundación Retorna un estudio sobre potencial de empleo si se implantara en el Estado español un sistema de depósito, devolución y retorno para determinado tipo de envases de bebidas, como el que ya se ha desarrollado en otros países europeos, que mejoraría la recuperación y reciclado de estos materiales. En este informe se considera que se podían crear unos 14.000 empleos.

En cuanto a la recogida de la materia orgánica, un estudio de este mismo instituto, en el que se contempla un objetivo de un 80 % de recogida selectiva de materia orgánica, contempla un potencial de creación de empleo de unos 16.644 puestos.

Movilidad sostenible

Aunque el sector del transporte y la movilidad en general se verá drásticamente reducidos, hay un ámbito en el que se creará empleo, y es en la gestión de la movilidad sostenible. En otro estudio realizado por el ISTAS en 2010, se analiza la capacidad de creación de empleo en un horizonte de 10 años (es decir para 2020) si se siguiera un escenario de eficiencia energética en el que se ahorraría un 15 % de la energía utilizada en el escenario tendencial.

Se parte de un cálculo de empleos directos e indirectos creados alrededor de la movilidad sostenible (operarios de transporte, venta de billetes, limpieza, seguridad, etc.) de 297.109 empleos. Dentro del concepto de movilidad sostenible se incluye: ferrocarril, metro, tranvía, autobuses (incluyendo su fabricación), taxis, coche sostenible (alquiler y coche compartido), bicicletas, estacionamiento regulado y gestión de la movilidad.

Con estos parámetros de 2008, calcula un escenario tendencial en el que se aumenta un 8 % el empleo asociado a estas actividades, sin embargo el escenario de eficiencia energética (que no contempla reducción de la movilidad, sino cambio de modos) supone en 2020 un aumento de 443.870 empleos, un 49% más que en 2008.

En nuestro escenario, en el que sí se contempla la reducción de la movilidad, las cifras serían diferentes, pero éstas sirven para ilustrar la capacidad de generar empleo en un sector que protagonizará un gran cambio.

⁵ En nuestro caso los empleos relacionados con la producción energética distribuida también se han contemplado en el apartado de rehabilitación energética de edificios.

Análisis cualitativo de factores y escenarios

Los días 7 y 8 de noviembre de 2015 se celebró un seminario en Madrid para revisar y analizar esta propuesta. Se realizó una sesión de presentación del documento y al día siguiente otras dos sesiones de trabajo. En la primera de ellas se identificaron los diferentes factores que inciden en la evolución del consumo energético. Para facilitar la participación y la recopilación del mayor número posible de ideas la sesión se diseñó con una primera parte de trabajo en grupo pequeño y una segunda de puesta en común y debate. Posteriormente se analizaron también por grupos, los diferentes escenarios que surgen de la combinación de dos de esos factores, para tratar de identificar las condiciones facilitadoras de la transición energética.

A continuación se exponen los resultados de la primera sesión de trabajo en grupo:

Factores que inciden en la evolución del consumo energético

1 Demografía:

- Evolución de la población
- Pirámide de población / envejecimiento de la población
- Movimientos migratorios

2 Costes/disponibilidad de la energía:

- Costes de los combustibles
- Costes de los materiales
- Agotamiento / disponibilidad de recursos energéticos fósiles

3 Desarrollo tecnológico

4 Políticas públicas

- Fiscalidad verde
- Compra y contratación pública con criterios ambientales
- Legislación favorable y estable
- Ayudas / subvenciones / financiación
- Apropiación pública de redes, recursos..

5 Formación / información

- Control de los medios de comunicación
- Influencia de líderes de opinión
- Capacidad de transmitir la información con lenguaje sencillo / concienciación de la población, especialmente la gente joven / componente emocional
- Descentralización del conocimiento

6 Modelo de organización social/económica/política

- Soberanía alimentaria / agroindustria
- Geopolítica
- CCC: Contracción, Convergencia y Compensación (con esta jerarquía): marco político internacional
- Limitación de utilización de recursos
- Tratados internacionales / Presión desde la UE / Capacidad de maniobra de los gobiernos
- Grado de democratización de la sociedad
- Equidad social
- Modelo territorial: dónde vivimos / descentralización del sistema productivo
- Eficiencia energética vs eficiencia social

7 Percepción y conciencia social:

- Nueva cultura energética / educación / nivel social
- Consumo: etiquetaje y certificación de productos
- Modelo de consumo: (economía del bien común, consumo responsable y transformador, concepto de confort, hábitos de consumo, concepto de necesidades vs lujos
- Visión metabólica del sistema social
- Sistema de valores
- Organización y solidaridad entre movimientos sociales

Análisis cualitativo de escenarios

A continuación se analizaron de forma cualitativa una serie de escenarios, en tres grupos de trabajo, que han estudiado las dificultades, retos y oportunidades que se abren en cada uno de los supuestos.

El primer grupo de trabajo analizó los escenarios que se abren en función de dos parámetros: la demografía y los costes de la energía

El segundo grupo de trabajo evaluó los escenarios que se plantean en función de las políticas públicas y la percepción y conciencia social.

Por último, el tercer grupo de trabajo ha estudiado las alternativas que se ofrecen en función del desarrollo tecnológico y la formación e información

de la población.

Demografía vs costes y disponibilidad de energía fósil

Las previsiones de NNUU y del INE, en función de la tasa de natalidad y la esperanza de vida son de una reducción de la población en el Estado español, que en 2050 se situará entre los 40 y los 45 millones de personas.

Sin embargo, la inmigración, fundamentalmente del norte de África, presionada por la bajada de rendimiento de cosechas, sequías y otros factores climáticos, conflictos bélicos y sociales, pobreza, etc. podría hacer que se dieran dos escenarios futuros:

Uno de cierre de fronteras, que generaría conflictos y una necesidad cada vez mayor de militarizar las zonas fronterizas, y que llevaría probablemente a una presión ciudadana ante la muerte de cada vez más personas intentando cruzar las fronteras, y ante los cada vez más numerosos, con toda probabilidad, escenarios de enfrentamientos violentos en las fronteras.

Otro en el que se ordenan las fronteras y las herramientas de acogida, a la vez que se estabiliza el reparto de recursos, para acoger a las cada vez más numerosas personas que huirían de las crisis económicas, ambientales y sociales de sus países.

En el escenario planteado se opta por la segunda solución, suponiendo que la población en el Estado español alcanza los 65 millones de personas en 2050, fundamentalmente debido a la acogida de alrededor de 25 millones de inmigrantes.

Los escenarios de baja población se basan en un nivel poblacional de unos 40 millones de personas en el estado español, mientras que los escenarios de alta población se refieren a aquellos con 60 o más millones de personas en el estado español.

Por otra parte, aunque todo parece indicar que los precios de los combustibles fósiles serán cada vez más caros y que su disponibilidad será menor, es posible que los gobiernos opten, durante un periodo largo de tiempo, por encubrir esta subida mediante subvenciones directas o indirectas, para evitar el colapso social y económico en un escenario de continuidad. También es posible que los

países exportadores de combustibles fósiles opten por terminar de exprimir sus reservas a un ritmo que permita mantener estos precios bajos durante una o dos décadas, o que la demanda mundial de recursos fósiles se estabilice o descienda, provocando debido a la menor demanda una bajada de precios en los mercados internacionales.

Los escenarios de energía barata suponen que los precios de los combustibles fósiles, debido bien al ritmo de extracción, bien a subvenciones de los estados, se mantienen estables durante las décadas estudiadas, o durante gran parte del periodo. Por otra parte, los escenarios de energía cara suponen que los precios de la energía se incrementan de forma paulatina pero constante a lo largo del periodo.

En función de los factores estudiados, se han planteado cuatro escenarios posibles, que se detallan en la gráfica siguiente:

	Baja población	Alta población
Baja disponibilidad y altos costes de recursos fósiles	Escenario de contracción moderada	Escenario de fuerte contracción
Alta disponibilidad y bajos costes de recursos fósiles	Escenario de comodidad	Escenario de gran consumo

Escenario de contracción moderada

En este escenario la población en el Estado español se mantiene estable o incluso desciende lentamente, según las previsiones oficiales, pero los precios de los combustibles fósiles se incrementan a lo largo del periodo. En esta situación, aunque existe una cierta presión por efecto de los precios de la energía, la transición energética hacia un nuevo sistema basado en el ahorro, la eficiencia y las energías renovables se realiza sin fuertes presiones. Existe un cierto margen de maniobra para mantenerse en los parámetros estudiados o incluso reducir aún más el consumo.

Escenario de comodidad

En este escenario tanto la población en el Estado español como los precios de los combustibles fósiles se mantienen estables a lo largo del periodo. La población incluso desciende lentamente, según las previsiones oficiales. En esta situación, la transición energética hacia un nuevo sistema basado en el ahorro, la eficiencia y las energías renovables se

puede realizar sin fuertes presiones, pero depende en gran medida de la voluntad política y de la concienciación de la sociedad de la necesidad de cambiar el sistema energético, así como en una revisión de los valores hacia el cuidado de la naturaleza y la equidad social tanto interna como externa.

Mediante las políticas públicas y privadas adecuadas, existe un cierto margen de maniobra para mantenerse en los parámetros estudiados o incluso reducir aún más el consumo.

La principal amenaza radica en el efecto de acomodación y en pensar que se puede seguir consumiendo al mismo ritmo. Como se ha comentado anteriormente, pueden mantenerse precios bajos de la energía de forma artificial, por ejemplo mediante subvenciones a los combustibles fósiles o debido al incremento de extracción por parte de los países que aún mantienen reservas de petróleo y gas convencionales, o bien por efecto de un descenso de la demanda mundial. En este caso, llegado el momento en que las políticas de incentivo al consumo se desvanezcan, la crisis puede hacer caer en picado la economía y la organización social en su conjunto.

Escenario de fuerte contracción

Este es el escenario en el que la presión para reducir el consumo es mayor, debido al aumento acusado de la población al mismo tiempo que se incrementan los precios internacionales de la energía fósil. Es el escenario en el que, debido a la escasez, con las políticas públicas adecuadas se podría dar una reducción del consumo tendiendo hacia el fomento de la eficiencia, de forma similar a lo que ocurre con el agua en periodos de sequía. También es posible que se establecieran límites en el consumo de energía per cápita de forma que se garantizara una reducción efectiva del consumo y una cierta equidad en el reparto de la energía, para evitar situaciones de exclusión. Otro de los fenómenos que se vería fomentado y por el que muchas personas optarían para tratar de garantizarse un suministro mínimo con el que amortiguar las subidas del precio de la energía y la escasez e incluso poder generar algún ingreso, es el autoconsumo. El fomento del autoconsumo facilita la transición de modelo energético hacia uno renovable y distribuido.

Los riesgos que tiene este escenario dependen de nuevo de las políticas públicas adecuadas, de forma que si estas no se dan se puede caer en situaciones de aumento de las desigualdades sociales, generando más riesgo de exclusión y pobreza energética. En este caso también aumentan las posibilidades de que se incremente la situación de oligopolio en el sistema energético. Una posible reacción de la ciudadanía ante este hecho es la aparición de un mercado negro de la energía.

Escenario de gran consumo

Esta alternativa plantea un incremento de la población en el estado español, acompañado de precios estables de la energía fósil. En este caso, el principal riesgo es que el consumo per cápita de energía se mantenga, dificultando la puesta en marcha de medidas de ahorro y eficiencia, así como el cambio a fuentes de energía renovables en todos los sectores.

En este escenario, además, al mantenerse el consumo de energía per cápita y aumentar la población de forma significativa, se incrementa en términos absolutos el consumo de energía. Al igual que en escenarios anteriores similares, en el momento en el que los precios repuntan, la crisis energética, económica y social es más acentuada que en otros escenarios, y la capacidad de adaptación es menor, además de tener que realizarse en menos tiempo.

Políticas públicas vs conciencia y percepción social

Se analizan los diferentes escenarios en función de:

- **Políticas públicas:** Las políticas públicas pueden ser más o menos favorables a la transición energética. Unas políticas públicas que impulsen la transición energética establecerán impuestos, subvenciones y ayudas que favorezcan el ahorro y la eficiencia energética, así como la sustitución de fuentes fósiles por energías renovables en todos los ámbitos (comercial, industrial, residencial...). Además, las administraciones públicas tendrán un papel ejemplarizante, siendo las primeras en adecuar sus instalaciones al nuevo paradigma energético. Existen planes públicos de fomento y mejora del transporte público, se fomentan las infraestructuras de transporte que permiten el

cambio modal hacia el transporte ferroviario de mercancías y el transporte público y colectivo, así como el fomento de la utilización de bicicletas y otros modos no motorizados. Se da una reordenación urbanística y del territorio que reducen las necesidades de transporte, garantizando la accesibilidad a los servicios y productos. Se fomenta el consumo de productos de proximidad, y se ofrece una información transparente y veraz a la ciudadanía en lo que respecta al consumo de energía y otros productos.

- **Conciencia y percepción social:** Por otro lado, se analizan los escenarios que se abren en función de la conciencia social con respecto al cambio climático y otros impactos relacionados con el consumo de energía: contaminación, precios, residuos... La sociedad civil puede estar más o menos concienciada y organizada en torno a la necesidad del cambio de modelo social, económico y energético, de forma que por una parte demande de las instituciones medidas adecuadas para el cambio y por otra parte ponga en marcha proyectos privados, medidas tendentes al cambio de modelo energético, al consumo responsable, etc.

	Bajo nivel de concienciación social	Alto nivel de concienciación social
Políticas públicas favorables	Sociedad resistente al cambio	Transición ordenada
Políticas públicas no favorables	Continuidad hasta el crac	Presión ciudadana

Sociedad resistente al cambio

En este escenario las administraciones públicas ponen en marcha una serie de medidas para lograr la transición energética, pero no están respaldadas por la sociedad. La ciudadanía no percibe la necesidad de la transición energética y considera que las acciones impulsadas por la administración en esta cuestión son una carga innecesaria.

Algunas de las medidas que ponen en marcha las administraciones públicas se desarrollan favorablemente. Tales como, la aplicación de medidas fiscales que favorecen la sostenibilidad medioambiental, la inclusión de criterios medioambientales

en la compra y contratación pública, la aplicación del doble dividendo en una reforma fiscal, etc...

La principal debilidad que se observa en este escenario es resistencia al cambio por parte de la sociedad civil y la fuerte oposición.

Una amenaza probable sería la manipulación mediática por parte de grupos de interés amenazados por la transición energética y que en un escenario de poca concienciación social, la ciudadanía sería muy permeable a dicho relato. Consolidándose por tanto, un escenario de inacción social.

Oportunidades posibles serían poner de manifiesto la capacidad de las administraciones de poner en marcha programas potentes de educación ambiental.

Escenario de transición ordenada

En este escenario tanto las políticas públicas como la conciencia social son favorables al cambio de modelo energético, de forma que aparecen oportunidades de replicar experiencias positivas en países más reticentes.

Una fortaleza que presenta este escenario será el impulso y desarrollo de alternativas económicas ciudadanas que además encontrarían el apoyo de legislaciones favorables.

Como principales debilidades de este escenario se perciben la poderosa inercia de la sociedad del confort que pueda contaminar y ralentizar el impulso de cambio.

Como principal amenaza se intuye la posible injerencia de los grandes grupos económicos transnacionales que tienen sus intereses económicos amenazados. En esta línea, los tratados de libre comercio son la prueba de la sumisión del poder político a los intereses económicos de las grandes corporaciones.

Escenario de continuidad hasta el crac

El escenario de continuidad hasta el crac plantea que tanto la ciudadanía como las administraciones públicas tienen una visión desfavorable sobre la necesidad de la transformación energética. En este caso, el consumo de energía sigue como hasta ahora, afectado por la volatilidad de los precios

del petróleo en los mercados internacionales, viviendo sucesivas crisis económicas cuando los precios suben, y volviendo a la "normalidad" en el momento en el que los precios bajan, pero sin aprovechar la oportunidad para cambiar el modelo energético.

Es un escenario insostenible, en el que la continuidad de las políticas y modo de actuar se mantienen hasta que llega un punto de no retorno en el que la contundencia de la crisis derrumba la economía y la organización social.

La principal amenaza de este escenario es el avance del cambio climático y que éste se acentúe hasta límites irreversibles. Además, el poder económico controla los medios de comunicación, haciendo muy difícil la articulación social en torno a alternativas más sostenibles.

Por otra parte, es probable que las desigualdades se acentúen. Sin embargo, este hecho se ve como una fortaleza, al existir en estas desigualdades la semilla de una parte de la sociedad civil que organice una resistencia activa y comience a cambiar el modelo en pequeños espacios.

Escenario de presión ciudadana

La sociedad civil está organizada, concienciada, y pone en marcha alternativas económicas y sociales de lucha contra el cambio climático y cambio de modelo. Sin embargo, las políticas públicas no son favorables, lo que hace que estas iniciativas ciudadanas se vean gravemente dificultadas. Las amenazas principales en este escenario son la deriva hacia un estado neofascista y la represión del estado hacia los movimientos sociales que plantean una ruptura con el sistema económico-social existente. También se ve como una amenaza la firma de tratados internacionales de libre comercio como el TTIP, CETA o TISA, que coarten y limiten la actuación de los grupos sociales organizados, limitando fuertemente sus posibilidades de actuación en un marco competitivo global.

Como principales fortalezas se detecta la posible aparición de experimentos aislados resilientes por parte de la sociedad civil organizada, y la generación de mecanismos de ruptura con el sistema establecido, que lleven finalmente a una revolución social, económica y de valores, el des-

acoplamiento de las instituciones y la ciudadanía. Y como oportunidad, la de la penetración de experiencias novedosas puestas en marcha por grupos sociales amplios.

Desarrollo tecnológico vs formación e información de la población

Se analizan los diferentes escenarios en función de:

Desarrollo tecnológico. Se ha considerado la posibilidad de que el desarrollo tecnológico siga su curso y a lo largo del periodo analizado se den avances en todo lo relativo al mundo de la energía: desarrollo de sistemas de almacenamiento eficiente y barato de la energía, vehículos poco contaminantes, materiales de origen renovable que puedan reemplazar a los utilizados actualmente, procesos adecuados para el cierre del ciclo de vida de los productos y materiales utilizados, etc. Sin embargo, existe también la posibilidad de que en un escenario de crisis económica y escasez de recursos, la inversión en investigación y desarrollo se reduzca, la falta de energía barata haga que gran parte de la tecnología que hoy conocemos se concentre en pocas manos y no esté al alcance del grueso de la población, y que la sociedad tenga que evolucionar hacia la utilización de sistemas, productos y servicios tecnológicamente más sencillos.

Formación e información de la población. Esta variable tiene en cuenta la formación de la población, así como la transparencia y la veracidad de la información disponible. Este hecho está íntimamente ligado al control de los medios de comunicación, y a las políticas públicas que obliguen o no a una información veraz en la publicidad y en los medios en general.

En función de las dos variables se han estudiado cuatro escenarios diferenciados:

	Desarrollo tecnológico estancado	Alto nivel de desarrollo tecnológico
Población formada e informada	Escenario de la abuela	Escenario emancipador
Bajo nivel de formación e información	Escenario Mad Max	Escenario Tecnofascista

Escenario de “la abuela”

En el escenario de “la abuela” el desarrollo tecnológico se estanca debido a la falta de recursos, y se retoman utensilios y formas de hacer sencillas. La población está bien formada y adecuadamente informada, comprende la realidad que vive, y utiliza la tecnología y los recursos existentes de forma coherente y responsable. Se retoman los hábitos “antiguos” en cuanto a la austeridad, la eficacia, el aprovechamiento al máximo de los recursos, la reutilización y la reparación de aparatos. Se vuelve a un escenario de autosuficiencia y autoabastecimiento de productos y servicios básicos, se cultivan huertos para el consumo propio, se hace compost de forma local, etc.

Escenario emancipador

Se producen avances tecnológicos que facilitan la transformación del sistema energético, pero también se producen avances sociales y políticos en lo que respecta al control de la información y a la transparencia de las instituciones, empresas y organismos de todo tipo. Se invierte en formación por lo que la población tiene un buen nivel de estudios y comprensión de la realidad y de las nuevas herramientas tecnológicas, de forma que se aprovechan al máximo sus posibilidades logrando así una eficiencia máxima en la utilización de los recursos.

Escenario “Mad Max”

El desarrollo tecnológico estancado debido a la falta de recursos se encuentra con una sociedad poco formada y con un control de la información que hace que esta no sea fidedigna, se manipule y se distorsione. En este escenario, cada uno aprovecha los recursos escasos como puede, habiendo una alta probabilidad de que el caos se apodere del sistema social y las instituciones, así como de que se acentúen las desigualdades y el sistema se vuelva competitivo y agresivo.

Escenario tecnofascista

El desarrollo económico no es acompañado por una sociedad formada e informada, de manera que sólo las élites sociales son capaces de controlar una tecnología fuera del dominio de la mayoría de las personas. En este escenario es fácil que las élites manipulen a la población, que se den grandes desigualdades, y que el control por parte de un estado oligárquico sea grande.

Conclusiones

Se ha presentado una propuesta de transición energética desde 2015 hasta 2050 en el estado español con el objetivo de lograr un sistema 100 % renovable, acorde con el reto de lucha contra el cambio climático, en el marco de lograr una economía descarbonizada y de esta forma tener altas probabilidades de limitar el incremento de temperatura media respecto a los niveles preindustriales de 1,5°C, para lo cual es necesario estabilizar la concentración de emisiones de efecto invernadero en 350 ppm de CO₂ equivalente.

La propuesta asume además que no es suficiente con modificar el actual modelo energético sustituyendo las fuentes fósiles por fuentes renovables, debido a las limitaciones ecológicas y económicas que ello conlleva, y que es necesaria una reducción muy importante del consumo si se pretende que el sistema sea sostenible a largo plazo. Ello es debido a que existen limitaciones ecológicas en cuanto al aprovechamiento de ciertas fuentes, como son la bioenergía (agrocombustibles y biomasa), respetando criterios de sostenibilidad ambiental, especialmente si se tiene en cuenta la reducción prevista de las precipitaciones. Así mismo, existen limitaciones en cuanto al aprovechamiento de la energía hidráulica debido a la disminución del caudal de los ríos, y al aprovechamiento de otras energías, como la solar o la eólica, debido a limitaciones en la utilización de recursos minerales necesarios para las infraestructuras de aprovechamiento y líneas de transmisión eléctrica (hierro, cobre, tierras raras, etc).

Existen además limitaciones económicas a la hora de sustituir las fuentes fósiles por fuentes renovables sin realizar una fuerte reducción del consumo, ya que es probable una profundización de la crisis financiera por el aumento de los precios de la energía. Dicha crisis puede significar también una ralentización del esfuerzo en investigación y desarrollo tecnológico, por lo que la propuesta se basa en tecnología existente.

La propuesta se basa también en considerar la energía como un bien básico y necesario para una vida digna, por lo que su gestión debe ser participada por una ciudadanía que deje de ser mera administrada o cliente de grandes empresas privadas, para pasar a ser ciudadanía activa, informada, y tomadora de las decisiones que afectan a sus vidas, mediante procesos transparentes y mecanismos democráticos de toma de decisiones.



Por todo ello, la propuesta se basa en la aplicación de medidas de eficiencia en todos los ámbitos: edificación, iluminación, transporte... y en una reducción muy importante de la movilidad, especialmente del transporte internacional, apostando por los canales cortos de comercialización y la generación distribuida de electricidad.

Los estudios existentes que relacionan el consumo de energía per cápita con la calidad de vida, a través del indicador del Índice de Desarrollo Humano, apuntan al hecho de que es posible alcanzar un elevado nivel de vida con un consumo muy inferior de energía que el que tiene lugar hoy en día en los países industrializados. Por ello, aunque la propuesta se basa en una reducción importante del consumo de energía per cápita, no significa que no aspire a conseguir el objetivo de una vida digna para todas las personas.

La propuesta apunta a que es posible alcanzar las metas deseadas, con un escenario como el propuesto u otro similar.

Existen numerosos factores que pueden hacer evolucionar el modelo energético en el sentido propuesto y con la velocidad adecuada. Algunos de ellos son la conciencia social, el compromiso político, la formación y la información con que cuenta la población, el control más o menos democrático de los medios de información, la evolución de los precios de la energía y el ritmo de agotamiento de los combustibles fósiles, o el desarrollo tecnológico. En función de la evolución de cada uno de estos factores se abren posibilidades más o menos probables, retos y dificultades para una transición energética como la propuesta, pero también oportunidades para el cambio.

Existen también interrogantes en cuanto a las limitaciones ecológicas de las propuestas que se realizan, por lo que deberán ser estudiadas con más detalle en trabajos posteriores. Algunos de estos interrogantes son, por ejemplo, la disponibilidad de biomasa y bioenergía con estrictos criterios de sostenibilidad, teniendo en cuenta la previsible disminución de las precipitaciones, la capacidad del sistema agroganadero de alimentar a la población en un futuro previsible más seco y con mayor variabilidad climática, o la disponibilidad de materiales para sustituir las infraestructuras existentes por nuevas infraestructuras de aprovechamiento de las energías renovables.

Anexo 1. Metodología

La metodología seguida combina dos tipos de enfoque: los llamados *top-down* (de arriba a abajo) y *bottom-up* (de abajo a arriba). Se ha partido de datos estadísticos sobre el consumo de energía de varias fuentes contrastadas: Agencia Internacional de la Energía (AIE), Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE), Ministerio de Industria Energía y Turismo (MINETUR), y Red Eléctrica de España (REE).

Consumo de energía final

En una primera aproximación se ha seguido una metodología *top-down* (de arriba a abajo) basada en el ajuste del sistema total a los objetivos fijados:

- Eliminación de la energía nuclear
- Eliminación de fuentes fósiles
- Reducción de la demanda hasta aproximadamente 1 tep/cápita como máximo

De esta forma, partiendo de los datos de consumo total por sectores entre 1990 y 2013 (Energía final – IDAE), se ha considerado la evolución cada 5 años, desde 2015 hasta 2050, por sectores y fuentes.

En una segunda fase (enfoque *bottom-up*, o de abajo a arriba), se ha estudiado el potencial de desarrollo de las distintas fuentes energéticas renovables así como el potencial de reducción de la demanda, sector a sector, ajustando de esta manera los datos iniciales.

Consumo de energía primaria

El consumo de energía primaria se ha elaborado directamente mediante un enfoque de abajo a arriba, partiendo del dato del consumo final de energía, y teniendo en cuenta las pérdidas en transformación y usos propios de la industria en cada caso, y de acuerdo a los datos estadísticos de la AIE, REE y MINETUR para 2012, que se han contrastado y consolidado, analizando las posibles desviaciones y errores estadísticos entre unos y otros, y estando por debajo del 5 %.

Especial mención en este caso hay que hacer respecto a la generación eléctrica, en la que intervienen múltiples fuentes y tecnologías, y en la que se ha tenido en cuenta la evolución deseada para llegar a los objetivos propuestos (eliminación de las fuentes fósiles y la energía nuclear).

Usos propios de la industria y pérdidas en transformación y distribución a partir de energía final (datos de la AIE, 2012)					
	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural	Biofuel y residuos	Generación eléctrica
Consumo energía final (ktep)	897	41.812	14.984	6.032	20.661
Usos propios de la industria					
ktep	514	4.736	1.907	131	1.518
% sobre energía final	57,30 %	11,33 %	12,73 %	2,17 %	7,35 %
Pérdidas en transformación y distribución					
ktep	791	0	158	0	2.208
% sobre energía final	6,24 %	0,00 %	1,05 %	0,00 %	10,69 %

Eficiencia de transformación en las refinерías (datos de la AIE, 2012)	
Consumo de productos petrolíferos (ktep)	61.687
Consumo de petróleo crudo (ktep)	63.057
Eficiencia en la transformación (refinerías)	97,83 %

Generación eléctrica. Eficiencia en la generación (datos MINETUR y AIE, 2012)					
	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural en ciclo combinado	Gas natural en cogeneración	Gas siderúrgico
Generación de electricidad (GWh)	55.074	15.316	40.800	32.508	917
Generación de electricidad (ktep)	4.736	1.317	3.508	2.795	79
Consumo de energía primaria (ktep)	12.976	3.312	7.527	3.603	225
Eficiencia en la transformación	36 %	40 %	52 %	78 %	35 %

Generación eléctrica. Eficiencia en la generación (datos MINETUR y AIE, 2012) continuación					
	Nuclear	Biomasa	Biogás	RSU	Hidráulica, eólica, solar
Generación de electricidad (GWh)	61.470	3.396	866	1.432	85.599
Generación de electricidad (ktep)	5.285	292	74	123	7.360
Consumo de energía primaria (ktep)	16.019	834	213	352	7.360
Eficiencia en la transformación	33 %	35 %	35 %	35 %	100 %

Intensidad energética en el transporte

Para abordar el consumo energético en el sector del transporte se ha tenido en cuenta las intensidades energéticas de los distintos modos de transporte. En la tabla siguiente se expresan en función del trayecto (interior o internacional), y en función del tipo de transporte, de pasajeros (en tep por millón de pasajeros-km) y de mercancías (en tep por millón de toneladas-km).

Tipo	Modo	Trayecto	Intensidad energética (tep/mill p-km)
Pasajeros	Carretera	Interior	36,425 ^[1] 10,78 ^[2]
		Internacional	23,550 ^[3]
	Ferroviario	Interior	9,000 ^[4]
		Internacional	9,000 ^[4]
	Marítimo	Interior	60,090 ^[5]
		Internacional	15,000 ^[6]
	Aéreo	Interior	47,200 ^[7]
		Internacional	34,600 ^[7]
Mercancías	Carretera	Interior	45,817 ^[8]
		Internacional	28,300 ^[9]
	Ferroviario	Interior	3,800 ^[10]
		Internacional	3,800 ^[10]
	Marítimo	Interior	9,544 ^[11]
		Internacional	4,777 ^[11]
	Aéreo	Interior	181,500 ^[12]
		Internacional	181,500 ^[12]

[1] Promedio de turismos y autobuses en viario urbano e interurbano. Fuente: Sanz (2014)

[2] Vehículos eléctricos. Estimación propia a partir de varias fuentes.

[3] Promedio de turismos y autobuses en viario interurbano. Fuente: Sanz (2014)

[4] Se ha considerado la intensidad energética del ferrocarril eléctrico, al ser la fuente energética propuesta en el estudio para este tipo de transporte. Fuente: Sanz (2014)

[5] Intensidad energética de los barcos de crucero. Fuente: Sanz, 2014

[6] Intensidad energética de los barcos mixtos de carga y pasaje. Fuente: Sanz (2014)

[7] Fuente: Sanz, 2014

[8] Promedio de vehículos de carga pesados y ligeros. Fuente: Sanz (2014), y ECMT (2007), TREN (2003) op cit en Pérez (2008)

[9] Vehículos de carga pesados. Fuente: Sanz (2014), y ECMT (2007), TREN (2003) op cit en Pérez (2008)

[10] Ferrocarril eléctrico. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ADIF, y ECMT (2007), TREN (2003) y TRAMA (2006) op cit en Pérez (2008)

[11] Buque de mercancías de cabotaje (interior) e internacional. Fuente: ECMT (2007), TREN (2003) y TRAMA (2006) op cit en Pérez (2008)

[12] Fuente: BOURGES (2011)

Glosario y unidades

tep (tonelada equivalente de petróleo): Unidad de medida de la energía contenida en una tonelada de petróleo de determinada composición química. Equivale a 11,63 MWh, o a 41,868 GJ (miles de millones de Julios).

ktep : 1.000 tep

CO₂-eq (CO₂ equivalente): Medida que indica el nivel de CO₂ al que equivale una mezcla determinada de Gases de Efecto Invernadero.

Ppm : partes por millón

GEI (Gases de Efecto Invernadero) : Gases que tienen el efecto de retener la radiación infrarroja en la atmósfera, contribuyendo de esta manera al calentamiento del sistema climático terrestre. Entre ellos se encuentra el vapor de agua, el anhídrido carbónico (CO₂), el metano (CH₄), los gases hidrofluorocarbonados (HFC), o los óxidos de nitrógeno (NO_x)

Energía final : es la energía consumida en el punto final de consumo, después de haber sido transformada y transportada hasta dicho punto. Es igual a la energía primaria menos la energía perdida en la transformación (generación eléctrica o refino), y la energía consumida o perdida en el transporte y distribución hacia el cliente final.

Energía primaria : representa la energía contenida en las materias energéticas, en el caso de las fuentes que necesitan una transformación y/o un transporte hasta el punto de consumo. Tal es el caso de los combustibles fósiles, la energía nuclear, o la biomasa, en el caso de generación eléctrica o refino, así como en el transporte de la energía hasta su uso final. En el caso de fuentes renovables como la solar fotovoltaica, la eólica o la hidráulica, se considera que la energía primaria es igual a la energía eléctrica generada.

Combustibles fósiles : carbón, gas natural, petróleo y sus derivados, gases licuados del petróleo (GLP)

GLP: Gases Licuados del Petróleo: propano y butano

Agrocombustibles : Combustibles derivados de la producción agrícola de grano o de plantas oleaginosas, en forma de biodiesel, bioetanol u otros.

Biomasa : Materia de origen animal o vegetal, susceptible de ser utilizada como fuente energética.

Bioenergía : energía obtenida a partir de biomasa, como pueden ser los agrocombustibles, biogás, biomasa sólida (pellets, leña, cáscara de almendra...)

Energía solar térmica: tecnologías que aprovechan la energía de la radiación solar para el calentamiento de fluidos y su aprovechamiento en forma de calor.

Energía solar fotovoltaica : tecnología de aprovechamiento de la energía de la radiación solar para la generación de electricidad mediante el efecto fotoeléctrico.

Energía solar termoelectrica o termosolar : tecnologías que aprovechan la energía de la radiación solar para generar electricidad a partir del calentamiento de un fluido.

Energía eólica : tecnologías que aprovechan la energía cinética del aire para la generación de electricidad o para usos mecánicos.

Energía hidráulica o hidroeléctrica: tecnologías que aprovechan la energía cinética del agua para la generación de electricidad.

Energía geotérmica o geotermia: tecnologías que aprovechan el calor contenido en el subsuelo para la generación de energía o para la generación de calor.

Bibliografía

- Alfonso Sanz Alduán, Pilar Vega Pindado, Miguel Mateos Arribas "las cuentas ecológicas del transporte en España" Ed. Libros en Acción. Madrid 2014.
- Amaya Pérez Orozco, "La sostenibilidad de la vida en el centro... ¿y eso qué significa? IV jornadas de Economía Feminista, Madrid 2014.
- Antonio Ferrer Márquez, Jesús Pérez Gómez, "La generación de empleo en la gestión de la materia orgánica de residuos urbanos en el marco de la generalización de la recogida selectiva" ISTAS 2013
- Begoña María-Tomé Gil, Sara Pérez Díaz, "El autoconsumo energético y la generación distribuida renovable como yacimiento de empleo" ISTAS 2013
- Carla Bourgues Díaz Marta, "Indicadores de eficiencia energética en el sector del transporte, AIE-SENER, Gobierno Federal de México, 2011.
- Carmen Avilés Palacios, Luis Buendía García, Luis Cuena Barron, Bruno Estrada López, Neus Fradera Tejedor, Enric Homedes Vilàs, Bibiana Medialdea García, Elena Méndez Bértolo, Pau Noy Serrano, Albert Vilallonga Ortiz "La generación de empleo en el transporte colectivo en el marco de una movilidad sostenible" Ed. Fundación Conde del Valle Salazar 2010
- Ecologistas en Acción "Propuesta ecologista de generación eléctrica para 2020" Ed. Ecologistas en Acción. Madrid 2011.
- Guillermo Arregui Portillo, Carmen Avilés Palacios, Luis Buendía García, Bruno Estrada López, Ana Marco Marco, Bibiana Medialdea García, Milena Medialdea García, Elena Méndez Bértolo "La generación de empleo en la rehabilitación y modernización energética de edificios y viviendas" Ed. Fundación Conde del Valle Salazar, 2010
- Guillermo Arregui (coord.), José Candela, Bruno Estrada, Bibiana Medialdea y Sara Pérez "Estudio sobre el empleo asociado al impulso de las energías renovables en España 2010" ISTAS
- IDAE "Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020" Madrid 2011
- IDAE "Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020" Madrid 2011
- IDAE. "Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe final", 2011
- IDAE "Estudio de Prospectiva. Consumo energético en el sector del agua" 2010
- IDAE "Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010" Madrid 2009
- IDAE "Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010" Madrid 2005
- Íñigo Capellán Pérez, Margarita Mediavilla, Carlos de Castro, Óscar Carpintero, y Luis Javier Miguel. (2014) "Fossil Fuel Depletion and Socio-Economic Scenarios: An Integrated Approach" Energy 77:641-666
- Íñigo Capellán Pérez, Margarita Mediavilla, Carlos de Castro, Óscar Carpintero, y Luis Javier Miguel (2015) "More growth? An unfeasible option to overcome critical energy constraints and climate change" Sustainable Science.
- IPCC, 2014 "Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" (core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds)). IPCC, Geneva, Suiza, 151 pp.
- James Leaton, Nicola Ranger, Bob Ward, Luke Sussams, and Meg Brown "Unburnable Carbon 2013: Wasted capital and stranded assets" Carbon Tracker & The Grantham Research Institute, LSE. 2013
- Jordi Roca Jusmet (coord.), Vicente Alcántara, Iñaki Arto, Emilio Padilla, Mónica Serrano (2013) "La responsabilidad de la economía Española en el Cambio Climático". Ed FUHEM Ecosocial y La Catarata. Madrid 2013.
- Juan Manuel Hernández Sánchez. "Consumo energético y emisiones asociadas al sector residencial". Asociación Española de Ingeniería de Proyectos, 2012
- Luis Molina "Sector forestal: propuestas de cambio para la creación de 50.000 empleos" CCOO 2012
- MAGRAMA "Inventario de gases de efecto invernadero de España. Serie 1990-2013"
- MAGRAMA "Empleo Verde: concepto y tendencias" Análisis y Prospectiva - Serie Medio Ambiente nº 6. Edita: Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente." NIPO: 280-13-078-0. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- MINETUR "La Energía en España 2013"
- MINETUR "La Energía en España 2014"
- Ministerio de Fomento. "Observatorio del Transporte y la Logística en España. Informe anual 2013". 2014
- Ministerio de Fomento. "Los Transportes y las Infraestructuras. Informe anual 2013". 2014
- Pablo Cotarelo y Alfons Pérez, "Abriendo la caja negra de la UE Metabolismo energético, dependencia y geopolítica" Ed. Observatori del Deute en la Globalizació (ODG), Barcelona 2015.
- Pedro José Pérez Martínez, Andrés Monzón de Cáceres, "Consumo de energía por el transporte en España y tenencias de emisión" Observatorio Medioambiental 2008 vol. 11 127-157
- Ramón Fernández Durán, Luis González Reyes (2014) "En la espiral de la energía" Ed. Libros en Acción y Baladre. Madrid 2014.
- Red Eléctrica de España, "Series estadísticas del sistema eléctrico español (2015)" disponible en <http://ecospi.org/1N4y7vK>
- Red Eléctrica de España. "El Sistema Eléctrico Español, 2013". 2014
- Science for Environment Policy (2015) "Migration in response to environmental change. Thematic Issue 51". Issue produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit UWE, Bristol. Disponible en: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>



Andalucía: 954 90 39 84

andalucia@ecologistasenaccion.org

Aragón: 629 13 96 09 - 629 13 96 80

aragon@ecologistasenaccion.org

Asturias: 985 36 52 24

asturias@ecologistasenaccion.org

Canarias: 928 36 22 33 - 922 31 54 75

canarias@ecologistasenaccion.org

Cantabria: 608 95 25 14

cantabria@ecologistasenaccion.org

Castilla y León: 983 21 09 70

castillayleon@ecologistasenaccion.org

Castilla-La Mancha: 608 82 31 10

castillalamancha@ecologistasenaccion.org

Catalunya: 648 76 11 99

catalunya@ecologistesenaccio.org

Ceuta: 956 50 32 64

ceuta@ecologistasenaccion.org

Comunidad de Madrid: 915 31 23 89

madrid@ecologistasenaccion.org

Euskal Herria: 944 79 01 19

euskalherria@ekologistakmartxan.org

Extremadura: 927 57 75 41 - 622 12 86 91

extremadura@ecologistasenaccion.org

La Rioja: 941 24 51 14 - 616 38 71 56

larioja@ecologistasenaccion.org

Melilla: 951 40 08 73

melilla@ecologistasenaccion.org

Navarra: 626 67 91 91

navarra@ecologistasenaccion.org

País Valencià: 965 25 52 70

paisvalencia@ecologistesenaccio.org

Región Murciana: 968 28 15 32 - 629 85 06 58

murcia@ecologistasenaccion.org

Con el apoyo de:



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad

