esade

EsadeEcPol - Center for Economic Policy

¿Qué políticas funcionarán mejor para aumentar la eficiencia y moderar la demanda energética?

EsadeEcPol Insight #36 Mayo 2022

AUTORES

Pedro Linares
Profesor, ETSI-ICAI; Senior Fellow de Transición verde, EsadeEcPol

Jorge Galindo
EsadeEcPol

Natalia Collado
EsadeEcPol

Diego Caminero
EsadeEcPol

RESUMEN EJECUTIVO

La necesidad de alinear objetivos de descarbonización e independencia energética de Rusia aumenta el requerimiento de políticas para racionalizar nuestro consumo energético. Las políticas más prometedoras para hacerlo son las que afecten al precio de la energía mediante impuestos y similares, especialmente para hogares, particulares y establecimientos comerciales, por dos razones:

1 Mantienen la señal de ahorro energético durante más tiempo

2 Evitan el riesgo de 'efecto rebote' asociado con otras políticas al sostener el precio de la energía más alto en el largo plazo, desincentivando su consumo

Sin embargo,

→ A corto plazo serán menos efectivas que a largo, dada la baja flexibilidad inmediata de la demanda (que va aumentando conforme encuentra alternativas de sustitución).

→ En su versión más esencial, serán políticas regresivas, salvo que se diseñen para no serlo o se complementen con transferencias/ subvenciones

→ Son mucho más impopulares y por tanto costosas políticamente

Por lo tanto, será imprescindible combinar estas señales de precio con otros instrumentos más efectivos a corto plazo, más viables políticamente, y que corrijan la regresividad.

El establecimiento de estándares y regulaciones es un instrumento útil que ha mostrado su eficacia según la evidencia disponible especialmente cuando se aplica a las viviendas, un frente en el que a España le queda un trecho considerable por recorrer. Es, además, políticamente más viable que la afectación al precio. Ahora bien, por sí mismo puede tener un efecto de ahorro inferior a los anteriores, y también puede producir resultados regresivos.

Para minimizar los riesgos de regresividad, es imprescindible combinar el establecimiento de mínimos obligatorios con apoyo financiero público o privado. Las transferencias y subvenciones tienen la doble ventaja de ser (1) progresivas si se diseñan adecuadamente y (2) muy populares; pero traen el riesgo de un "efecto rebote" en el consumo energético: al subvencionar cierto tipo de consumo, aunque éste sea más eficiente hora por hora que la alternativa, el agregado podría ser mayor. Además, si el diseño no está basado

Línea de investigación

Transición verde

Dirigida por Pedro Linares

en niveles de renta, podría financiar cambios a la eficiencia energética a hogares que pensaban hacerlos igualmente ("free riding"). El concentrar las ayudas en la población con menor renta, además de reducir la regresividad, reduce también estos riesgos.

Mejorar la información disponible para que los consumidores tomen mejores decisiones es también un ámbito prometedor de actuación, con efectos más modestos, pero sin duda significativos y con potencial de crecimiento, especialmente si están bien diseñadas y permanecen en el tiempo. Específicamente,

- La información sobre consumo cuenta con suficientes investigaciones a su favor como para recomendarla en primer lugar. Dentro de este ámbito, la comparación entre pares para incentivar el ahorro en lógicas enmarcadas dentro de la norma social también cuenta con evidencia sólida.
- El etiquetado y establecimiento de certificados de eficiencia energética también cuenta con evidencia positiva, si bien menos abundante, más mixta, y que obliga a tener en cuenta que la información debe ser clara, accesible y completa. De no hacerlo así, el riesgo de efectos nulos o incluso regresivos (de manera que solo los hogares de mayor ingreso puedan acceder a la información y tomar las mejores decisiones) es elevado.
- En contraste, la evidencia disponible sobre el marcaje de objetivos explícitos de ahorro es prometedora pero insuficientemente detallada.
- Por último, las auditorías energéticas cuentan con evidencia excesivamente inconcluyente como para recomendarlas de manera clara.

Fuera de las medidas de precio, información y regulación, otras de tipo indirecto podrían reportarle a España un ahorro considerable en la demanda, por ejemplo:

- La reducción de límites de velocidad en carretera a 110km/h alberga un potencial aproximado de ahorro de 5% anual en demanda de combustible
- La rebaja de precios en el transporte público podría incrementar el reemplazo de desplazamientos intensivos en carburantes en el largo plazo
- Los planes específicos de ahorro energético y adaptación en infraestructuras de la Administración Pública

La nueva intención española y europea de reducir la dependencia energética de fuentes no occidentales, especialmente de Rusia tras su invasión de Ucrania, sumada a los objetivos de descarbonización plasmados en el Green New Deal que implican un uso más racional de la energía, señalan al ahorro energético como un objetivo claro de la política pública en el corto y largo plazo. Buena parte de los esfuerzos tecnológicos, económicos y regulatorios tienden a centrarse en la oferta energética, pero la demanda también juega un papel preponderante, como sucede en cualquier mercado. Pero más aún en éste, en el cual el acceso al bien (la energía) es tan fundamental para cualquier hogar o empresa, y en el que el riesgo de sobrecargar a los segmentos más vulnerables de la demanda en el proceso de conseguir el doble objetivo de independencia y descarbonización es tan alto.

Así, poner una parte del foco en la demanda energética, así como en aquello inmediatamente relacionado con ella y sus decisiones, es un complemento imprescindible a la discusión sobre la oferta. La pregunta aquí es: **¿cuál es la combinación de políticas públicas capaz de producir una demanda más racional y eficiente, a la vez que justa y equitativa, para España?**

Afortunadamente, tenemos una cantidad creciente de evidencia para ayudarnos a responder esta cuestión. Evidencia que, como haremos a continuación, podemos revisar para priorizar las medidas más prometedoras y viables. Es decir: **lo que funciona.**

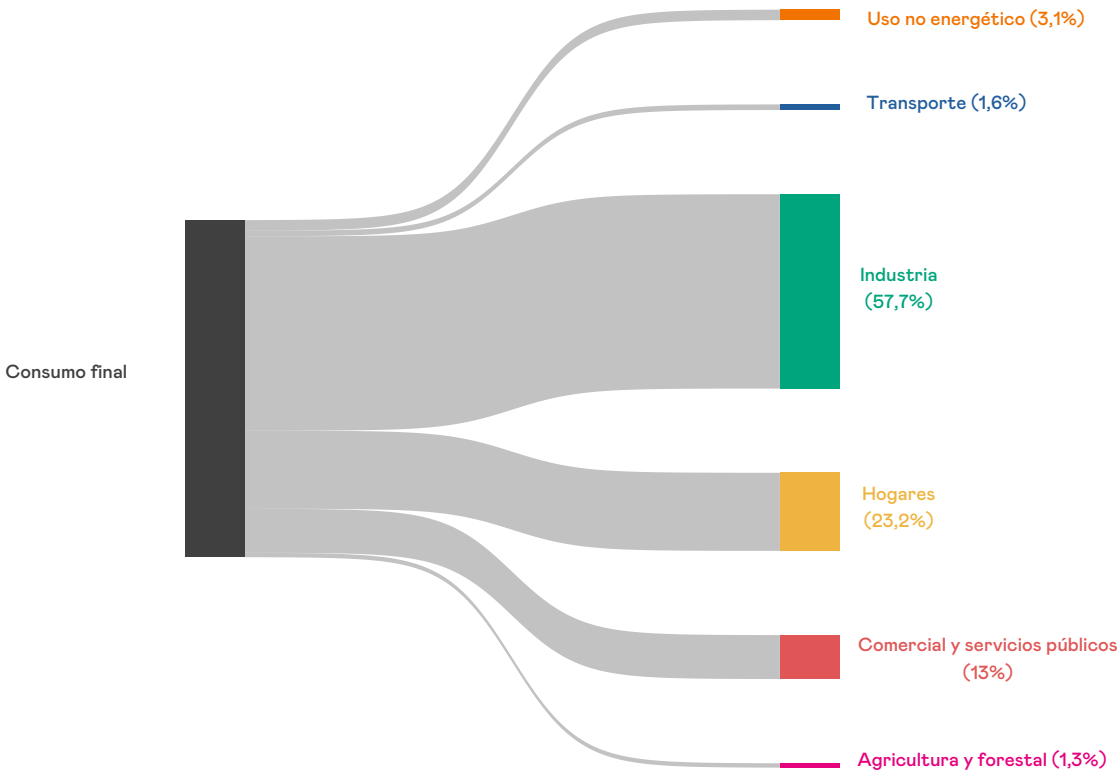
Como relatan Labandeira et al (2020), hay tres frentes clave a evaluar desde la economía y el análisis de política pública: económicos (señal de precios), estándares y normas establecidos, e información disponible para los consumidores. Los autores de esta revisión de la evidencia, de la que se alimenta profusamente el presente insight junto a otras de perfil similar, encuentran un potencial de reducción de demanda del 8-10% para este tipo de políticas, lo cual nos señala que efectivamente son prometedoras en conjunto, y vale la pena considerarlas. Nosotros partimos de esta clasificación (y añadimos una cuarta sección, más breve, considerando algunas políticas con efecto indirecto pero potencialmente significativo). Esta división articula la presente revisión de la evidencia disponible, precedida por una valoración basada en datos de en qué sectores de la demanda vale la pena poner más atención y esfuerzo.

Cómo se distribuye la demanda energética en España

Antes de analizar el potencial de las distintas medidas para reducir la demanda, es necesario contextualizar dónde se concentra el consumo final de las principales fuentes energéticas (gas natural, el petróleo y la electricidad). De este modo, dada la urgencia que requerirá su implementación, podremos priorizar entre ellas.

En el caso del gas natural, es necesario dar un paso hacia atrás y analizar cómo se distribuye la demanda total ya que este se usa también como input en la producción de electricidad. Según datos de Eurostat, la demanda de gas natural para generación eléctrica supone un 20-25% del total, y el refino un 10%. El resto se destina al consumo final de hogares, comercios e industrias. La industria concentra casi un 60% de este consumo seguido, a cierta distancia, por los hogares (23%) y el sector comercial y público (13%). Así, conviene tener en cuenta que unas medidas de ahorro energético focalizadas en el sector terciario (comercial, público y residencial) tendrán un alcance más limitado al no superar el 17% del consumo total de gas natural.

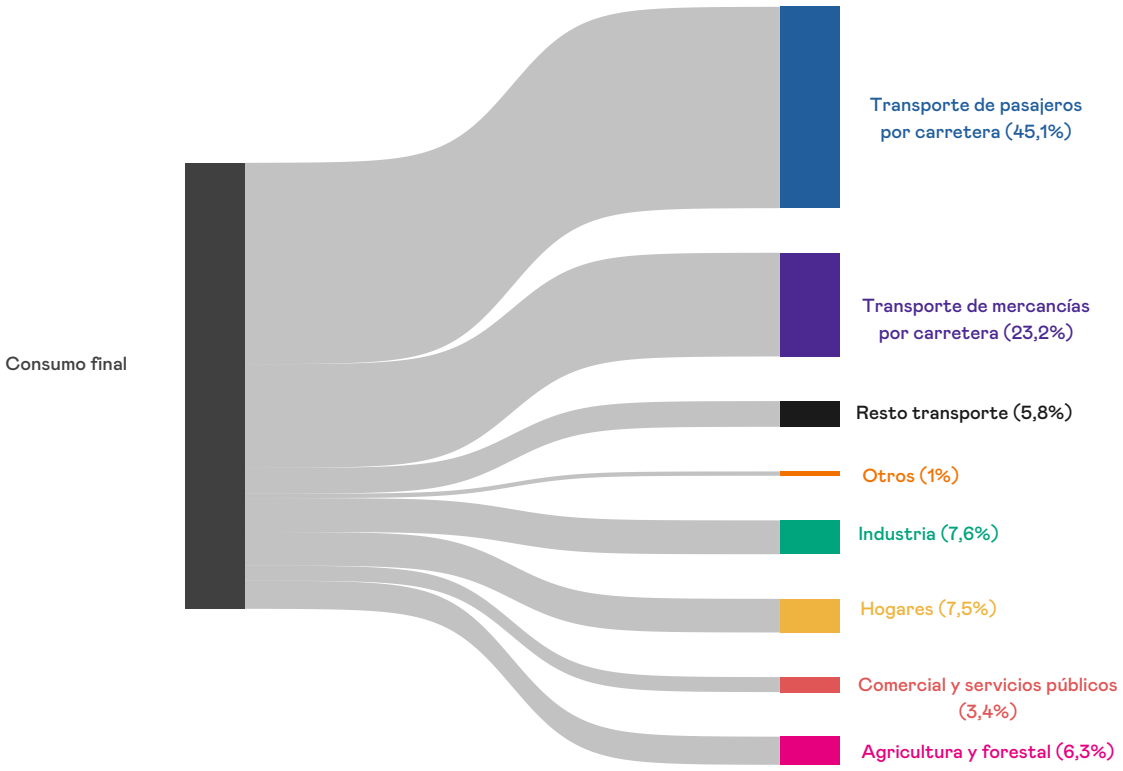
Figura 1. **Distribución del consumo final de gas natural por sectores**



Fuentes: Datos Eurostat (2019) | EsadeEcPol

El consumo de petróleo está mucho más concentrado en un único sector, el transporte por carretera, que supone el 70% del total. Le siguen la industria, los hogares y la agricultura con un 7,6%, 7,5% y 6,3% respectivamente. De estos datos se desprende que las políticas para reducir la demanda de petróleo deben concentrarse en reducir el consumo de combustible para el transporte por carretera, en particular el transporte de pasajeros que supone un 65% del consumo total de energía en carretera.

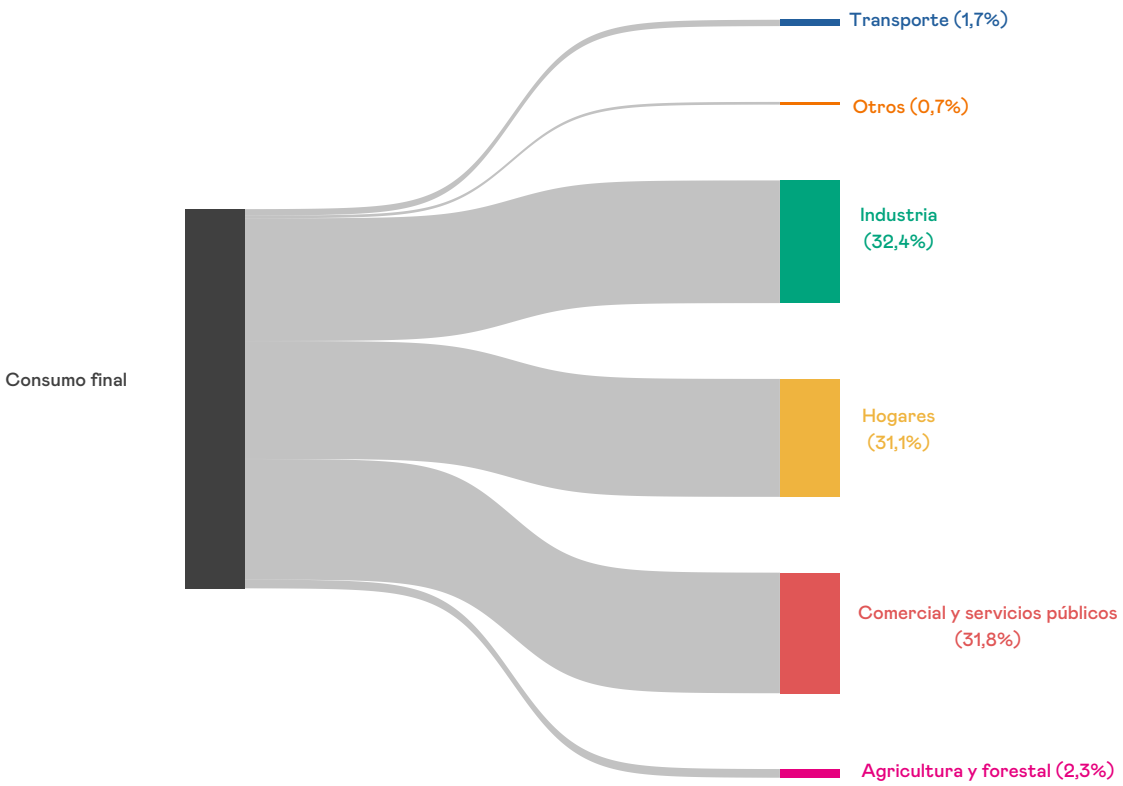
Figura 2. **Distribución del consumo final de petróleo pasa uso energético por sectores**



Fuentes: Datos Eurostat (2019) y Economics for Energy (2021) | EsadeEcPol

Finalmente, la demanda de electricidad se reparte entre la industria (32,4%), los hogares (31,1%) y el sector comercial y de servicios públicos (31,8%). Esta distribución mucho más uniforme que las anteriores permite actuar en el sector residencial, comercial y público y obtener ahorros mucho más notables. Es más, como hemos visto arriba, una cuarta parte de la demanda de gas se destina a producir electricidad por lo que una reducción de electricidad contribuirá a reducir el consumo de gas.

Figura 3. **Distribución del consumo final de electricidad por sectores**



Fuentes: Datos Eurostat (2019) | EsadeEcPol

Es, eso sí, importante remarcar que, en su meta-revisión de los estudios realizados hasta la fecha, Labandeira *et al.* (2020) hallaron que la evidencia de los efectos era notablemente más sólida para el sector residencial y para el comercial, no para el industrial (que generalmente ya actúa con niveles de eficiencia muy elevados, y que presenta niveles elevados de rebote (Safarzadeh *et al.*, 2020)). En consonancia, la revisión aquí presentada tiende a centrarse en estas áreas.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la magnitud del impacto reductor de las políticas de eficiencia y ahorro energético puede variar para los distintos productos energéticos. En este sentido, Labandeira *et al.* (2020) concluyen que los efectos sobre la demanda de gas son mayores que los de la demanda de electricidad y estos, a su vez, mayores que los de la demanda de combustibles (aunque existe una diferencia importante entre la gasolina, con elasticidad mucho mayor, y el diésel, menos elástico en no poca medida por su uso en transporte profesional).

Instrumentos económicos

Este tipo de políticas buscan modificar el comportamiento de los agentes mediante incentivos económicos, es decir, a través de cambios en la señal de los precios finales u otros precios o costes. Estos cambios pueden ser tanto positivos (ayudas o subsidios) como negativos (impuestos o tasas). En ambos casos pueden ser fijados administrativamente, o también pueden obtenerse como resultado de un mercado de cuotas negociables, como es el caso de los llamados "certificados blancos", en el que los agentes intercambian obligaciones de reducción de consumo energético, aflorando un precio que sería equivalente al del impuesto sobre el consumo energético. Estos mercados de eficiencia energética son más flexibles, aunque pueden ser menos eficientes (Giraudet y Finon, 2015). Ha habido ya algunas experiencias de interés de su uso en Francia o Italia.

Es conveniente señalar que ya existen numerosos instrumentos de este tipo, aunque no necesariamente diseñados para reducir el consumo de energía: hay numerosos impuestos (generalmente recaudatorios) establecidos sobre el consumo de hidrocarburos o electricidad; subsidios para la compra de equipos eficientes o para la rehabilitación energética; precios al CO2 (que indirectamente incentivan la reducción del consumo de energía fósil); contribuciones a fondos de eficiencia energética, etcétera.

La efectividad de los instrumentos económicos en cuanto a la reducción de la demanda de energía viene determinada principalmente por la elasticidad-precio de dicha demanda, que puede ser distinta según el tipo de servicio energético y también según el período de tiempo considerado. En la siguiente tabla se muestran, a modo de ejemplo, las elasticidades de corto y largo plazo estimadas por Labandeira *et al.* (2016) para España:

Elasticidad media	Corto Plazo	Largo Plazo
Energía (total)	-0,251	-0,865
Electricidad	-0,203	-0,705
Gas natural	-0,242	-0,897
Gasolina	-0,253	-0,900
Diesel	-0,201	-0,739
Gasóleo calefacción	-0,141	-

En general, la elasticidad de la demanda de energía es reducida, sobre todo a corto plazo, lo que implica que la efectividad de este tipo de instrumentos podría ser inferior a la de otros descritos posteriormente (como los estándares). La baja elasticidad se explica no sólo por el carácter esencial de la energía, sino también por otros factores, como la baja visibilidad del impuesto, o como la existencia de elementos conductuales que reducen su impacto. Todo ello nos lleva a concluir que el interés de utilizar estos instrumentos, en particular a corto plazo, podría ser reducido (aunque pueden ser un complemento imprescindible de otros instrumentos).

Sin embargo, este tipo de políticas (los impuestos o precios equivalentes) cuentan con algunas ventajas con respecto a otras que se describen posteriormente. En primer lugar, mantienen permanentemente la señal de ahorro energético, incentivando el desarrollo de tecnologías más eficientes (lo que se conoce como eficiencia dinámica o innovación inducida). Así, los países con mayores impuestos, y sobre todo, con estabilidad de los mismos, suelen contar con mayores niveles de eficiencia energética. La segunda ventaja es que minimizan el efecto rebote, al asegurar siempre un alto precio efectivo de la energía. Son generalmente el instrumento más eficiente para lograr un determinado ahorro energético. Por tanto, a medio plazo, si se instauran con carácter progresivo y estable, pueden ser instrumentos muy apropiados para reducir el consumo de energía.

El inconveniente de los impuestos es que pueden ser regresivos, especialmente en el caso del consumo de energía -- no tanto en lo que se refiere al transporte, aunque puede haber nichos de población, como las áreas rurales, también afectadas, véase Suárez-Varela et al (2020) --, aunque este inconveniente puede ser mitigado mediante transferencias focalizadas, tal como por ejemplo propone el Libro Blanco para la Reforma Fiscal (2022). Y, por supuesto, son altamente impopulares, dificultando su viabilidad política.

Los subsidios, en cambio, son mucho más populares, lo que seguramente explique su utilización masiva para promover la eficiencia energética. También han demostrado ser más efectivos en la práctica para aumentar la adopción de tecnologías eficientes (Jaffe y Stavins, 1995; Hassett y Metcalf, 1995). Sin embargo, las ayudas no impiden el efecto rebote, que puede ser hasta del 70% en el caso del transporte (e.g. Frondel y Vance, 2013), y además hacen aparecer el fenómeno de "free-riding", el hecho de que las ayudas puedan ser aprovechadas por agentes que hubieran hecho la inversión en cualquier caso, y que se ha estimado hasta en un 50% (Alberini *et al.*, 2016). Esto hace que esa mayor efectividad inicial del instrumento pueda reducirse significativamente en ámbitos en que el rebote o el "free-riding" sean elevados.

Existe una abundante literatura acerca del impacto de los precios en la demanda energética. Este impacto se puede resumir en la tabla ya presentada de Labandeira *et al.* (2016), que muestra la evidencia empírica de los cambios de consumo ante cambios en los precios energéticos. Así, a corto plazo, para un aumento de un 10% en los precios podríamos esperar una reducción de un 2% en el consumo.

Ahora bien, también es preciso conocer las elasticidades cruzadas de sustitución entre combustibles: por ejemplo, un aumento en el precio del diesel puede no traducirse en reducción del consumo, sino en un aumento del combustible alternativo, como la gasolina (Brännlund, 2013). O un traslado de impuestos de la electricidad a los combustibles podría, bajo algunos supuestos, aumentar la cantidad de energía consumida, aunque no necesariamente la contaminación (Suárez-Varela *et al.*). También es relevante la literatura acerca de los cambios en los precios relativos a nivel horario: por ejemplo, el desplazamiento de consumos eléctricos de unas horas a otras puede ahorrar energía fósil. Sin embargo, Fabra *et al.* (2021) encuentran que la elasticidad de desplazamiento horario ante precios variables es básicamente cero para España.

En cuanto a la efectividad de los subsidios, Ito (2015) analiza los subsidios en las tarifas eléctricas ofrecidos a los clientes que redujeran su consumo (sin dar espacio por tanto al efecto rebote), y encuentra que el 20% de rebaja ofrecido logró una reducción del consumo del 4% en algunas áreas, mientras que no logró ningún efecto en otras. Por su parte, Davis *et al.* (2014) encontraron que los programas de ayuda a la sustitución de neveras y aparatos de aire acondicionado en México resultaron en un ahorro energético del 8% para las neveras (cuatro veces inferior al estimado inicialmente), pero en un aumento de la demanda de climatización (es decir, un rebote superior al 100%).

Normas y estándares

Los estándares son normas de carácter obligatorio que fijan niveles de referencia de eficiencia energética para productos, servicios y actividades. Entre ellas se incluyen las etiquetas de los edificios, los requerimientos mínimos de eficiencia energética para electrodomésticos, vehículos y carburantes, y las obligaciones de ahorro energético.

A priori, estos instrumentos cuentan con la ventaja de la claridad y especificidad de los objetivos de ahorro planteados, codificados en el estándar correspondiente. Pero, al mismo tiempo, suponen un incentivo que solo se limita al nivel planteado (Labandeira *et al.*, 2020), una diferencia crucial respecto a las medidas de tipo económico (que suelen funcionar de manera progresiva, y sin límite último). Además, el incremento de carga burocrática podría fácilmente reducir su efecto final. Por último, cabe presumir que la presencia de exigencias sin mecanismos de compensación o financiación tenga efectos regresivos o segmentados, en la medida en que cumplir con las normas no estará al alcance de todos los hogares por igual.

Clasificación de edificios y medidas de construcción. Existe poca duda sobre los efectos directos de la rehabilitación sobre la eficiencia energética, tal y como explica de manera detallada Sweatman (2022). Estos efectos parecen, además, costo-eficientes, superando la pura dimensión de ahorro energético: Chapman et al (2009) observan beneficios en emisiones y estado de salud mediante un RCT en Nueva Zelanda que intervino 1.350 hogares con mejoras de aislamiento. Este es el mecanismo específico. Pero, ¿qué efecto tienen las regulaciones que establecen clasificaciones y requerimientos en la construcción o rehabilitación de edificios; el instrumento regulatorio primigenio?

Para aproximar una respuesta, optamos por priorizar estudios de evaluación ex post que minimice riesgos de sobre-estimación (Labandeira *et al.*, 2020). Éstos son una minoría en la literatura, que tiende a centrarse en proyecciones y estimaciones a largo plazo de los potenciales efectos. Todas ellas encuentran un potencial entre medio (Koirala *et al.*, 2013), alto y muy alto de ahorro para hogares, dependiendo del plazo y del contexto. Las simulaciones, pese a ser también el formato preferido para defender y justificar la implementación de estos códigos por parte de las autoridades, encierran un riesgo de sobre-estimación (Levinson, 2016). Esto es así, entre otras razones, al no poder aproximar de manera empírica el peso de los potenciales problemas listados anteriormente (falta de incentivos progresivos/lineales, carga burocrática, regresividad). En contraste, los resultados con impactos observados listados en la siguiente tabla incluyen por su naturaleza metodológica todos estos efectos.

Autor	Fuente energética	Tipo de política	Datos	Resultados	Metodología
Aroonruengsawat et al (2012)	Electricidad	Códigos de construcción a nivel estatal en EEUU	Panel a nivel de hogar, representativo por Estado, entre 1970 y 2006	Los Estados con códigos de construcción observaron reducciones en consumo eléctrico residencial per capita del 3%-5% en 2006.	Datos de panel
Aydin y Brounen (2018)	Eléctrica y no eléctrica	Códigos de construcción a nivel nacional en países europeos	Consumo energético en países UE, 1980-2016.	"Una disminución de 0,1 unidades en el valor U máximo permitido, que corresponde a una reducción del diez por ciento en la energía necesaria para calentar un edificio construido en 1980, conduce a una disminución anual del 0,24% en el uso total de energía no eléctrica en el siguiente período"	Datos por país
Holian (2019)	Electricidad	Códigos de construcción a nivel estatal en California y EEUU	Comparación entre hogares según momento de construcción	Reducciones de 1,5% a 4% en consumo para hogares construidos post-norma	Experimento natural
Kotchen (2015)	Electricidad y gas natural	Códigos de construcción a nivel estatal	Consumo energético antes y después de la aplicación de un nuevo código energético en 2002 en Gainesville (Florida)	Reducción sostenida del 10% en gas natural; pero no sostenida en el largo plazo para electricidad	Experimento natural
Levinson (2016)	Electricidad y gas natural	Códigos de construcción a nivel estatal en California	Comparación entre hogares según momento de construcción	Hasta 15% de ahorro en electricidad (pero ningún descenso cuando se controla por temperaturas altas en verano); hasta 25% en gas. La comparación entre California y otros Estados con códigos menos estrictos no arroja un efecto claro.	Experimento natural con tres aprox-imaciones comparativas diferentes
Novan *et al.* (2020)	Electricidad en aire acondicio-nado	Códigos de construcción a nivel estatal en California	Comparación de consumo hora por hora entre hogares dentro de la ciudad de Sacramento según momento de construcción	Reducciones de 8% a 13% en consumo para hogares construidos post-norma	Experimento natural

El consenso aproximado de esta literatura es que, efectivamente, hay ahorros energéticos, pero sus magnitudes varían, y también su sostenibilidad en el tiempo. La evidencia es algo más consistente y de mayor magnitud para los ahorros de energía no eléctrica (gas, principalmente). Además, aunque algunos autores encuentran una correlación entre el ahorro y la rigidez y exigencia en la implementación de los requisitos (Aroonruengsawat et al, 2012), otros (Levinson, 2016) no. Los estudios repetidos también muestran la importancia de analizar largos periodos de tiempo: mientras Kotchen y Jacobsen (2013) encontró ahorros en electricidad y gas para su experimento natural en Florida, Kotchen (2015) solo lo confirmó para el gas una vez amplió el periodo de análisis.

Aún más importante es el impacto redistributivo: mientras El-Shagi *et al.* (2017) encontraron en Alemania un efecto incentivo que llevaba a los hogares de menor ingreso "más cerca de la frontera tecnológica" de eficiencia, Bruegge et al (2017) detectaron para California que las nuevas normativas (1) redujeron el tamaño en metros cuadrados de las residencias de menor ingreso; (2) no produjeron reducción de consumo energético por metro cuadrado en el quintil más bajo de la distribución de renta; (3) aumentó la diferencia de valor de las viviendas de menor ingreso (que descendió) versus las de mayor ingreso (que aumentó). Esto sugiere cuanto menos cautela a la hora de implementar normas rígidas y exigentes en la construcción, especialmente en contextos de alta desigualdad de ingresos plasmada en el acceso a vivienda, pero también indica que bajo ciertas condiciones la norma puede funcionar como incentivo positivo.

- → **Normativa para electrodomésticos y similares.** Una versión más específica de la normativa que obliga al ahorro energético se da con los aparatos que más consumen energía dentro del hogar. Al igual que con la rehabilitación, no hay duda de que el uso de aparatos más eficientes producirá ahorro, y las simulaciones así lo respaldan incluso desde un punto de vista de coste-beneficio, considerando otras dimensiones del bienestar (Mahlia *et al.*, 2004; Ruble y Karaki, 2012). Una vez más, la cuestión que nos ocupa no es ésa, sino el efecto de la regulación obligatoria (los aspectos informacionales, como el etiquetado de estándares, se contemplan en la sección siguiente). La evidencia no abunda, pero las indicaciones existentes parecen positivas y coincidentes con lo obtenido para la regulación sobre viviendas: McMahon *et al.* (2000) afirman que "sólo en 1997, las normas sobre electrodomésticos fueron responsables de reducir el consumo total de energía residencial en Estados Unidos en aproximadamente un 2,5%".Ahora bien, es importante mencionar que el riesgo de "efecto rebote" en la definición de estándares para electrodomésticos es real y considerable: la percepción de menor consumo por unidad de tiempo puede generar un incentivo perverso al mayor uso agregado, borrando parte o la totalidad del ahorro que se produciría hora por hora.

- → **Vehículos y Carburantes.** Los estándares sobre carburantes y vehículos "imponen una restricción a los fabricantes de automóviles que cree una subvención implícita para los vehículos de bajo consumo y un impuesto implícito para los vehículos de bajo consumo" (Davis y Knittel, 2016). Su efecto agregado sobre la demanda energética quedó fijado gracias a Clerides y Zachariadis (2008). Analizando los estándares impuestos en 18

> países desarrollados diferentes entre 1975 y 2003, observaron que el consumo medio anual de combustibles de nuevos coches decaía con una rapidez adicional después de la introducción de estándares en una media de +0,5% (Unión Europea, EEUU) a +1,3% (Japón) más rápido que en el periodo pre-regulatorio.

Desde entonces, los esfuerzos más destacados de la literatura se han centrado en comparar el efecto (agregado y redistributivo) del estándar regulatorio con el de los impuestos sobre los carburantes. Clerides y Zachariadis (2008) hacían un primer ejercicio para la Unión Europea: teniendo en cuenta los posibles efectos rebote en el consumo/kilometraje agregado y otros efectos, los autores estiman que los estándares arriba evaluados producirían hasta un 15% de ahorro agregado en consumo de gasolina durante un periodo de 10 a 15 años; para tener ese mismo efecto a través de impuestos, el estudio aproxima un incremento necesario en el precio del 24%, lo que significaría una subida del 50% de los impuestos de entonces. Algo, como Clerides y Zachariadis exponen, que se plantea como políticamente complicado.

El dilema entre efectividad de la medida y viabilidad política es un punto sobre el que vuelven los estudios posteriores. Anderson *et al.* (2010) lo expresaron de manera clara:

"A primera vista, las regulaciones sobre el ahorro de combustible parecen difíciles de justificar por motivos de bienestar, dado que los impuestos sobre el combustible -incluso en Estados Unidos- superan la mayoría de las estimaciones sobre los daños climáticos por galón. En cambio, nuestro modelo estilizado sugiere que los altos niveles de impuestos sobre el combustible pueden defenderse -hasta cierto punto- por motivos de eficiencia económica, ya que reducen la congestión y otras externalidades que varían con los kilómetros recorridos y que son relativamente grandes en magnitud. (...) Por otra parte, según la preferencia revelada, las normas parecen ser más practicables que los altos impuestos sobre el combustible para países como Estados Unidos."

El consenso de los economistas está claramente en favor de un impuesto por encima de estándares o regulaciones: hasta un 90% de un panel de expertos expresaron tal preferencia (IGM, 2016). Y, aun así, el uso de estándares está ampliamente difundido. Esto a pesar de que su efecto es más regresivo que el de los impuestos: así lo estiman Davis y Knittel (2016), comparando el efecto por deciles de la regulación estadounidense con los calculados para tasas sobre emisiones de carburantes por otra serie de estudios en EEUU, concluyendo que "es difícil argumentar a favor de las normas de ahorro de combustible sobre la base de las preocupaciones de distribución". A las razones de tipo distributivo se suman otras de eficiencia agregada: es de esperar que el establecimiento de estándares genere un mayor 'efecto rebote' en el consumo a largo plazo en tanto que los impuestos lo minimicen, puesto que mantienen la señal de precios en niveles elevados.

Por supuesto, el *puzzle* de por qué la priorización de estándares pese a ser una medida menos óptima desaparece si uno considera que los deciles de mayor ingreso cuentan con un peso desproporcionado en la toma de decisiones políticas. Bajo este supuesto, la regresividad hace una política más, no menos viable.

Información y eficiencia energética

Para los hogares, la principal barrera que impide reducir su demanda energética, pese a las mejoras tecnológicas que favorecen la eficiencia, son lo que en la literatura económica se conocen como problemas en la información o conductuales: disponer de la información necesaria para tomar decisiones a favor del ahorro, como el grado de consumo diferencial de un electrodoméstico frente a otro o este mismo consumo en tiempo real. Pero ¿qué implica exactamente que los hogares se enfrenten a estos problemas a la hora de decidir su demanda? ¿Tenemos políticas públicas efectivas en este ámbito?

La economía del comportamiento ha identificado las posibles ineficiencias derivadas de fallos de mercado "conductuales" que alejan a los individuos de tomar las decisiones de consumo socialmente óptimas. La respuesta que se ha dado para corregir estos fallos son los denominados *"nudges"* (Thaler & Sunstein, (2008)), que son intervenciones que guían la elección de los consumidores en la dirección más eficiente en términos de bienestar.

Siguiendo estos principios de actuación, se ha promovido en los últimos años el desarrollo de políticas dirigidas a proporcionar mejor información a los consumidores. Por ejemplo, la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo fomenta los programas de gestión de la demanda para los hogares como alternativa a los instrumentos de precios.

Ramos *et al.* (2015) diferencia tres tipos de instrumentos de información en función de los objetivos que persiguen:

1. Certificados o etiquetas que muestran la eficiencia energética de un producto;

2. Información a los clientes, que puede canalizarse a través de contadores inteligentes que muestren el consumo de energía en tiempo real o facturas con información comparativa sobre hogares similares o representativos;

3. Auditorías energéticas con información adaptada sobre las medidas específicas que los hogares pueden adoptar para reducir el consumo.

La adaptación de este tipo de políticas públicas dirigidas a reducir la demanda energética de los hogares ha proporcionado datos que permiten hacer evaluaciones rigurosas del impacto de estas medidas, por lo que a lo largo de esta sección nos centraremos en recopilar una parte de la evidencia ex post de las herramientas de provisión de información

Certificados energéticos y etiquetas

Este tipo de instrumentos permiten obtener información acerca del grado de eficiencia energética de un producto. En la UE, por ejemplo, es obligatorio clasificar electrodomésticos, vehículos y edificios por su nivel de eficiencia energética. El objetivo de este instrumento es alinear los incentivos del consumidor con los objetivos de reducción de demanda energética aportando información de los costes futuros del producto. Banerjee & Solomon (2003), a través de un meta-análisis de estudios existentes sobre los efectos de distintos programas de etiquetado ecológico en consumidores y fabricantes en EEUU, encontraron que los programas gestionados por el gobierno fueron más exitosos. Esto sugiere que es fundamental la iniciativa de los gobiernos para dar credibilidad y estabilidad a los programas cuyo fin sea guiar los patrones de consumo hacia productos menos intensivos en energía.

Sin embargo, las evaluaciones de mundo real pintan una imagen más compleja de lo que cabría esperar. En uno de los primeros trabajos que se ganó la atención de la literatura durante este siglo, Kjaerbye (2008) analizó el consumo real de hogares en Dinamarca según el nivel de certificación energética. Mediante *propensity score matching,* no encontró efecto significativo en el ahorro. Majcen *et al.* (2013) compararon las etiquetas de 200.000 viviendas en los Países Bajos con el consumo energético real para encontrar que la predicción de la etiqueta sobre-estimaba tanto los ahorros de las viviendas más supuestamente eficientes como el exceso de consumo de las viviendas teóricamente menos eficientes.

Los estudios en demanda y ahorro energético son por desgracia mucho más escasos que los que se centran en decisiones de compra o valor/precio final de los bienes. Ramos *et al.* (2015) evaluaron los efectos sobre valor y ventas del etiquetado y los certificados, encontrando efectos mayormente positivos (aunque con gran variación y algunos resultados contra consenso) en ambas dimensiones para las viviendas y los vehículos, pero menos consistentes para los electrodomésticos. Andor y Fels (2018) actualizaron y acotaron la revisión, centrándose en estudios que fueran capaces de encontrar una relación causal entre el etiquetado y efectos positivos en el valor de los bienes (Jensen *et al.* 2016) y, más interesante para nuestros objetivos, de reducción de demanda energética (Kurz *et al.*, 2005). Ahora bien, como los autores de la revisión subrayan, la evidencia no es excesivamente abundante. Además, cuando se baja al nivel de la voluntad de pagar *(willingness to pay)* la evidencia varía de la significancia positiva (Houte, 2014) a la no existencia de efectos discernibles para refrigeradores (Houte, 2014) o bombillas en un estudio experimental tipo RCT (Allcott y Taubinsky, 2015).

Todo esto nos debe llevar a valorar positivamente, pero al mismo tiempo relativizar, el potencial de las intervenciones basadas en etiquetado y certificados. En literatura adicional hay algunas pistas sobre cómo se podría maximizar su efecto, guiados por la revisión de Andor y Fels (2018):

- Los costes de operación (Andor *et al.*, 2017), especialmente cuando se muestran de manera acumulada durante varios años (Heinzle, 2012) para dar una idea de la dimensión de ahorro potencial real, son un indicador eficaz a la hora de determinar la elección de los compradores.

- La cantidad de información debe ser suficiente (Newell y Siikamäki, 2014) y visualizada de manera clara: Ölander yThøgersen (2014) compararon mediante experimento los efectos de un sistema "A+++ - D" y uno "A-G" notando que éste segundo doblaba la probabilidad de elegir un producto más eficiente (Andor y Fels, 2018)

A todo lo anterior hay que añadir, una vez más, las consideraciones de tipo redistributivo. Wang *et al.* (2021) estudia las decisiones de compra en línea en China atadas a la etiqueta de eficiencia. El hallazgo: efecto no significativo en la decisión de compra agregada, pero sí para los consumidores que compran productos de precio medio o alto. Para los consumidores que prefieren productos de precio bajo, el aumento de precio que implica la mayor eficiencia energética lleva a los consumidores a optar por productos menos eficientes. Esto sugiere que el etiquetado por sí mismo podría ampliar brechas de eficiencia y ahorro energético si no se complementa con otro tipo de medidas.

Información sobre el consumo de energía

En condiciones normales los hogares no reciben información suficiente al alcance que les haga conocer sus hábitos de consumo energético. Aportar información al respecto puede ser un instrumento esencial para que estos puedan reducir su demanda si es excesiva, pero también permite que el mecanismo de precios funcione mejor al aumentar la elasticidad de la demanda de los hogares, esto es, que sean capaces de ajustar su consumo ante cambios en los precios.

Se han explorado diferentes canales para transmitir la información del consumo doméstico. Por ejemplo, Schleich *et al.* (2013) evaluaron el efecto de dar *feedback* sobre el consumo eléctrico a través de una página web y por correo, encontrando una caída media de 4,5% anual. Esta medida, sin embargo, no fue efectiva en los hogares por debajo del percentil 30 en consumo eléctrico y por encima del 70.

Información en tiempo real mediante smart metering. Uno de los canales más frecuentes para dar feedback de su consumo eléctrico a los hogares son los medidores o contadores inteligentes (*smart meters* en inglés). Una muestra de ello es el trabajo de Jessoe y Rapson (2014), en el que muestran precisamente en un experimento de campo (RCT), en el que hogares están expuestos a cambios aleatorios en los precios, que aquellos que reciben información en tiempo real sobre su consumo de electricidad mediante un contador inteligente reducen significativamente más su consumo ante subidas de precios que los hogares que sólo tienen información sobre el precio y no sobre su consumo en tiempo real. Estos últimos reducen el uso de energía entre un 0% y un 7%, mientras que los primeros entre 8% y 22%.

En la siguiente tabla se recoge algunos ejemplos clave, de especial calidad en la aproximación metodológica y recientes en el tiempo, de la abundante literatura dedicada al impacto de estos instrumentos en el comportamiento del consumidor.

Autor	Fuente energética	Tipo de política	Datos	Resultados	Metodología
Gans *et al.* (2013)	Electricidad	Programa de sustitución de contadores en Irlanda del Norte	Sección cruzada repetida de Continuous Houshold Survey de Irlanda del Norte desde 1990 a 2009	Disminución del consumo de electricidad del 11-17%. El programa de medición avanzada ofrece reducciones razonablemente rentables de las emisiones de dióxido de carbono, incluso en los escenarios más conservadores de reducción del uso.	Experimento natural
Faruqui *et al.* (2010)	Electricidad	12 programas piloto en EEUU de In-Home Displays (IHDs)	Datos de encuestas a consumidores	Consumidores que utilizan activamente un IDH reducen consumo un 7% en media cuando no hay prepago de la electricidad. Si además están en sistema de prepago, reducción de 13%.	Revisión de la evidencia y meta-análisis
Houde *et al.* (2013)	Electricidad	Experimento en el que los hogares fueron asignados aleatoriamente al grupo de tratamiento, que recibió un dispositivo que medía el consumo de energía cada 10 minutos y hacía pública esta y otra información en una página web.	1500 empleados de Google USA participaron voluntariamente	Reducción media del consumo eléctrico de los hogares del 5,7%. Los descensos significativos persisten hasta cuatro semanas.	Experimento de campo. Estimación de ATE

Información en factura

Otra forma recurrente es mediante facturas que proveen información del consumo doméstico y que además lo comparan con hogares equivalentes. Este tipo de medidas empujan a los consumidores a adoptar un comportamiento más eficiente, además de ser una política mucho menos costos que, por ejemplo, un programa de reemplazo de contadores a gran escala (algo de menor relevancia comparada en España dada la implementación generalizada de contadores inteligentes para electricidad, aunque no para climatización aún). En la siguiente tabla se resumen algunas evaluaciones empíricas.

Autor	Fuente energética	Tipo de política	Datos	Resultados	Metodología
Allcott (2011)	Electricidad	Cartas de informe sobre la energía en el hogar	600.000 hogares de tratamiento y control en todo Estados Unidos	Reduce el consumo de energía en un 2,0%. Las intervenciones no relacionadas con los precios pueden cambiar el comportamiento de los consumidores de forma sustancial y rentable: el efecto es equivalente al de un aumento del precio de la electricidad a corto plazo del 11 al 20%.	Experimento natural
Ayres *et al.* (2012)	Electricidad y gas natural	Información a los clientes sobre el uso de la electricidad y el gas natural en el hogar, centrándose en las comparaciones entre pares	Datos de dos experimentos de campo a gran escala y con asignación aleatoria realizados por empresas de suministro de electricidad y gas natural. 84.000 hogares, USA	Reducción del consumo de 1,2% (gas) y 2,1%(electricidad) y sostenida en el tiempo (7 a 12 meses)	Experimen-tos de campo a gran escala y con asignación aleatoria
(Costa & Kahn, 2013)	Electricidad	Informe sobre la energía en el hogar	Grupo de tratamiento de aproximadamente 35.000 hogares. Un grupo de control de aproximadamente 49.000 hogares que nunca han recibido un informe sobre la electricidad en el hogar en los Estados Unidos. Se fusiona con datos del censo electoral.	- 3,1% de consumo:registrado como lib-eral paga por la electricidad procedente de fuentes renovables, dona a grupos ecologistas y vive en un barrio liberal reduce el consumo + 0,7%: registrado como conservador que no paga por la electricidad de fuentes renovables, no dona a grupos ecologistas, y vive en el barrio liberal del cuartil inferior	Average Treatment Effect
Allcott & Rogers (2014)	Electricidad	Comparación social basada en informes sobre energía del hogar	La población inicial del experimento era de 234.000 hogares en Estados Unidos.	La intervención estimula inmediatamente el ahorro de energía, pero empieza a decaer rápidamente. Los efectos son más persistentes a medida que la intervención continúa.	Diseño experimental, estimación ATE.
Komatsu y Nishio	Electricidad	Comparación social	Motivación observada tras mensajes normativos	Aumenta la motivación para conservar/ ahorrar energía	Experimento

Estas evaluaciones muestran una propensión a que la información junto con las normas sociales, es decir, la comparación con hogares similares, modifiquen el comportamiento ineficiente y ayuden a ahorrar energía en el sector residencial. La síntesis de evidencia realizada por Andor y Fels (2018), que incluye varios de los estudios citados, apunta en la misma dirección. No obstante, los efectos son heterogéneos por el tipo de hogar. Además, existe el riesgo de que las políticas no sean lo suficiente persistentes en el tiempo y no consigan generar nuevos hábitos en los consumidores, por lo que es importante mantener la provisión de información como estrategia de largo aliento: la evidencia indica, de hecho, que los efectos tienden a difuminarse e incluso desaparecer si el recuerdo no es frecuente (Houde *et al.*, 2013).

Auditorías energéticas

Una auditoría energética es una inspección y estudio de los flujos energéticos de un edificio. Su objetivo es el de conocer la eficiencia energética del edifico y encontrar la manera de reducir el consumo. Como política pública tiene una gran desventaja: la complejidad técnica del proceso y su alto coste relativo a otras políticas basadas en la información recopiladas previamente. La evidencia respecto a su efectividad no es del todo clara. Abrahamse *et al.* (2005) recopila los resultados de cinco estudios sobre auditorías energéticas, realizados antes de 2004. Los resultados son heterogéneos: mientras que algunos trabajos constatan una reducción significativa del uso de la electricidad y el gas, otros no encuentran pruebas de esta reducción.

En definitiva, el papel de la información en la eficiencia energética es un campo profundamente investigado desde la Economía y otras Ciencias del Comportamiento y puede enseñarnos mejores formas de diseñar políticas públicas prometedoras y basadas en la evidencia dedicadas a reducir nuestra demanda energética.

Determinación de objetivos

El establecimiento (propio/subjetivo o externo) de objetivos de ahorro energético requiere, según la revisión de Andor y Fels (2018), de investigación adicional de mayor calidad para establecer un mecanismo causal. Los autores, aún así, se atreven a enunciar que según los estudios considerados por ellos hay un potencial relativamente alto de ahorro de hasta un 10% del consumo energético de referencia. Por desgracia, tampoco existe suficiente evidencia tampoco como para distinguir si los objetivos externos funcionan mejor que los propios, o si es más eficaz ser realista o ambicioso.

Cambios regulatorios indirectos

En este último grupo incluimos un mix de políticas que, pese a no pertenecer a ninguna de las categorías anteriores, se están barajando en el contexto actual para reducir la demanda energética a corto plazo por su rapidez, facilidad de implementación y bajo coste. De forma general, estas medidas se pueden definir como cambios regulatorios o normativos que modifican indirectamente y de forma inmediata el consumo de energía. Ante la posibilidad de un corte de suministro del gas ruso y una prohibición de las importaciones de petróleo provenientes de Rusia, este tipo de políticas generarían ahorros de energía significativos y más o menos accesibles. A continuación consideramos tres medidas que nos parecen especialmente prometedoras y accesibles.

Velocidad de vehículos privados. El pasado marzo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó un plan para reducir la demanda de petróleo. Entre las medidas se incluía una que es en realidad un cambio regulatorio/de estándar, pero de alcance y ángulo distinto a los directamente relacionados con el consumo energético: la rebaja de 10 km/h en los límites de velocidad de las autopistas. En este tipo de vías, la circulación a mayor velocidad obliga al vehículo a tener que compensar una mayor fricción con el aire lo que incrementa el consumo de combustible. En general, a partir de los 90 km/h, por cada 10 km/h más de velocidad el coche consume entre un 3 y un 10%. Un informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) concluye que una reducción de los límites de velocidad a 110km/h podría producir ahorros de entre el 12% y el 18% asumiendo que este se respeta en todo momento y se lleva a cabo una conducción eficiente. La relajación de estos supuestos implica un ahorro del 2-3%. Así, suponiendo que la mitad de la población se encuentra en el primer grupo (respeta el nuevo límite), el ahorro agregado de combustible ascendería a algo más del 5%[1]. Si a esto se suman campañas de concienciación sobre cómo el tipo de conducción afecta al consumo de combustible el efecto puede ser aún mayor.

Precio del transporte público. La Comisión Europea en la reciente comunicación EU Save Energy apuesta por una reducción del precio del transporte público. El impacto de esta medida económica, con alcance y ángulo que desbordaría al ámbito energético pero con un potencial impacto en el consumo, depende de la elasticidad de la demanda, es decir, de cuánto aumenta el uso de este medio de transporte ante una disminución (no eliminación completa) de las tarifas. La literatura empírica concluye que la demanda de transporte público es relativamente rígida y tiende a responder poco a cambios en precios. Esto se explica por el hecho de que, para los usuarios de transporte público, este es una necesidad al no existir alternativas reales para sus desplazamientos. Holmgren (2020), utilizando datos de Suecia, concluye que, en el corto plazo, una disminución del 1% en la tarifa aumenta la demanda un 0,26%. A medio plazo, para consolidar un cambio modal del vehículo privado al transporte público sería necesario reforzar el servicio a través del rediseño de rutas y la mejora de las conexiones interurbanas.

1 Estimamos la media ponderada suponiendo que un 50% de la población respeta el límite de 110 km/h obteniendo un ahorro del 12% (límite inferior con supuestos) y el resto del 2% (límite inferior con relajación de supuestos).

Ahorros dentro del sector público. El sector público también puede llevar a cabo distintas iniciativas de ahorro energético. Solo para hacernos una idea, según datos del Ayuntamiento de Madrid, en 2021 el 23% del consumo de electricidad en esta ciudad se concentró en dicho sector, tan solo superado por los hogares con un 36%. Si bien es cierto que la capital concentra una gran cantidad de edificios gubernamentales, esta cifra la podemos tomar como el límite superior del consumo de electricidad del sector público en las ciudades españolas. Para reducirlo, se pueden limitar las horas de iluminación exterior de edificios públicos, monumentos y fuentes y retrasar y adelantar el encendido y apagado del alumbrado público. Adicionalmente, aprovechando la experiencia adquirida durante la pandemia y siempre que sea posible garantizar la correcta atención a la ciudadanía, se podría volver al teletrabajo ciertos días por semana en las oficinas administrativas. Esto permitiría ahorrar combustible y racionalizar el uso de los edificios.

Conclusión

La necesidad de alinear objetivos de descarbonización e independencia energética de Rusia aumenta el requerimiento de políticas para racionalizar nuestro consumo energético. A la luz de la revisión aquí volcada, podría decirse que las políticas más prometedoras para hacerlo son las que afecten al precio de la energía mediante impuestos y similares, especialmente para hogares, particulares y establecimientos comerciales. Esto es así por dos razones: mantienen la señal de ahorro energético durante más tiempo, y evitan el riesgo de 'efecto rebote' asociado con otras políticas al sostener el precio de la energía más alto en el largo plazo, desincentivando su consumo. Esto es así aunque hay que tener muy presente que los impuestos siempre serán menos efectivos a corto que a largo plazo, dada la baja elasticidad a corto de la demanda (que va aumentando conforme encuentra alternativas de sustitución). Además, en su versión más esencial, serán políticas regresivas, salvo que se diseñen para no serlo o se complementen con transferencias/subvenciones. Por último, no debemos obviar que son mucho más impopulares y por tanto costosas políticamente

Por lo tanto, será imprescindible combinar estas señales de precio con otros instrumentos más efectivos a corto plazo, más viables políticamente, y que corrijan la regresividad, formando 'paquetes de políticas' balanceados internamente y con mecanismos coordinados entre sí.

Así, por ejemplo, los estándares y regulaciones han mostrado su eficacia según la evidencia disponible especialmente cuando se aplica a las viviendas, un frente en el que a España le queda un trecho considerable por recorrer. Es, además, políticamente más viable que la afectación al precio. Ahora bien, por sí mismo puede tener un efecto de ahorro inferior a los anteriores, y también puede producir resultados regresivos.

Para minimizar los riesgos de regresividad, parece adecuado combinar el establecimiento de mínimos obligatorios con apoyo financiero público o privado. Las transferencias y subvenciones tienen la doble ventaja de ser (1) progresivas si se focalizan adecuadamente y (2) muy populares; pero traen el riesgo de un "efecto rebote" en el consumo energético: al subvencionar cierto tipo de consumo, aunque éste sea más eficiente hora por hora que la alternativa, el agregado podría ser mayor. Además, si el diseño no está basado en niveles de renta, podría financiar cambios a la eficiencia energética a hogares que pensaban hacerlos igualmente ("free riding"). El concentrar las ayudas en la población con menor renta, además de reducir la regresividad, reduce también estos riesgos.

Al mismo tiempo, mejorar la información disponible para que los consumidores tomen mejores decisiones es también un ámbito prometedor de actuación, con efectos más modestos, pero sin duda significativos y con potencial de crecimiento, especialmente si están bien diseñadas y permanecen en el tiempo. Específicamente, la información sobre consumo cuenta con suficientes investigaciones a su favor como para recomendarla en primer lugar. Dentro de este ámbito, la comparación entre pares para incentivar el ahorro en lógicas enmarcadas dentro de la norma social también cuenta con evidencia sólida. Por otro lado, el etiquetado y establecimiento de certificados de eficiencia energética también cuenta con evidencia positiva, si bien menos abundante, más mixta, y que obliga a tener en cuenta que la información debe ser clara, accesible y completa. De no hacerlo así, el riesgo de efectos nulos o incluso regresivos (de manera que solo los hogares de mayor ingreso puedan acceder a la información y tomar las mejores decisiones) es elevado. En contraste, la evidencia disponible sobre el marcaje de objetivos explícitos de ahorro es prometedora pero insuficientemente detallada, y las auditorías energéticas cuentan con evidencia excesivamente inconcluyente como para recomendarlas de manera clara.

Fuera de las medidas de precio, información y regulación, otras de tipo indirecto podrían reportarle a España un ahorro considerable en la demanda, por ejemplo: la reducción de límites de velocidad en carretera a 110km/h (que alberga un potencial aproximado de ahorro de 5% anual en demanda de combustible), la rebaja de precios en el transporte público podría incrementar el reemplazo de desplazamientos intensivos en carburantes en el largo plazo, o los planes específicos de ahorro energético y adaptación en infraestructuras de la Administración Pública

A esta perspectiva general a partir de la evidencia es imprescindible añadirle una serie de anotaciones que servirán para afinar y modular las decisiones sobre las medidas. Todas ellas se encuentran detalladas en Labandeira et al (2020), no en vano una de las revisiones más completas sobre el particular de las publicadas hasta la fecha.

→ El riesgo de sobre-estimación de los efectos no es despreciable: Labandeira et al (2020) encuentran que su reducción de demanda media pasa de 8-10% a un 3-5% cuando restringen su meta-análisis a los estudios publicados en revistas académicas de mayor prestigio. Consideran sus autores que las dos razones principales para esa variación se podrían deber a que los trabajos más detallados tienen en cuenta dos riesgos clave

1. El mencionado 'efecto rebote', que se produce especialmente cuando las políticas escogidas no mantienen un precio elevado efectivo de la energía (como sucedería con las subvenciones o la mejora de estándares tecnológicos): los incentivos se desalinean con la reducción de la demanda y ésta corre el riesgo de 'rebotar' si la señal de precio no se mantiene en niveles altos. Esto, cabe apuntar, añade leña al dilema entre eficiencia y equidad referido a lo largo de esta revisión.

2. El riesgo de *free riding:* los beneficios para demandantes que iban a mejorar igualmente su eficiencia energética pueden producir resultados sub-óptimos con respecto al contrafáctico. Labandeira et al (2020) apuntan que para superar este riesgo, común en cualquier caso a cualquier política universalista, se podría priorizar el uso de medidas means-tested. Sin embargo, también cabe mantener en el radar el coste potencial que esto supondría: medir los límites siempre es más difícil, y probarlos para quien quiera quedarse dentro de ellos incrementa el esfuerzo para los sectores en peor situación de partida.

→ No sólo la elección de instrumento/medida, sino el sector (residencial y comercial por encima de industrial) y la fuente energética (gas por encima de electricidad) importan para maximizar el efecto deseado.

Ninguna de estas calificaciones anula, ni mucho menos, el potencial de las políticas para actuar sobre la demanda energética. Solo señalan sus límites y subrayan sus tensiones internas, ayudando en el proceso a elegir las más eficaces y justas entre aquellas disponibles.

REFERENCIAS

Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., & Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology,* 273-291.

Adan, H., & Fuerst, F. (2016). Do energy efficiency measures really reduce household energy consumption? A difference-in-difference analysis. *Energy Efficiency,* 9(5), 1207-1219.

Alberini, A., Gans, W., Towe, C., 2016. Free riding, upsizing, and energy efficiency incentives in Maryland homes. *Energy Journal,* 37, 259–290.

Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics,* 1082-1095.

Allcott, H., & Rogers, T. (2014). The Short-Run and Long-Run Effects of Behavioral Interventions: Experimental Evidence from Energy Conservation. *American Economic Review,* 3003-3037.

Aroonruengsawat, A., Auffhammer, M., & Sanstad, A. H. (2012). The impact of state level building codes on residential electricity consumption. *The Energy Journal,* 33(1).

Aydin, E., & Brounen, D. (2019). The impact of policy on residential energy consumption. *Energy,* 169, 115-129.

Ayres, I., Raseman, S., & Shih, A. (2013). Evidence from Two Large Field Experiments that Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage. *The Journal of Law, Economics, and Organization*, 992–1022.

Banerjee, A., & Solomon, B. D. (2003). Eco-labeling for energy efficiency and sustainability: a meta-evaluation of US programs. *Energy Policy,* 109-123.

Brännlund, R. (2013). The effects of energy saving from taxes on motor fuels: the Swedish case. CERE Working Paper 2013:6

Bruegge, C., Deryugina, T., Myers, E. (2017). The Distributional Effects of Building Energy Codes. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economics.* 6: S1.Mc

Chapman, R., Howden-Chapman, P., Viggers, H., O'dea, D., & Kennedy, M. (2009). Retrofitting houses with insulation: a cost–benefit analysis of a randomised community trial. *Journal of Epidemiology & Community Health,* 63(4), 271-277.

Clerides, S., & Zachariadis, T. (2008). The effect of standards and fuel prices on automobile fuel economy: an international analysis. *Energy Economics,* 30(5), 2657-2672.

Costa, D. L., & Kahn, M. E. (2013). Energy Conservation "Nudges" and Environmentalist Ideology: Evidence from a Randomized Residential Electricity Field Experiment. *Journal of the European Economic Association,* 608-702.

Davis, L.W., A. Fuchs, P. Gertler (2014). Cash for Coolers: Evaluating a Large-Scale Appliance Replacement Program in Mexico. *American Economic Journal: Economic Policy 2014,* 6(4): 207–238

Davis, L.W., Knittel, C. (2019) Are Fuel Economy Standards Regressive? *NBER Working Paper* No. w22925

Fabra, N., D. Rapson, M. Reguant, and J. Wang (2021) "Estimating the Elasticity to Real Time Pricing: Evidence from the Spanish Electricity Market", *American Economic Association Papers & Proceedings*, 111, 425-29

Faruqui, A., Sergici, S., & Sharif, A. (2010). The impact of informational feedback on energy consumption—A survey of the experimental evidence. *Energy,* 1598-1608.

Frondel, M., & C. Vance (2013). Re-identifying the rebound: what about asymmetry? *Energy Journal 34* (4): 43-54

Gans, W., Alberini, A., & Longo, A. (2013). Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland. *Energy Economics*, 729-743.

Giraudet, L.-G., Finon, D., 2015. European experiences with white certificate obligations: a critical review of existing evaluations. *Economics of Energy and Environmental Policy* 4, 113–130

Hassett, K.A. & Metcalf, G.E. (1995) Energy tax credits and residential conservation investment: evidence from panel data. *Journal of Public Economics* 57: 201–217.

Holian, M. J. (2020). The impact of building energy codes on household electricity expenditures. *Economics Letters,* 186, 108841.

Holmgren, J. (2020). The effect of public transport quality on car ownership–A source of wider benefits?. *Research in Transportation Economics,* 83, 100957.

Houde, S., Todd, A., Sudarshan, A., Flora, J. A., & Armel, K. C. (2013). Real-time Feedback and Electricity Consumption: A Field Experiment Assessing the Potential for Savings and Persistence. *The Energy Journal.*

Ito, K. (2015). Asymmetric Incentives in Subsidies: Evidence from a Large-Scale Electricity Rebate Program. *American Economic Journal: Economic Policy 2015*, 7(3): 209–237

Jacobsen, G. D., & Kotchen, M. J. (2013). Are building codes effective at saving energy? Evidence from residential billing data in Florida. *Review of Economics and Statistics,* 95(1), 34-49.

Jaffe, A.B. & Stavins, R.N. (1995) Dynamic incentives of environmental regulations: the effects of alternative policy instruments on technology diffusion. *Journal of Environmental Economics and Management* 29: S43–S63.

Jessoe, K., & Rapson, D. (2014). Knowledge Is (Less) Power: Experimental Evidence from Residential Energy Use. *American Economic Review, 104* (4): 1417-38.

Kjærbye, V. H. (2008). Does energy labelling on residential housing cause energy savings? *Copenhagen: AKF.*

Kotchen, M. J. (2015). Do Building Energy Codes Have a Lasting Effect on Energy Consumption? New Evidence from Residential Billing Data in Florida (No. w21398). *National Bureau of Economic Research.*

Labandeira, X., Labeaga, J. M., Linares, P., & López-Otero, X. (2020). The impacts of energy efficiency policies: Meta-analysis. *Energy Policy,* 147(111790).

Labandeira, X., Labeaga, J. M., & López-Otero, X. (2016). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy Policy,* 102: 549-568.

Levinson, A. (2016). How much energy do building energy codes save? Evidence from California houses. American *Economic Review,* 106(10), 2867-94.

Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., Saidur, R., & Amalina, M. A. (2004). Cost–benefit analysis of implementing minimum energy efficiency standards for household refrigerator-freezers in Malaysia. *Energy policy,* 32(16), 1819-1824.

Majcen, D., Itard, L. C. M., & Visscher, H. (2013). Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications. *Energy policy,* 54, 125-136.

Novan, K. (2015). Valuing the wind: renewable energy policies and air pollution avoided. American Economic Journal: *Economic Policy,* 7(3), 291-326.

Novan, K., Smith, A., & Zhou, T. (2020). Residential building codes do save energy: Evidence from hourly smart-meter data. *Review of Economics and Statistics*, 104(3), 483-500.

Ramos, A., Gago, A., Labandeira, X., & Linares, P. (2015). The role of information for energy efficiency in the residential sector. *Energy Economics, S*17-S29.

Ruble, I., & Karaki, S. (2013). Introducing mandatory standards for select household appliances in Lebanon: A cost-benefit analysis. *Energy policy,* 52, 608-617.

S. Safarzadeh, M. Rasti-Barzoki, S. Reza Hejaz (2020). A review of optimal energy policy instruments on industrial energy efficiency programs, rebound effects, and government policies, *Energy Policy*,139: 111342.

Schleich, J., Klobasa, M., Gölz, S., & Brunner, M. (2013). Effects of feedback on residential electricity demand—Findings from a field trial in Austria. *Energy Policy,* 1097-1106.

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness.* Yale University Press.

Wang, B., Deng, N., Liu, X., Sun, Q., & Wang, Z. (2021). Effect of energy efficiency labels on household appliance choice in China: Sustainable consumption or irrational intertemporal choice?. *Resources, Conservation and Recycling,* 169, 105458.