

Què funciona per millorar l'eficiència energètica dels edificis?

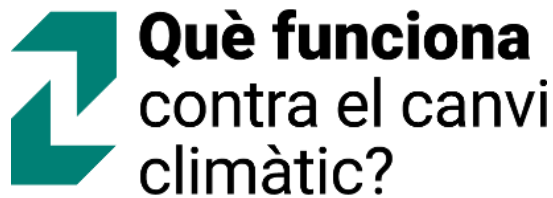
Polítiques i programes per incentivar l'adopció i l'ús de
tecnologies eficients

ivàlua ✓
Institut Català d'Avaluació
de Polítiques Públiques

COAMB
Col·legi d'Ambientòlegs
de Catalunya



**Generalitat
de Catalunya**



Què funciona per millorar l'eficiència energètica dels edificis?

Polítiques i programes per incentivar l'adopció i l'ús de tecnologies eficients

Informe definitiu:
Octubre 2025

Àmbit temàtic:
Energia

Projecte impulsat per:
Ivàlua (coordinació), **Departament d'Economia i Finances**, i **Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica**, **Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació** i **Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya**

Síntesi realitzada per:
Jacint Enrich – Energy Research Group, Barcelona School of Economics (BSE)

Agraïments:
L'autor vol agrair el suport i el treball fet per les ajudants de recerca Uxue Arregui i Andrea Jausàs, integrants del grup de recerca d'energia de la Barcelona School of Economics.

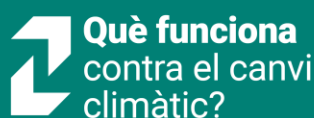
L'autor també reconeix el suport de l'European Research Council (ERC) en el marc del programa de recerca i innovació Horizon 2020 de la Unió Europea (acord de subvenció núm. 101001732 – ENECML, concedit a Mar Reguant).

Revisió i acompanyament:

Grup motor: Maria José del Blanco i Xavier Soto (Departament d'Economia i Finances); Leonardo Bejarano i Gabriel Borràs (Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica); Salvador Samitier (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació); Maria Siuraneta (Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya); i Anna Segura i Cristina Ferrer (Ivàlua).

Grup de persones expertes: Olga Alcaraz (Universitat Politècnica de Catalunya), Jeroen van den Bergh (Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals - ICTA-UAB), Maria Crehuet (Associació de Micropobles de Catalunya), Irene González (Aliança contra la Pobresa Energètica), Albert Puigvert (Associació d'Iniciatives Rurals de Catalunya), Ana Romero (Àrea Metropolitana de Barcelona), Jordi Teixidó (Universitat de Barcelona) i David Villar (Institut Català d'Energia).

Les idees exposades per l'autor no han de coincidir necessàriament amb les de les entitats impulsores.



Projecte de recopilació, anàlisi i transferència d'evidència per millorar les polítiques de mitigació i d'adaptació al canvi climàtic.

Un projecte de:



Continguts

1. Introducció	1
2. Motivació	2
4. Polítiques incloses en la revisió	4
5. Mesures d'efectivitat	5
6. Revisió de la literatura	6
6.1. Programes per incentivar l'adopció d'electrodomèstics energèticament eficients	6
1.1.1. Són efectius els programes de provisió d'informació per promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients?	6
1.1.2. Són efectius els subsidis per promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients? I per reduir el consum energètic de les llars?	9
6.2. Programes per millorar l'eficiència energètica dels edificis.....	11
1.1.3. Són efectius els codis d'edificació per reduir el consum energètic de les noves construccions?.....	11
1.1.4. Són efectives les auditories energètiques per millorar l'eficiència energètica dels edificis existents?	14
1.1.5. Són efectius els subsidis per millorar l'eficiència energètica dels edificis existents?	16
6.3. Com es comparen les reduccions de consum d'energia observades amb les projeccions inicials?	19
7. Conclusions	21
8. Debat i implicacions pràctiques.....	23
9. Referències	28

1. Introducció

L'any 2015, a la Conferència de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic de París (COP21), prop de 200 països van reafirmar el seu compromís de, per a l'any 2100, limitar l'increment de la temperatura mitjana mundial a 2 °C per sobre els nivells preindustrials i d'esforçar-se a no superar els 1,5 °C. Per aconseguir-ho, van instar-se a reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (d'ara endavant, GEH) durant els anys vinents, amb l'objectiu que l'any 2030 les emissions globals de diòxid de carboni (CO₂) estiguin un 45 % per sota dels nivells de 2010 i que l'any 2050 s'hagi arribat a l'objectiu de zero emissions netes de CO₂ i s'hagin fet reduccions profundes dels altres GEH.¹

El consum d'energia és, de llarg, la principal font d'emissions de GEH, i és el responsable mundial d'aproximadament el 75 % de totes les emissions, de les quals un 11 % provenen del sector residencial.² Aterrant aquestes dades a Catalunya, el consum d'energia representa el 71,6 % de les emissions totals de GEH, mentre que el consum d'energia del sector residencial és responsable del 13,8 % d'aquestes (Institut Català de l'Energia, 2022). En el sector residencial, les emissions provenen bàsicament del consum d'electricitat i de calor. Per tant, millorar l'eficiència energètica dels edificis residencials, de forma que es redueixi l'ús d'energia de les llars, és una condició necessària per poder avançar cap a una economia lliure de carboni.

En consonància amb això, tant la Unió Europea com Catalunya han situat la millora de l'eficiència energètica dels edificis com una prioritat en la lluita contra el canvi climàtic. En són una mostra els diversos programes destinats a la millora de l'eficiència energètica del parc d'habitatges implementats a Catalunya i finançats amb Fons Next Generation EU, com ara el programa PREE 5.000 de subvencions per a la rehabilitació energètica d'edificis a municipis de menys de 5.000 habitants³ o els ajuts a les actuacions de rehabilitació a escala de barri,⁴ entre altres.

Amb l'objectiu de contribuir al disseny de polítiques i programes efectius, aquest document presenta una síntesi de l'evidència empírica més recent sobre l'efectivitat dels diferents instruments enfocats a millorar l'eficiència energètica dels edificis en el sector residencial.

En concret, se sintetitza evidència provinent d'estudis que utilitzen mètodes experimentals o quasi-experimentals per avaluar l'impacte d'intervencions destinades a promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients i a millorar l'envolupant i els sistemes de climatització d'edificis residencials. Aquestes inclouen programes d'informació destinats a millorar la presa de

¹ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_10_add1_adv.pdf

² Font: Climate Watch: <https://www.climatewatchdata.org>

³ <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/cercador-ajuts-empresa/ajutsiserveis/21561-next-generation-eu-icaen-pree-5000-rehabilitacio-energetica>

⁴ <https://habitatge.gencat.cat/ca/ajuts/ajuts-rehabilitacio/ajuts-europeus-millora-eficiencia-energetca-habitatges/index>

decisiones individuals a l'hora d'efectuar una inversió, programes per reduir o eliminar el cost d'adoptar tecnologies eficients o rehabilitar habitatges —a través de subsidis— i programes que requereixen certs nivells d'eficiència —com els codis d'edificació per a les noves construccions.

La revisió de l'evidència inclou intervencions o experiències de països que són, en gran manera, comparables a Catalunya. Tanmateix, és important tenir en compte la idiosincràsia de cada context a l'hora d'extrapolar els resultats. Per exemple, factors com el clima o el preu de l'energia poden variar entre els diferents països i moments del temps i, així, afectar els possibles estalvis en eficiència energètica.

2. Motivació

L'últim informe de l'Agència Internacional de l'Energia apunta, com a condició necessària per assolir l'objectiu climàtic de limitar l'augment de la temperatura a 1.5 °C per a l'any 2100, la necessitat de doblar el ritme de millora de l'eficiència energètica del 2 % anual actual al 4 % anual per a l'any 2030 (International Energy Agency, 2023). En aquesta línia, recentment la Unió Europea ha aprovat una directiva d'eficiència energètica dels edificis amb l'objectiu de reduir el consum energètic un 16 % de cara a l'any 2030, i entre un 20 i un 22 % amb vista a l'any 2035.⁵

Millorar l'eficiència energètica implica fer servir menys inputs energètics per aconseguir un mateix nivell de serveis (il·luminació, calefacció, refrigeració, neteja de roba o plats, etc.), principalment a partir de l'adopció de tecnologies més eficients. L'atractiu d'invertir en eficiència energètica és ben clar: les inversions necessàries es poden autofinançar amb la reducció del consum i, en conseqüència, de la factura energètica (mantenint un determinat nivell de benestar). Al mateix temps, un menor consum redueix la dependència dels combustibles fòssils, la qual cosa proporciona les reduccions de GEH desitjades.

En un estudi influent dut a terme per McKinsey & Co (2009), s'estimava que els Estats Units podrien estalviar fins a 1,2 bilions de dòlars efectuant inversions amb un cost de 520.000 milions, i així obtindrien un estalvi d'aproximadament 2 dòlars per cada dòlar invertit. Entre les tecnologies més cost-efectives, s'hi trobaven la instal·lació de llums LED, la substitució d'electrodomèstics i la rehabilitació dels habitatges. Per tant, millorar l'eficiència dels nostres electrodomèstics i dels habitatges pot ser una de les vies menys costoses (o fins i tot profitoses) per reduir les emissions de diòxid de carboni. Tanmateix, el mateix estudi ressaltava la manca d'adopció de les tecnologies esmentades per part dels consumidors.

Donades aquestes suposades oportunitats desaprofitades d'inversions on els estalvis futurs superen els costos (el que es coneix com a «bretxa d'eficiència energètica» —o *energy*

⁵ <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20240308IPR19003/eficiencia-energetica-de-los-edificios-nueva-ley-para-descarbonizar-el-sector>

efficiency gap—), una llarga literatura ha intentat entendre quins són els mecanismes o les fallades de mercat que hi ha darrere d'aquesta manca d'adopció (Gillingham i Palmer 2014, Gerarden et al. 2017, Gillingham et al. 2018). En primer lloc, la literatura ha analitzat si la falta d'informació sobre els estalvis futurs és un factor clau perquè els consumidors no adoptin el nivell òptim de tecnologia, o si aquesta informació està mal repartida entre els diferents agents del mercat (per exemple, entre el propietari i el llogater d'un habitatge). L'alt cost de les inversions inicials seria una altra barrera d'entrada que limitaria l'adopció de tecnologies energèticament eficients, sobretot per aquells segments de la població més restringits pel crèdit.

D'altra banda, una creixent literatura qüestiona si, d'entrada, veritablement existeix aquesta bretxa d'eficiència energètica (Allcott i Greenstone 2012). En primer lloc, com després veurem a la revisió d'evidència, molts estudis troben que els estalvis que es produeixen són significativament menors que les estimacions tècniques prèvies, ja que les condicions en què se simula el consum d'energia (per exemple, una instal·lació i un manteniment perfectes) disten significativament de les condicions reals. A més d'aquesta diferència entre les estimacions tècniques i els estalvis que realment hi ha, els canvis en el comportament de les llars un cop feta la instal·lació també poden reduir-ne l'efectivitat. A tall d'exemple, si una inversió redueix el cost de l'energia i els consumidors n'augmenten el consum, aquesta semblarà menys efectiva que la projecció inicial —el que es coneix com a efecte rebot (Gillingham et al. 2016).

Finalment, en cas de no existir la bretxa entre costos i beneficis privats, la intervenció pública per millorar l'eficiència energètica de les llars estaria igualment justificada per les externalitats negatives de consumir un bé contaminant com és l'energia. Així mateix, encara que el consum energètic de les llars augmenti un cop feta la inversió a causa de l'efecte rebot, les polítiques destinades a incentivar l'adopció de tecnologies energèticament eficients poden ser una bona eina d'adaptació si aquest augment del consum prové de les llars més desfavorides, de forma que se n'augmenti el benestar i s'ataqui, així, el problema de la pobresa energètica.

3. Preguntes que guien la revisió d'evidència

La revisió de la literatura està motivada per la voluntat de comprendre l'efecte que han tingut diferents polítiques i programes sobre les taxes d'adopció de tecnologies eficients en edificis residencials, el consum energètic de les llars i altres indicadors de benestar. Així, s'intenten respondre les preguntes següents:

1. Quins són els principals instruments de política pública que s'han utilitzat per promoure l'eficiència energètica en el sector residencial?
2. Quins instruments s'ha trobat que són més efectius, i quins són els elements clau de disseny que contribueixen a la seva efectivitat?
3. Existeixen efectes heterogenis segons la tipologia de la llar o altres eixos rellevants?

4. Hi ha intervencions que generen efectes contraproductius o no desitjats?
5. Existeixen exemples de bones pràctiques que es poden prendre com a models per a la millora del disseny de les polítiques d'eficiència energètica a casa nostra?

4. Polítiques incloses en la revisió

En aquesta síntesi d'evidència ens centrarem en polítiques i programes destinats a reduir el consum energètic de les llars a través de millores en l'eficiència energètica del sector residencial derivades de:

- L'adopció d'aparells domèstics energèticament més eficients.
- La rehabilitació del parc d'habitatges existent per millorar-ne la climatització.
- La construcció d'edificis amb una eficiència energètica més alta.

Per tant, queden fora d'aquesta revisió el conjunt de polítiques i programes que tenen l'objectiu de reduir el consum energètic de les llars mitjançant canvis en els hàbits de consum, sigui per reduir-lo o per repartir-lo d'una manera més eficient al llarg del dia. Aquests tipus de programes seran objecte de la segona revisió d'evidència sobre ["Què funciona per millorar els hàbits de consum energètic de les llars? Polítiques i programes per reduir i desplaçar la demanda"](#).

El primer conjunt de programes per promoure l'eficiència energètica són els **informatius o educatius**. En essència, aquests programes consisteixen a informar les llars sobre l'estalvi que suposa tenir un habitatge o un aparell domèstic més eficient energèticament, sota la idea que la manca d'informació és una de les principals barreres que impedeixen que les llars inverteixin en la millora de l'eficiència energètica dels seus habitatges.

El segon bloc de programes es basa a oferir **incentius econòmics** per augmentar la inversió en eficiència energètica, ja sigui incentivant la compra d'electrodomèstics eficients o afavorint la realització d'obres de millora de la climatització dels habitatges. Si bé aquests poden incloure tant subsidis com préstecs avantatjosos o incentius fiscals, d'acord amb l'evidència disponible, en la síntesi només s'han inclòs **subsidis directes**. Teòricament, els subsidis haurien de reservar-se per als casos en què les inversions no són rendibles a escala individual però són desitjables socialment, o per a les situacions en què les llars es podrien beneficiar d'invertir en eficiència energètica mes no tenen la capacitat econòmica per fer les inversions inicials.

Finalment, el tercer tipus de programes són els **estàndards ambientals** de compliment obligatori. Aquest tipus d'instrument també és adequat per aquells casos en què no hi ha un incentiu individual d'invertir en eficiència energètica, o quan la informació sobre la rendibilitat sigui costosa o difícil de proporcionar. A més, tenen l'avantatge d'incidir en el moment de la fabricació dels aparells o la construcció dels edificis, de manera que els seus efectes s'estenen durant tota la vida útil d'aquests. Així, la síntesi inclou evidència sobre l'efectivitat dels **codis**

d'edificació, que busquen millorar els sistemes de climatització de les noves construccions i, recentment, incorporar sistemes de generació d'energies renovables, com la fotovoltaica i l'aerotèrmia.

Atesa l'escassetat d'avaluacions d'impacte rigoroses sobre l'efectivitat d'aquestes polítiques d'eficiència energètica en l'àmbit català i en l'espanyol (se n'ha detectat una), a la revisió s'han inclòs avaluacions i revisions desenvolupades en altres contextos, principalment als Estats Units d'Amèrica i, en una menor quantitat, a Europa.

En total, s'han inclòs **sis revisions i vint-i-cinc estudis primaris**, dels quals onze avaluen programes que incentiven l'adopció d'electrodomèstics energèticament eficients (set a partir de la provisió d'informació i quatre a partir de subsidis; un dels estudis combina els dos instruments). Pel que fa a l'eficiència energètica dels edificis, sis estudis analitzen l'efectivitat d'establir codis d'edificació a les noves construccions, mentre que vuit estudis aborden el problema de la rehabilitació de les llars.

5. Mesures d'efectivitat

En referència a com mesurar l'efectivitat de les polítiques i els programes revisats, en primer lloc, ens fixarem en quina mesura aquests fomenten **l'adopció de tecnologies energèticament eficients**, sigui escollint electrodomèstics o altres aparells domèstics més eficients o fent inversions per millorar l'eficiència de l'habitatge.

En segon lloc, quan sigui possible, s'avaluarà com aquestes inversions afecten el **consum d'energia de la llar**, ja que aquesta és la veritable variable d'interès perquè l'objectiu últim és la reducció de les emissions de GEH.

De manera complementària, donat que certes llars poden optar per aprofitar els guanys en eficiència energètica per obtenir més serveis energètics, com il·luminació o climatització, amb el mateix nivell de consum —en lloc d'obtenir els mateixos serveis amb menys inputs energètics—, sempre que estiguin disponibles també inclourem variables relacionades amb el **benestar de les llars**, per exemple, a partir de la temperatura ambient o del preu i la superfície dels habitatges.

6. Revisió de la literatura

6.1. Programes per incentivar l'adopció d'electrodomèstics energèticament eficients

La **provisió d'informació** sobre els costos i els beneficis d'adquirir electrodomèstics més eficients, juntament amb els **subsidis directes per a la seva compra**, són els dos principals instruments de política pública per promoure que les llars adquireixin aparells amb més eficiència energètica i així reduir el seu consum energètic. A continuació, exposem què diu l'evidència sobre la seva efectivitat.

1.1.1. Són efectius els programes de provisió d'informació per promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients?

Hi ha un primer conjunt de programes que intenten estimular la compra d'electrodomèstics energèticament més eficients a partir de **proveir informació** sobre els seus beneficis en el moment de la compra, bé a través de l'**etiquetatge**, bé a través d'una millora de la **informació proporcionada per la persona venedora**. Quan parlem de beneficis o d'estalvis, ens referim a reduccions en el cost de vida útil dels aparells.



El **cost de vida útil** equival al cost de compra més el cost de funcionament dels electrodomèstics, que bàsicament inclou el consum d'energia al llarg de la vida útil de l'aparell.

Set dels estudis revisats analitzen l'efecte de l'etiquetatge i la provisió d'informació en el moment de la compra sobre les decisions d'adquirir electrodomèstics energèticament més eficients (Taula 1).⁶

Taula 1. Evidència sobre l'efectivitat de la provisió d'informació

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Blasch et al. (2019)	Suïssa	Informació en kWh o en termes monetaris.	Identificació de la bombeta o la nevera amb menor cost de vida útil.	Informació sobre l'estalvi en termes monetaris augmenta la probabilitat de seleccionar l'electrodomèstic més eficient.
Newell i Siikamäki (2013)	Els Estats Units	Informació en kWh, en termes monetaris, en	Selecció de calderes eficients.	Informació sobre l'estalvi en termes monetaris i el logotip

⁶ En tots els estudis analitzats, s'assumeix, a partir d'estimacions prèvies, que l'alternativa eficient és també la més econòmica pel que fa al cost de vida útil.

		emissions de CO ₂ o en categoria d'eficiència amb el logotip EnergyStar.		EnergyStar com a elements més rellevants. La informació en kWh o en emissions de CO₂, incrementa l'adopció sempre que vagi acompanyada dels elements anteriors.
Allcott i Taubinsky (2015)	Els Estats Units	Informació sobre el cost de vida útil.	Elecció de llums fluorescents.	+12 % en la quota de mercat de llums fluorescents.
			Disposició a pagar per llums fluorescents.	Més alta que el preu de mercat d'aquest tipus de bombeta.
Davis i Metcalf (2016)	Els Estats Units	Informació en termes monetaris basats en preus estatals versus preus nacionals.	Selecció d'aparells d'aire condicionat amb un cost de vida útil més baix	Selecció d'aparells amb un cost de vida útil \$10 més baix.
Kallbekken et al. (2013)	Noruega	Informació sobre el cost de vida útil + formació de personal.	Selecció de neveres eficients.	Efectes no significatius estadísticament.
			Selecció d'assecadores eficients.	- Informació: efectes no significatius. - Formació de personal: selecció d'assecadores un 3,4 % més eficients. - Combinació dels dos tractaments: selecció d'assecadores un 12 % més eficients (es redueix fins al 4,9 % al cap d'un any).
Blasch et al. (2017)	Suïssa	Presentació sobre com calcular el cost de vida útil.	Selecció de neveres amb un cost de vida útil més baix.	Augmenta significativament la probabilitat d'escollir una nevera amb un cost de vida útil més baix.
		Calculadora en línia per calcular el cost.		La calculadora en línia és entre dos i quatre cops més efectiva que la presentació.
Allcott i Sweeney (2017)	Els Estats Units	Informació sobre el cost de vida útil + incentius de vendes.	Probabilitat d'adoptar calderes eficients.	Efectes no significatius estadísticament.

Pel que fa al contingut de l'etiqueta, diversos estudis han analitzat quins missatges són més efectius a l'hora d'influir en el comportament dels consumidors. En general, proporcionar informació sobre l'estalvi econòmic que suposa adquirir un electrodomèstic amb un cost de vida útil més baix sol ser la manera més efectiva d'incentivar-ne la compra. Blasch et al. (2019) troben que donar informació sobre l'estalvi monetari, expressat en euros, resulta més efectiu que donar-ne sobre l'estalvi energètic, expressat en kWh. En la mateixa línia, Newell i Siikamäki (2013) analitzen el cas de les calderes als Estats Units i troben efectes estadísticament

significatius quan la informació es dona a partir d'un logotip que certifica l'eficiència del producte.

La informació sobre l'estalvi energètic en kWh o les possibles reduccions de CO₂ també n'augmenten la compra, a condició que vagi acompanyada de la informació anterior. En el cas de la il·luminació, Allcott i Taubinsky (2015) assenyalen que proveir informació sobre el cost de vida útil més baix associat a l'ús de llums fluorescents compactes (més eficients que els tradicionals incandescents, però lluny de les llums LED en termes d'eficiència) n'augmenta l'adopció un 12 %. Addicionalment, calculen que la provisió d'informació incrementa la voluntat dels consumidors de pagar per llums més eficients, entre \$3 i \$5, superant així el preu de mercat d'aquest tipus de llums (valorat en \$4 el paquet), però quedant-se molt lluny de l'estalvi al llarg de la seva vida útil (\$40).

Tot i això, dos estudis troben efectes estadísticament no significatius de la provisió d'informació sobre el cost de vida útil quan aquesta no s'acompanya d'altres intervencions. D'una banda, Kallbekken et al. (2013) troben que l'etiquetatge per si sol no augmenta significativament les compres de neveres i d'assecadors energèticament més eficients, però l'eficiència dels béns adquirits millora al voltant d'un 12 % si es combina amb un programa de formació del personal de vendes; malauradament, els autors ressalten que l'efecte de la formació es redueix fins al 4,9 % al cap d'un any. D'altra banda, Allcott i Sweeney (2017) troben que la informació no incentiva l'adopció de calderes eficients encara que es complementi amb un incentiu monetari per als venedors.

Atès que proporcionar informació sobre els estalvis monetaris és més efectiu que mostrar l'eficiència en termes d'energia, és probable que el mecanisme darrere aquestes ineficiències provingui d'una limitació dels consumidors a l'hora de calcular i comparar els beneficis amb els costos, sigui per una falta d'atenció racional o per la senzilla realitat que les persones cometem errors involuntàriament. Per tant, les eines educacionals poden ser un bon complement a les polítiques d'etiquetatge. Blasch et al. (2017) assenyalen que una presentació amb quatre diapositives sobre com calcular el cost de vida útil augmenta significativament la probabilitat d'escollir una nevera amb un cost de vida útil més baix. A més, el simple fet de proporcionar una calculadora en línia perquè el consumidor pugui fer càlculs sobre el cost de vida útil és entre dos i quatre cops més efectiu que la presentació.

La dificultat pràctica de proporcionar informació sobre els potencials estalvis en termes monetaris és que, per fer-ho, s'ha d'assumir un preu de l'energia a llarg termini, i aquest ha de ser acurat. Davis i Metcalf (2016), en un experiment en línia als Estats Units, analitzen com una informació més acurada pot induir a l'adopció de béns més eficients. Allà, el preu de l'electricitat es pot duplicar d'un estat a un altre, per la qual cosa missatges a partir de preus agregats no es poden considerar informació útil. Els autors troben que donar informació específica sobre els estalvis monetaris per a cada estat, que alhora determinarà l'aparell amb el cost de vida útil més baix, empeny les llars a seleccionar electrodomèstics més consistents amb el seu preu de l'energia. En altres paraules, els estats amb un preu de l'energia més elevat

adopten tecnologies més eficients, i viceversa. Per tant, tot i que l'eficiència mitjana dels electrodomèstics adquirits no canvia (alguns estats adopten tecnologies menys eficients respecte al període de preintervenció perquè el preu de l'energia és baix), el benestar agregat augmenta. Aquest resultat apunta que un mecanisme de preus que reflecteixi el veritable cost de l'energia, com podria ser un impost al carboni que tingui en compte les externalitats mediambientals, pot ser una mesura efectiva per incentivar les llars a fer les inversions necessàries.

1.1.2. Són efectius els subsidis per promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients? I per reduir el consum energètic de les llars?

El segon instrument per estimular la compra d'electrodomèstics energèticament eficients són els **subsidis**. Els subsidis poden tenir sentit en situacions en què l'adquisició d'electrodomèstics eficients no és rendible individualment però sí desitjable a escala social, així com en casos en què la provisió d'informació no és possible o és costosa.

Taula 2. Evidència sobre l'efectivitat dels subsidis

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Allcott i Sweeney (2017)	Els Estats Units	Subsidis del 20-50 % de la diferència de preu amb un model estàndard.	Probabilitat d'adoptar calderes eficients.	+1 % / +4 %
		Subsidis + incentius de vendes.		+4 % / +22 %
Houde i Aldy (2017)	Els Estats Units	Subsidis de diferent quantitat depenent de l'Estat	Vendes de neveres, rentadores i rentaplats eficients.	+7 % / +15 % (només un 10 % d'aquestes són vendes addicionals).
La Nauze i Myers (2023)	Austràlia	Subsidis per a la compra.	Subsidi òptim per incentivar la compra de llums LED valorats en \$20 (en comptes dels tradicionals).	\$12
		Subsidis per a la cerca d'informació.		\$9
Davis et al. (2014)	Mèxic	Subsidis d'entre el 10 i el 40 % per a la substitució de neveres.	Consum d'electricitat.	-8 %
		Subsidis d'entre el 10 i el 40 % per a la substitució d'aparells d'aire condicionat.		+2 %

Generalment, i de manera gairebé mecànica, els estudis concluen que els subsidis acostumen a promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients (Taula 2). Allcott i Sweeney (2017) troben que aquests incrementen entre un 1 i un 4 % la probabilitat d'escollir calderes energèticament eficients, i que aquesta augmenta significativament (entre un 4 i un 22 %) si els subsidis es combinen amb incentius financers per als venedors per tal que aquests informin millor sobre els beneficis d'optar per electrodomèstics més eficients. Per la seva banda, Houde i Aldy (2017) avaluen els efectes d'una política implementada als Estats Units que subvenciona la compra d'electrodomèstics amb un cert nivell d'eficiència. Els autors troben que aquest programa va augmentar les vendes d'electrodomèstics eficients entre un 7 i un 15 %.

Tanmateix, el problema principal dels subsidis per promoure l'adopció de tecnologies eficients és que, per ser efectius, han d'aconseguir que els agents que se'n beneficien facin inversions que no haurien fet en absència del subsidi; això es coneix com a addicionalitat (Gillingham et al., 2009). Malauradament, l'evidència empírica d'aquest tipus de mesures no és gaire esperançadora, ja que l'estudi de Houde i Aldy (2017) mencionat anteriorment conclou que un 70 % d'aquestes noves vendes s'haguessin produït igualment sense el subsidi. A més, un 20 % addicional prové de consumidors que van posposar la compra per poder beneficiar-se del subsidi. En conseqüència, només un 10 % de les vendes addicionals es pot atribuir a l'efecte del subsidi.

La qüestió de l'addicionalitat es veu agreujada pel fet que els subsidis no arriben a qui més els necessita. En trobem un exemple a Allcott et al. (2015), on s'avaluen les característiques dels destinataris de subsidis de diferents programes d'eficiència energètica als Estats Units. Els autors identifiquen que en la majoria dels casos aquests acaben en mans d'individus més rics o més conscienciats mediambientalment que la mitjana de la població, en comptes de destinar-se a les llars més pobres o amb contractes de lloguer. Un possible raó d'això és la falta d'informació en aquestes llars sobre l'existència mateixa dels subsidis. Els autors defensen que limitar els subsidis a sectors específics de la població és clau perquè aquests adrecin les externalitats per a les quals estan dissenyats.

En relació amb aquest problema, i en vista que la provisió d'informació pot ser una manera efectiva de promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients, La Nauze i Myers (2023) suggereixen que els subsidis destinats a incentivar els consumidors a comparar els preus i els estalvis potencials de diferents electrodomèstics poden ser més efectius que els subsidis directes per a la compra d'aquests. En particular, troben que el subsidi que assoleix la compra òptima de llums LED arriba als \$12 per a un paquet de llums LED valorat en \$20. En canvi, amb un subsidi de \$9 destinat a que els consumidors recullin informació es podria assolir el mateix nivell d'adopció.



Bona pràctica

El govern de Victòria, Austràlia, ofereix descomptes en la factura energètica si els consumidors comparen el cost de diferents tarifes elèctriques en el portal web del seu regulador: <https://compare.energy.vic.gov.au/>

Fins ara, els programes estudiats incentivaven la compra de béns més eficients, per la qual cosa, condicional a la seva efectivitat, milloraven l'eficiència energètica de les llars. Tot i això, com que l'objectiu final és la reducció d'emissions, la variable que ens interessa és el consum final de les llars un cop adoptades aquestes tecnologies. Dit d'una altra manera, com que els béns eficients redueixen el preu de consumir serveis energètics, es pot donar la situació que els consumidors decideixin augmentar-ne el consum. Un primer estudi influent en aquesta àrea és de Davis et al. (2014). En aquest, els autors avaluen l'impacte d'un programa de recanvi d'electrodomèstics a gran escala que va tenir lloc entre el 2009 i 2012 a Mèxic, on dos milions d'usuaris van beneficiar-se de subsidis per canviar majoritàriament la nevera i, en grau més baix, l'aire condicionat. Els autors conclouen que el canvi de nevera redueix un 8 % el consum d'electricitat, mentre que, després del canvi de l'aire condicionat, el consum augmenta. Aquest últim resultat s'explica perquè els aires de substitució eren més voluminosos i el subseqüent efecte rebot va contrarestar qualsevol millora d'eficiència. Tot i això, el recanvi d'aires condicionats podria haver augmentat el benestar de les famílies, a l'estar focalitzat en zones d'altres temperatures.

6.2. Programes per millorar l'eficiència energètica dels edificis

Regular la construcció de nous edificis perquè siguin energèticament més eficients, **proveir informació** sobre l'eficiència energètica dels habitatges i **subvencionar** les inversions per millorar-la són els tres principals instruments per promoure millores en l'eficiència energètica dels edificis. Les mesures que s'exposen a continuació van més enllà de l'adopció d'electrodomèstics eficients, i inclouen millores en l'envolupant dels edificis (façana, finestres, etc.) i els sistemes de climatització.

1.1.3. Són efectius els codis d'edificació per reduir el consum energètic de les noves construccions?

Un primer instrument per millorar l'eficiència energètica dels edificis consisteix a imposar requisits mínims a les noves construccions, a través de **codis d'edificació o estàndards d'eficiència energètica**. Aquests codis o estàndards pretenen promoure la instal·lació de sistemes de climatització més eficients o millorar l'aïllament dels edificis intervenint sobre la façana, les finestres o les portes.

Sis dels estudis revisats analitzen l'efecte de la introducció d'estàndards a les noves construccions sobre el consum d'electricitat. Quatre d'ells també en mesuren l'impacte sobre el consum de gas (Taula 3).

Taula 3. Evidència sobre l'efectivitat dels codis d'edificació

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Aroonruengsawat et al. (2012)	Els Estats Units	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat.	-0,3 % / -5 % per càpita.
Jacobsen i Kotchen (2013)	Els Estats Units (Florida)	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat.	-4 %
			Consum de gas.	-6 %
Kotchen (2017) - Revisió de l'estudi anterior (efectes a llarg termini)	Els Estats Units (Florida)	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat.	Els efectes desapareixen al llarg termini.
			Consum de gas.	Els efectes perduren en el llarg termini.
Levinson (2016)	Els Estats Units (Califòrnia)	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat.	Efectes no significatius estadísticament.
			Consum de gas.	Efectes no significatius estadísticament.
Bruegge et al. (2019)	Els Estats Units (Califòrnia)	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat.	-1 %
			Consum de gas.	-0,6 %
			Superfície de l'habitatge.	-5 % pels quintils més baixos.
			Preu de l'habitatge.	-10 % quintils més baixos +2 % pels quintils alts.
Novan et al. (2022)	Els Estats Units (Califòrnia)	Codis d'edificació.	Consum d'electricitat dels aires condicionats.	-8 % / -13 %

Els resultats d'aquests estudis apunten que aquest tipus d'instrument pot funcionar per reduir el consum energètic dels edificis, especialment el consum de gas. Aroonruengsawat et al. (2012) comparen la introducció de codis entre diversos estats federals en diferents moments del temps i troben que el consum d'electricitat es redueix entre un 0,3 i un 5 % per càpita, segons l'estat. Jacobsen i Kotchen (2013) comparen edificis construïts just abans i després de la introducció de requisits més estrictes a Florida l'any 2002, i estimen un estalvi anual d'un 4 % en el consum elèctric i d'un 6 % en el cas del gas natural. Finalment, Novan et al. (2022) troben

que el consum elèctric dels aires condicionats es redueix entre un 8 i un 13 % en aquelles llars situades en zones amb codis més estrictes. Els autors prenen aquesta reducció com un límit superior d'allò que seria la reducció general de tot l'habitatge, perquè es concentra en el període i en l'electrodomèstic amb un consum energètic més alt. En canvi, altres estudis posen en dubte l'efectivitat dels codis a l'hora de reduir el consum d'electricitat (Levinson 2016; Kotchen, 2017), donat que no troben tals efectes.

El problema principal d'aquests estudis és la difícil comparació dels efectes donades les diferències entre els requisits dels codis tant geogràficament com temporalment. Dit això, l'evidència més creïble avui dia prové de Bruegge et al. (2019), on s'estudia el canvi de normativa en els codis d'edificació a Califòrnia l'any 1982.⁷ L'estudi se centra en cases unifamiliars, i els autors tenen molta cura a uniformitzar tots els requisits pel que fa a l'aïllament, el sostre i les finestres en una mesura comparable entre diferents zones climàtiques amb diferents exigències. A més, els autors estudien com aquests codis poden afectar de manera diferent en funció de la renda dels residents; així, és el primer estudi que avalua els efectes distributius. A nivell agregat, els autors troben que el consum d'electricitat cau un 1 % per llar, mentre que el consum de gas ho fa un 0,6 %.

A més, els mateixos autors estimen que, a causa dels codis d'edificació, els constructors redueixen la superfície dels habitatges en els quintils de renda més baixos, entre un 4 i un 6 %. I no només això, sinó que l'augment dels requisits de construcció redueix el preu de l'habitatge entre un 8 i un 12 % per als dos quintils de renda més baixos (la meitat ve explicada per la reducció de la superfície, i l'altra, per canvis en els atributs dels habitatges, com, per exemple, el nombre d'habitacions, respecte d'altres de similars sense requisits). Altrament, els habitatges en els quintils de renda més alts augmenten de valor en comparació amb habitatges similars sense els codis. Amb tot, és possible que les rendes més baixes pateixin més les distorsions d'aquests estàndards, ja que tenen habitatges més petits, de menor valor per metre quadrat i sense que això s'acompanyi d'un consum més baix per metre quadrat.

Pel que fa a la relació entre estalvis i cost de la inversió, i a diferència de la compra d'electrodomèstics, la comparació entre costos presents i beneficis futurs es fa més complicada donada la llarga vida útil dels edificis. Supòsits sobre futurs preus de l'energia, factors de descompte anuals i possibles beneficis mediambientals fan que les previsions vagin d'una recuperació de la inversió al cap de sis anys (Jacobsen i Kotchen, 2013) fins a una recuperació només del 50 % al cap de quaranta anys (Novan et al., 2022).

⁷ Aquests codis obligaven els constructors a demostrar que l'edifici utilitzaria menys energia respecte d'un màxim establert, fet que introduïa molta flexibilitat. Alternativament, els constructors podien adoptar uns requisits mínims pel que fa a l'aïllament del sostre i les parets, l'eficiència energètica de les finestres i els vidres, i la proporció de la paret amb finestres.

1.1.4. Són efectives les auditories energètiques per millorar l'eficiència energètica dels edificis existents?

Un segon conjunt de programes són aquells que busquen promoure reformes en l'envolupant de l'edifici i en els sistemes de climatització a partir de proveir informació sobre els potencials guanys en eficiència energètica a través **d'auditories energètiques** a l'habitatge. Aquestes auditories poden servir per informar sobre possibles **inversions** o per emetre **certificats tècnics** que facin públic el nivell d'eficiència de l'edifici.



Les **auditories energètiques** permeten conèixer la situació d'un habitatge respecte de l'ús d'energia i detectar quantitativament quines accions poden millorar-la. A partir d'una visita al domicili, on els tècnics recullen informació sobre l'estructura de l'edifici, els sistemes de calefacció i aire condicionat, els electrodomèstics, l'aïllament i la ventilació, entre altres, i combinant aquesta informació amb les condicions climàtiques locals, les auditories energètiques conclouen amb una sèrie de recomanacions sobre quines inversions efectuar, tot sospesant els costos de les inversions.

Taula 4. Evidència sobre l'efectivitat de les auditories energètiques

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Holladay et al. (2019)	Els Estats Units	Informació sobre consum energètic.	Realitzar una auditoria energètica de \$50.	+1,5 a 3 %
		Subsidi.		\$20: efectes no significatius \$50: + 1,5 a +3 %
		Auditoria energètica.	Inversions.	Efectes no significatius.
Fowlie et al. (2018)	Els Estats Units (Michigan)	Informació i assistència.	Realitzar una auditoria energètica.	Augment de la participació de l'1 al 6 %
Myers et al. (2022)	Els Estats Units (Austin, Texas)	Obligatorietat de certificat energètic.	Sol·licituds per accedir a subvencions d'eficiència energètica.	+30 %
			Preu de l'habitatge.	Augment de la relació entre preu i eficiència energètica.

En primer lloc, dos estudis analitzen intervencions destinades a incentivar que les llars facin auditories energètiques de manera voluntària. En el cas dels Estats Units, Holladay et al. (2019), troben que enviar cartes a les llars promocionant auditories energètiques, amb un cost de \$50, i donant informació sobre el consum energètic de la llar l'any anterior no n'augmenta la

participació. En canvi, si la informació va complementada amb una comparació social sobre el consum, és més probable que les llars es decideixin a rebre una auditoria per tal de ser més eficients energèticament. Igualment, els subsidis per al cost de l'auditoria tenen el mateix efecte que la informació comparada del consum: un subsidi per a la totalitat del cost de l'auditoria n'augmenta la participació d'un 1,5 % a un 3 %. Tot i això, aquestes auditories no sempre es tradueixen en noves instal·lacions de béns durables eficients (Holladay et al., 2019).

D'altra banda, Fowlie et al. (2018) incentiven, de manera aleatòria, la participació en el "Weatherization Assistance Program" (WAP) dels Estats Units, un programa àmpliament analitzat a la literatura i destinat a subvencionar millores d'eficiència en la il·luminació, les finestres, el sistema de ventilació i el segellat de conductes metàl·lics a les llars de renda baixa i que fins ara ha beneficiat a més de 7 milions d'aquestes. Els autors troben que proporcionar informació i assistència durant la sol·licitud només va augmentar la demanda d'una auditoria entre l'1 i el 6 %, amb un cost mitjà de \$55 per llar.

Un cas diferent són les auditories energètiques obligatòries, després de les quals s'emet un informe tècnic, que serà públic, sobre l'ús de l'energia de l'habitatge. El seu objectiu és augmentar la transparència i incentivar als propietaris a fer millores, bé per reduir el seu propi consum energètic, bé per fer més atractiva la compra o el lloguer de l'habitatge. En aquesta línia, Myers et al. (2022) avaluen els efectes d'instar als propietaris d'immobles que els vulguin posar a la venda a proveir informació sobre l'eficiència energètica de l'habitatge a partir de la informació obtinguda d'auditories certificades.⁸ Els autors troben que després d'una auditoria la participació en programes d'ajuts en eficiència energètica augmenta al voltant d'un 30 %, per la qual cosa es pot concloure que aquests certificats incentiven les inversions en tecnologies eficients, tot i que no observen quin tipus d'inversió s'efectua.

A més, per a un determinat nivell d'eficiència, sense cap inversió addicional, aquests certificats augmenten la correlació entre l'eficiència energètica de l'habitatge i el seu preu. És a dir, en el cas d'un habitatge amb un nivell d'eficiència energètica alt, el preu d'aquest augmenta després de l'auditoria. Els autors argumenten que aquest efecte prové tant de la manca d'informació del comprador, qui un cop l'obté està disposat a pagar més per una llar eficient, com de la manca d'informació del venedor, qui un cop obtinguda pot augmentar el preu de l'habitatge d'acord amb la qualitat. En resum, una auditoria que pot costar entre \$100 i \$300 pot comportar un augment del preu de l'habitatge d'entre \$2.000 i \$4.000.

⁸ En el cas de Myers et al. (2022), l'informe tècnic posterior a l'auditoria no només consta de totes les mesures efectuades, sinó també d'un llistat de recomanacions que serien rendibles. Una mesura similar són els certificats d'eficiència energètica dels edificis, de compliment obligatori a casa nostra, els quals també compten amb un informe addicional que avalua les característiques de l'habitatge en comparació amb la mitjana de la seva zona climàtica, així com amb informació sobre l'estalvi econòmic si s'apliquen mesures per reduir la despesa energètica.

1.1.5. Són efectius els subsidis per millorar l'eficiència energètica dels edificis existents?

Un tercer instrument per promoure l'eficiència energètica dels edificis són els **subsidis per a la rehabilitació d'habitatges**. Si bé aquests es poden atorgar directament, sovint van precedits d'una auditoria energètica en què s'identifiquen les potencials inversions a subvencionar de forma parcial o total. De fet, quatre dels cinc estudis revisats analitzen l'efectivitat de les inversions subvencionades un cop efectuada l'auditoria.

Taula 5. Evidència sobre l'efectivitat dels programes de climatització

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Peñasco i Díaz (2023)	Regne Unit (Anglaterra i Gal·les)	Subsidis per a l'aïllament de les teulades i l'espai entre parets.	Consum de gas.	• Reduccions d'1,8 % per a les teulades i de 6,9 % per a les parets. • Reduccions no significatives estadísticament per als quintils més baixos. • Els efectes desapareixen després de quatre anys.
Zivin i Novan (2016)	Els Estats Units (Califòrnia)	Auditoria + assessorament + subsidi total (\$1.700 de mitjana)	Consum d'electricitat.	-7 % per a la rehabilitació -31 % afegint consells per conservar energia.
Fowlie et al. (2018)	Els Estats Units (Michigan)	Auditoria + subsidi total (\$4.000 de mitjana).	Consum d'energia.	-20 % (majoritàriament en el consum de gas).
Alberini i Towe (2015)	Els Estats Units (Maryland)	Auditoria + subsidi parcial (\$400 de mitjana).	Consum d'electricitat.	-5 %
Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions (2024)	Catalunya	Auditoria + inversió (5.000 € de mitjana).	Consum energètic.	Efectes no significatius estadísticament.
			Despesa energètica.	Efectes no significatius estadísticament.
			Qualitat de les condicions de l'habitatge percebuda.	+4 %
			Qualitat de vida i salut percebuda.	Efectes no significatius estadísticament.
		Auditoria + inversió (5.000 € de mitjana) + assessorament	Totes.	Mateixos efectes que la inversió sola.

L'excepció on s'avalua directament l'efecte de millorar la climatització de l'edifici sense cap auditoria prèvia la trobem a Peñasco i Díaz (2023). Les autores analitzen l'efectivitat d'una sèrie de subsidis destinats a l'aïllament de la teulada i de l'espai buit entre parets a Anglaterra i

Gal·les entre el 2005 i el 2017. Les autores estimen que el consum de gas es va reduir un 6,9 % el primer any després de l'aïllament de les parets i un 1,8 % després de la rehabilitació de la teulada. Malauradament, aquestes reduccions desapareixen al cap de quatre anys. Tanmateix, les autores conclouen que els subsidis poden haver tingut efectes positius en mitigar els efectes de la pobresa energètica, atès que les reduccions trobades en el consum són menors per als habitatges situats en zones més desfavorides.

Els estudis que analitzen l'impacte dels programes de subsidis que incorporen una auditoria energètica prèvia assenyalen que aquests acostumen a ser efectius a l'hora de reduir el consum energètic. En el cas del "Weatherization Assistance Program" dels Estats Units, Zivin i Novan (2016) troben que, després de millores en l'eficiència de la il·luminació i l'aïllament tèrmic, el consum d'electricitat es va reduir un 7 % en les llars amb aire condicionat. Sorprenentment, l'assessorament amb consells per conservar l'energia (obtenint els mateixos serveis energètics) va suposar una reducció addicional del 24 %. Cal recalcar, però, que aquests efectes es concentren a l'estiu, quan l'ús d'aire condicionat és el màxim, de manera que es pot concloure que l'efecte mitjà seria menor al llarg de tot un any. Fowlie et al. (2018), analitzant el mateix programa en un estat diferent, estimen que les renovacions van reduir el consum d'energia en un 20 % mensual, majoritàriament degut a un consum més baix de gas natural.

Finalment, a Alberini i Towe (2015) plantegen un altre estudi que combina auditories energètiques i subsidis per a una millor climatització de l'habitatge, troben que un subsidi d'uns \$400 per a la instal·lació d'una bomba de calor (amb un preu d'entre \$2.000 i \$20.000), redueix el consum d'electricitat al voltant d'un 5 %.

Tot i aquestes reduccions del consum, i igual que en l'anàlisi sobre els codis d'edificació, els resultats són mixtes pel que fa a si aquestes reduccions són suficients per cobrir els costos de les inversions. Un exemple d'aquesta discussió el trobem a Fowlie et al. (2018), on els autors conclouen que els beneficis del programa només superen els costos a partir dels vint anys, o a partir dels setze si s'hi inclouen els guanys per les emissions evitades.

Recentment, i en un dels primers esforços a casa nostra en l'avaluació de polítiques públiques utilitzant mètodes experimentals, el Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions (2024), en col·laboració amb el Departament de Drets Socials de la Generalitat de Catalunya, ha implementat el Projecte de Formació i Millores en Habitatge per Abordar la Pobresa Energètica. En aquest, s'han avaluat dos instruments destinats a millorar l'eficiència energètica d'habitatges de llars amb risc d'exclusió social: inversions en matèria d'aïllament, calefacció, calderes i electrodomèstics, i assessorament per tal de millorar l'eficiència i reduir la despesa energètica, així com la combinació dels dos.

En primer lloc, la inversió en eficiència energètica millora la certificació de l'habitatge, en part de manera mecànica gràcies a la inversió en si, encara que la dificultat tècnica per mantenir una temperatura adequada no disminueix. Tot i això, pel que fa al consum energètic, i en

contraposició amb els efectes trobats a la literatura, l'estudi no troba una reducció significativa del consum en cap dels tractaments avaluats.

Pot ser que la manca d'efectes estadísticament significatius en el consum vingui d'una millora del confort de les llars, especialment en el cas de famílies vulnerables. De fet, l'estudi troba efectes significatius de les inversions pel que respecta a la qualitat de vida relacionada amb les condicions de l'habitatge (ús dels electrodomèstics o possibilitat de mantenir l'habitatge a una temperatura adequada), malgrat que aquesta no es tradueix en una millora dels indicadors de qualitat de vida i salut reportats pels mateixos participants. Amb tot, l'estudi assenyala la dificultat de fer un seguiment dels participants un cop acabada la intervenció com una possible causa de l'absència d'efectes.

Una altra possibilitat podria provenir del període d'estudi, de maig a novembre, donat que la majoria d'inversions estaven relacionades amb la substitució dels sistemes de calefacció i dels electrodomèstics. Per aquesta raó, tot i que l'informe no especifica si dins d'aquests s'inclouen els aires condicionats, els quals, com hem vist, són responsables de gran part de l'efecte en les intervencions avaluades durant els mesos d'estiu, és esperable que els resultats no siguin significatius. És per això que, en la mesura que es pugui, seria interessant poder avaluar els efectes d'aquesta intervenció en els mesos amb un ús més intensiu de calefacció.

6.3. Com es comparen les reduccions de consum d'energia observades amb les projeccions inicials?

Un cop avaluats els estalvis i costos de diferents polítiques, molts dels estudis revisats comparen les reduccions de consum energètic observades amb les estimacions prèvies. Aquesta comparació permet avaluar la magnitud de la bretxa energètica, si és que existeix.

Aquests estudis observen que, a la pràctica, les reduccions observades són significativament menors que les estimacions tècniques inicials. La desviació entre les projeccions inicials i els estalvis observats es pot deure a diferents factors. En primer lloc, pot ser que les condicions sota les quals se simulen els consums o els estalvis potencials d'energia d'aquestes tecnologies distin significativament de les condicions reals d'ús, en assumir, per exemple, una instal·lació i un manteniment perfectes (Christensen et al., 2023). Alternativament, aquesta diferència entre les estimacions tècniques i els estalvis realitzats pot derivar-se de canvis en els patrons de consum de les llars, que aprofiten l'eficiència més alta per obtenir més serveis energètics al mateix cost, el què es coneix com a efecte rebot (Gillingham et al., 2016).⁹

⁹ Amb "efecte rebot" ens referim a l'augment del consum energètic de la llar després de la instal·lació. Per tant, deixem de banda altres efectes rebot indirectes causats per l'augment del consum d'altres béns contaminants gràcies a l'increment del pressupost familiar.

Taula 6. Evidència sobre les divergències entre estalvis previstos i realitzats

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Davis et al. (2014)	Mèxic	Subsidis d'entre el 10 i el 40 % per substituir neveres.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	30 %
		Subsidis d'entre el 10 i el 40 % per substituir aparells d'aire condicionat.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	0 %
Jacobsen i Kotchen (2013)	Els Estats Units (Florida)	Codis d'edificació.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	100 %
Levinson (2016)	Els Estats Units (Califòrnia)	Codis d'edificació.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	0 %
Fowlie et al. (2018)	Els Estats Units (Michigan)	Auditoria + subsidi (\$4000 de mitjana).	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	30 %
Christensen et al. (2023)	Els Estats Units (Illinois)	Auditoria + subsidi.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	50 %
Zivin i Novan (2016)	Els Estats Units (Califòrnia)	Auditoria + subsidi (\$1700 de mitjana) + informació.	Percentatge de reducció de consum realitzat respecte de l'estimat.	50 %

En els estudis revisats trobem diversos casos de sobreestimació dels beneficis d'adoptar tecnologies energèticament més eficients. En relació amb el cas dels **electrodomèstics**, en l'estudi de Davis et al. (2014), a Mèxic, on se substituïen neveres i aparells d'aire condicionat vells per d'altres més eficients, els autors troben que les reduccions de consum en les neveres eren un 30 % de les estimades inicialment pel Banc Mundial, mentre que en els aires condicionats el consum final va augmentar, i això invalidava qualsevol disminució de consum estimada prèviament. Una possible explicació podria venir de l'edat dels electrodomèstics, ja que la mitjana d'aquests va ser de dotze anys (la política requeria que l'electrodomèstic a reemplaçar tingués, com a mínim, deu anys) i les estimacions preveïen recanvis d'electrodomèstics molt més vells i ineficients. Pel que fa als aires condicionats, els autors creuen que, en primer lloc, una gran proporció dels bescanviats no funcionaven. A més, els aires de substitució eren més voluminosos, fet que contrarestavava qualsevol millora d'eficiència. Tot i que segurament la compra d'aires condicionats va augmentar el benestar de les famílies (sobretot perquè aquest programa estava limitat a àrees geogràfiques que tenen altes temperatures), aquest no era l'objectiu de la política.

Pel que fa als **codis d'edificació**, Levinson (2016) no troba efectes significatius en la reducció d'electricitat, en comparació amb el 8 % que havia previst la Comissió d'Energia de Califòrnia. D'altra banda, Jacobsen i Kotchen (2013) conclouen que la reducció del 4 % del consum elèctric

i del 6 % en el cas del gas natural coincidien amb les estimacions dutes a terme pels reguladors. Tanmateix, si incloem els resultats de Kotchen (2017), qui trobava que, pel mateix programa, la reducció del consum d'electricitat desapareixia al llarg termini, tornem a veure una sobreestimació dels estalvis.

Finalment, els tres estudis revisats sobre els efectes del "Weatherization Assistance Program" analitzen la diferència entre els estalvis realitzats i els potencials en les inversions de rehabilitació. Fowlie et al. (2018) troben que aquests són un 30 % dels previstos, mentre que d'acord amb Zivin i Novan (2016) i Christensen et al. (2023) aquests arriben al 50 %.

Dos dels estudis revisats intenten identificar possibles **efectes rebot** de les polítiques avaluades, i conclouen que aquests no expliquen les diferències entre els consums estimats i els realitzats a la pràctica. Fowlie et al. (2018), amb dades extretes dels termòstats, no troben un augment en la temperatura interior, de manera que poden concloure que l'efecte rebot no és significatiu. Christensen et al. (2023) estimen que l'efecte rebot només seria responsable del 10 % de les diferències estimades.

Així doncs, si les diferències entre les estimacions prèvies i els estalvis observats no es deuen a l'efecte rebot, s'han de deure a un optimisme excessiu en les projeccions inicials sobre els possibles beneficis de l'adopció de tecnologies eficients. De fet, Christensen et al. (2023) descomponen la diferència i troben que un 40 % prové dels biaixos del model que es fa servir per al càlcul previ dels beneficis potencials. La discrepància més significativa la troben en el cas de l'aïllament tèrmic, mentre que en el cas de les finestres, el segellat de conductes i el recanvi de calderes les previsions del model tècnic no difereixen significativament dels estalvis realitzats. L'altra gran diferència entre les estimacions i els estalvis reals prové de l'heterogeneïtat en l'execució de l'obra (*workmanship*, en anglès).

7. Conclusions

Millorar l'eficiència energètica a tots els nivells, des de la dels electrodomèstics que comprem fins a la dels edificis que habitem i construïm, és una condició necessària per assolir els objectius climàtics. A més, si les mesures destinades a aquestes millores són efectives en incentivar l'adopció de tecnologies amb un cost de vida útil més baix, aquestes poden ser una de les vies més eficients per reduir les emissions de diòxid de carboni.

En aquest article s'ha revisat la literatura existent que ha avaluat programes dissenyats per incentivar inversions en eficiència energètica i els seus efectes sobre el consum energètic final. S'han inclòs tant intervencions orientades a incentivar l'adopció d'electrodomèstics i aparells més eficients com a promoure la rehabilitació dels habitatges existents i la construcció d'edificis més eficients. Pel que fa als instruments de política pública, s'han analitzat programes de provisió d'informació, auditories energètiques, subsidis i codis d'edificació. La selecció d'estudis s'ha restringit majoritàriament a aquells que avaluen programes

implementats a països semblants al nostre i que utilitzen tècniques rigoroses d'estimació per avaluar els efectes causals de les diferents intervencions. En total, s'han inclòs vint-i-cinc estudis primaris i sis revisions.

D'acord amb l'evidència revisada, l'efectivitat dels diversos instruments varia significativament en funció de les característiques de la població beneficiària, el disseny del programa o la tecnologia adoptada. Tanmateix, sí que s'identifiquen certes característiques dels programes i patrons d'efectivitat que s'haurien de tenir en compte a l'hora d'implementar aquestes polítiques a casa nostra. A cada conclusió hi hem afegit un nivell de confiança que té en compte el grau d'acord existent entre els diferents estudis analitzats i la robustesa dels resultats que troben.

Quant a les **polítiques per incentivar l'adopció d'electrodomèstics energèticament més eficients**, les principals conclusions són les següents:

- Proveir informació sobre els beneficis energètics o ambientals d'adquirir electrodomèstics eficients incrementa moderadament les taxes d'adopció (nivell de confiança = *baix*).
- Proveir informació sobre els estalvis en termes monetaris d'adoptar un electrodomèstic amb menor cost de vida útil és més efectiu que proveir-la en termes d'estalvis energètics (nivell de confiança = *mitjà*).
- Les eines educacionals o la formació del personal de vendes que facilitin el càlcul del cost de vida útil poden ser un bon complement d'un etiquetatge efectiu (nivell de confiança = *alt*).
- Els subsidis solen promoure l'adquisició d'electrodomèstics eficients (nivell de confiança = *alt*).
- El principal problema dels subsidis és que, si no estan ben focalitzats en aquells individus que realment afronten barreres a l'adopció, tant monetàries com conductuals, són regressius i acaben finançant compres que s'haurien fet igualment en absència del subsidi (nivell de confiança = *alt*).
- L'efectivitat dels subsidis pot incrementar-se si aquests van acompanyats d'una provisió d'informació sobre el cost de vida útil dels electrodomèstics (nivell de confiança = *mitjà*).
- La mesura en què l'adquisició d'electrodomèstics més eficients es tradueix en reduccions del consum d'energia de les llars depèn del potencial efecte rebot de cada electrodomèstic. Per exemple, per a una llar és més complicat ajustar el consum d'una nevera que el d'un aire condicionat (nivell de confiança = *alt*).

Amb relació a les **polítiques per millorar l'eficiència energètica dels edificis**, les principals conclusions són les següents:

- Els codis d'edificació contribueixen a reduir el consum de gas i, en grau més baix, el consum d'electricitat (nivell de confiança = *mitjà*).
- L'evidència sobre els efectes distributius d'aquestes polítiques és escassa, però un estudi troba que l'existència de codis d'edificació podria portar a reduir la superfície i els atributs dels habitatges més petits, de forma que perjudicaria les classes més desfavorides (nivell de confiança = *mitjà*).
- S'han trobat efectes poc prometedors de les intervencions orientades a incentivar que les llars contractin auditories energètiques de manera voluntària, sigui mitjançant la provisió d'informació o en forma de subsidis (nivell de confiança = *alt*).
- En canvi, l'obligatorietat de les auditories pot ser una mesura efectiva per incentivar inversions i facilitar informació per tal que tant venedors com compradors prenguin decisions òptimes (nivell de confiança = *alt*).
- Els subsidis per a les inversions de millora de la climatització dels habitatges contribueixen a reduir el consum energètic de les llars, però, de tots els instruments analitzats, són els que poden contribuir més a l'efecte rebot (nivell de confiança = *alt*).
- Tant en el cas dels codis d'edificació com en el de les inversions en rehabilitació, els estudis difereixen en el període necessari per recuperar la inversió. Això és degut a la llarga vida útil d'aquestes inversions, el càlcul de les quals requereix supòsits sobre el preu de l'energia i els beneficis mediambientals (nivell de confiança = *alt*).

Un últim **punt transversal** a tots els programes que incentiven inversions en eficiència energètica és que:

- Els estalvis realitzats són més baixos que els estimats prèviament (nivell de confiança = *alt*).
- D'acord amb l'evidència revisada, aquesta divergència es deu més a les condicions en què se simulen els efectes de les inversions i al procés imperfecte d'instal·lació, a causa de l'heterogeneïtat dels auditors i instal·ladors, que a l'efecte rebot del consum de les llars. Una revisió de la instal·lació efectuada prèvia a la concessió del subsidi pot ajudar a acotar els efectes esperats (nivell de confiança = *alt*).

8. Debat i implicacions pràctiques

Institucions com l'Agència Internacional de l'Energia han assenyalat les millores en eficiència energètica com una pota necessària en la lluita contra el canvi climàtic. En l'àmbit català, la PROENCAT 2050 (l'estratègia del govern per assolir la transició energètica) estableix com a un dels seus objectius la reducció del consum energètic del país sense reduir el benestar de la població. Disposar d'habitatges energèticament eficients té el potencial de reduir el consum energètic de les llars i, consegüentment, les emissions de GEH quan l'energia no prové de fonts

renovables, alhora que es redueix la despesa i d'aquesta manera també es contribueix a alleugerir el problema de la pobresa energètica. Per tant, de cara a aconseguir una transició energètica justa, és essencial implementar polítiques efectives que ens acostin a assolir aquest doble objectiu. Moltes de les conclusions d'aquesta síntesi poden servir per fer-ho.

Pel que fa a l'**etiquetatge dels electrodomèstics**, Catalunya es regeix per la normativa europea sobre etiquetatge energètic, la qual obliga, en el cas de certs electrodomèstics, a incloure informació sobre la categoria d'eficiència energètica dels aparells (des de l'A pels més eficients fins a la G pels que ho són menys) i el consum energètic per a cada cicle d'ús. Així, intervencions públiques que ajudin a calcular el cost de vida útil de les diferents opcions, facilitant la traducció a termes monetaris de la informació aportada en les etiquetes, poden ser una bona manera de fer aquest etiquetatge més efectiu. Tot i això, hem de tenir en compte que les millores d'eficiència energètica requerides no s'assoliran només amb programes informatius, per la qual cosa calen més instruments.

En segon lloc, els subsidis per incentivar la **compra d'electrodomèstics eficients** haurien d'anar dirigits a aquells segments de la població que, bé per falta d'informació, bé per manca de finançament, no fan aquelles inversions que els hi serien rendibles.¹⁰ Si això no ocorre, aquests subsidis són regressius i no incentiven compres addicionals.

Per exemple, en el cas de l'aerotèrmia —una tecnologia de climatització més eficient i en expansió a Catalunya—¹¹, les barreres a la seva instal·lació poden variar en funció del perfil econòmic de cada família. Per a les llars amb menys recursos, el cost total de la inversió pot ser la principal dificultat, i en aquests casos els subsidis poden ser una eina efectiva per incentivar-ne l'adopció. En canvi, les llars amb una major capacitat econòmica poden estar predisposades a fer la inversió, atès que a llarg termini resulta econòmicament rendible; no obstant això, poden veure's frenades per l'elevat desemborsament inicial. En aquestes situacions, oferir crèdits en condicions favorables pot ser suficient per superar problemes puntuals de liquiditat, sense necessitat de recórrer a subvencions.

Els problemes d'addicionalitat i de regressivitat dels subsidis mal dissenyats no són específics dels electrodomèstics, sinó que són efectes ben documentats entre els diferents productes i sectors de l'economia. Per aquesta raó, hi ha un alt risc de no aconseguir reduir prou les emissions de GEH si la política d'eficiència energètica es basa en subsidis, i, en el cas que s'assoleixi, que es faci a un preu molt més alt que el que s'assumiria amb una política basada en impostos al carboni. Tot i que en aquesta revisió no s'ha inclòs cap estudi que avaluï els

¹⁰ A Catalunya, el nou sistema CAES (Certificat d'Actuacions d'Estalvi Energètic) permet a les comercialitzadores proposar inversions d'eficiència energètica a les llars a canvi de reduir la seva participació en el Fons Nacional d'Eficiència energètica. Per tant, pot ser una bona manera d'evitar els tràmits i la desconeixença dels possibles subsidis, i així facilitar el procés al beneficiari final. Per a més informació:

<https://icaen.gencat.cat/ca/energia/ajuts/certificat-dactuacions-destalvi-energetic-cae/>

¹¹ https://icaen.gencat.cat/web/.content/10_ICAEN/17_publicacions_informes/08_guies_informes_estudis/informes_i_estudis/arxius/20200930_Estudio-Evolucion-Mercado-BdC_Acc.pdf

efectes d'un programa d'impostos a l'alternativa bruta, aquests seran molt presents en la segona síntesi d'evidència del projecte, que tracta sobre canvis en els patrons de consum energètic de les llars i on programes basats en el mecanisme de preus són recurrentment implementats. Ara bé, els subsidis solen tenir el suport de la ciutadania, així que poden ser necessaris, tot i que insuficients, per assolir els objectius climàtics. Però s'han de dissenyar amb cura.

Pel que respecta a l'**eficiència energètica dels habitatges**, a Catalunya ens queda molta feina per fer. Segons dades de l'ICAEN, un 80 % dels edificis que posseeixen certificats oficials d'eficiència energètica tenen qualificacions equivalents a E o inferiors,¹² amb un 60 % del parc d'habitatges construït abans de la dècada dels vuitanta.¹³ En canvi, quant a les noves construccions, el Codi Tècnic d'Edificació estableix unes exigències bàsiques d'obligat compliment, entre les quals s'inclou l'estalvi energètic. Aquest certificat estableix un límit superior de consum d'energia depenent de factors com la ubicació geogràfica o mesures relacionades amb l'aïllament i els sistemes de calefacció, refrigeració i producció d'aigua calenta. El compliment de tots aquests requisits obtindria una classificació alta (A o B) en el certificat energètic. Per tant, cal separar molt bé les mesures destinades a millorar l'eficiència energètica de les noves construccions de la rehabilitació de les construccions existents.

En referència als **codis d'edificació** per a noves construccions, la literatura conclou que aquests poden reduir el consum energètic de les llars, especialment el consum de gas. La causa és que els requisits afecten els sistemes de calefacció, els de refrigeració i l'eficiència de les calderes, que utilitzen majoritàriament el gas com a font energètica. D'aquesta manera, és d'esperar que els efectes sobre el consum elèctric siguin més significatius en un futur on tots aquests sistemes estiguin electrificats.

A l'hora de traslladar al cas català els resultats dels estudis sobre codis d'edificació analitzats, el problema que ens trobem és la poca comparabilitat d'aquestes polítiques, donat que hi ha una llarga llista de requisits que poden variar de forma dràstica tant geogràficament com temporalment. Per tant, aquest és un dels casos en què una avaluació rigorosa sobre els efectes dels requisits actuals a casa nostra podria aportar més valor.¹⁴

¹² https://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/certificacio/observatori-de-la-certificacio-deficiencia-energetica-dedificis/index.html

¹³ https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Energia/Certificats-d-efici-ncia-energ-tica-d-edificis/j6ii-t3w2/about_data

¹⁴ En aquest sentit, el Quadern Pràctic 10 publicat per l'ICAEN presenta una descripció molt completa de les diferents mesures d'eficiència energètica disponibles. A més, en presenta la rendibilitat econòmica depenent de la tipologia de l'habitatge i de la zona climàtica. Tot i que està fora de l'abast d'aquesta publicació comparar les mesures descrites en els programes analitzats segons la condició inicial de l'habitatge (que ben segur afectarà el resultat), en aquest quadern trobem una guia essencial per fer aquestes inversions a Catalunya, comparar-les amb la literatura estudiada i fins i tot analitzar si els estalvis posteriors coincideixen amb les previsions inicials. Per a més informació:

https://icaen.gencat.cat/web/.content/10_ICAEN/17_publicacions_informes/04_coleccio_QuadernPractic/quader_n_practic/arxius/10_rehabilitacio_edificis.pdf

Pel que fa a les polítiques destinades a comprovar la qualitat energètica dels edificis a partir dels **certificats tècnics d'eficiència energètica**, a Catalunya, des de l'any 2013, aquests són obligatoris per als habitatges que es venguin o es lloguin.¹⁵ Això últim és important, ja que corregeix la situació d'informació asimètrica que es pot donar en el mercat de lloguer, on el propietari pot tenir incentius per comprar electrodomèstics barats i ineficients si la factura elèctrica recau sobre el llogater i aquest no té manera de comprovar-ne la qualitat. En canvi, si es disposa de la informació sobre l'eficiència energètica del propietari, aquest pot traspassar al preu del lloguer el cost de les inversions que faci (Davis 2012). De fet, Myers (2020) conclou que, donada la qualitat energètica de l'envolupant dels habitatges, els llogaters poden estalviar-se fins a un 24 % en els costos d'energia simplement amb la instal·lació d'electrodomèstics eficients. Tot i això, l'evidència en aquest àmbit és escassa. A més, el preu de l'**auditoria** per aconseguir el certificat tècnic d'eficiència energètica és molt reduït en comparació amb l'evidència analitzada provinent dels Estats Units, per la qual cosa no creiem que aquest sigui un àmbit on calguin massa reformes.

Per tant, els esforços s'haurien de destinar a la rehabilitació d'edificis existents. Actualment, existeixen diversos programes que subvencionen inversions en eficiència energètica, ja sigui a través de subsidis directes, deduccions fiscals o crèdits amb condicions avantatjoses. Tal com s'ha exposat en aquesta revisió, l'instrument més adequat per a cada cas depèn de les barreres específiques que afronta cada llar a l'hora d'emprendre les millores necessàries.

Alhora, cal tenir en compte que l'estat dels edificis a Catalunya presenta molta desigualtat en funció de la renda del municipi; per exemple, un estudi per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) troba una correlació entre la renda mitjana de cada barri i el nivell d'eficiència dels certificats.¹⁶ Per tant, si es vol subvencionar parcialment o totalment aquestes inversions, s'haurà d'anar molt amb compte a focalitzar els esforços en aquells segments de la població que més ho necessiten.

La focalització del subsidis ja s'aplica en la majoria dels programes analitzats en aquesta síntesi i també ho feia el programa destinat a llars vulnerables dissenyat pel Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions. Respecte d'aquest últim, si es vol mantenir en el futur, caldrà analitzar quins aspectes se'n poden millorar per aconseguir una reducció del consum energètic o una millora en la qualitat de vida de les llars.

En relació amb aquest últim punt, l'efecte rebot en l'adquisició d'electrodomèstics o en les inversions per millorar la climatització dels habitatges no ha de ser per si sol un efecte indesitjat si aquestes polítiques estan justificades per altres objectius com, per exemple, l'augment del confort de la població, sobretot si aquests subsidis van destinats a llars que pateixen pobresa energètica. De fet, un estudi publicat recentment per l'AMB, conjuntament amb l'Institut Metròpoli, conclou que més del 30 % de les persones vulnerables a la calor pateix

¹⁵ https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Energia/Certificats-d-efici-ncia-energ-tica-d-edificis/j6ii-t3w2/about_data

¹⁶ <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/93025/71949>

pobresa energètica, i que la meitat de les llars que disposen d'aire condicionat no el poden usar.¹⁷

Amb tot, encara que en el passat la literatura econòmica havia estat pessimista pel que fa a la rendibilitat i la cost-efectivitat d'aquestes inversions, si es focalitzen bé i es té en compte la llarga vida útil dels habitatges i un cost social del carboni a l'alça, aquestes polítiques poden contribuir a assolir els objectius climàtics plantejats.



El **cost social del carboni** fa referència al cost suportat per la societat d'emetre una tona addicional de diòxid de carboni (o equivalent), és a dir, el cost de contaminar. A mesura que els efectes del canvi climàtic són més evidents, el consens entre economistes, institucions internacionals i governs és que el cost social del carboni que s'està assumint actualment és massa baix.

El cost social del carboni que s'assumeixi és clau a l'hora de determinar quines de les mesures descrites anteriorment passen una anàlisi cost-benefici quan s'inclouen els beneficis mediambientals de les inversions en eficiència energètica. Aquest cost avui es troba a \$51 en el cas dels Estats Units, tot i que recentment l'Agència de Protecció Mediambiental dels Estats Units ha proposat augmentar-lo fins als \$190 (Environmental Protection Agency, 2022).¹⁸ Addicionalment, també és important que les anàlisis de cost-efectivitat es basin en estimacions prèvies que siguin acurades i tinguin en compte tant la qualitat dels processos d'instal·lació i les condicions prèvies de l'habitatge com possibles canvis de comportament en les llars.

Un últim aspecte a considerar a l'hora d'avaluar la cost-efectivitat de les polítiques analitzades en aquesta síntesi és la font d'energia que utilitza el sector residencial, especialment pel que fa a la climatització. Si considerem que en un futur l'electricitat representarà una proporció més alta del consum energètic total, és raonable assumir que les reduccions en el consum elèctric a partir d'inversions en eficiència energètica també augmentin, mentre que els efectes sobre el consum de gas s'aniran reduint. A més, a mesura que augmenti el percentatge d'electricitat provinent de fonts renovables lliures de carboni, la reducció de les emissions de GEH per a un determinat nivell d'inversió en eficiència energètica serà més baixa. Alhora, també es reduirà l'estalvi en la despesa energètica, ja que les energies renovables tenen un cost de producció més baix.

Malgrat això, aquest futur encara no és aquí. Per tant, és important que el camí cap a l'electrificació (i la transició energètica en general) es vetlli per poder dissenyar polítiques

¹⁷ https://docs.amb.cat/alfresco/api/-default-/public/alfresco/versions/1/nodes/40cfd632-fb42-4bf2-a254-9f698c684343/content/InformePercepcionsCalor_CP5.2.3_rev2024.pdf?attachment=false&mimeType=application/pdf&sizeInBytes=13318054

¹⁸ Per Europa, la guia de la Comissió Europea aconsella als estats membres fixar el preu del carboni a 148€/tona de carboni. Font: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/guides/vademecum_2127/vademecum_2127_en.pdf

climàtiques que no generin més desigualtats de les ja existents, ja que és probable que durant el període de transició les llars desfavorides utilitzin fonts energètiques brutes i cares, mentre llars amb més recursos adopten tecnologies energèticament més eficients i netes. Per tant, és de vital importància pensar en mesures que portin a una electrificació eficient i justa del sector residencial. Malauradament, la literatura en aquest sentit és escassa.

Per acabar, aquesta síntesi ha resumit evidència sobre l'efecte que aïlladament tenen polítiques d'eficiència energètica concretes. No obstant això, a la pràctica aquestes intervencions no s'implementen de manera aïllada, i per això cal tenir en compte com la combinació d'instruments pot complementar o substituir els efectes individuals. I no només això: més enllà de les sinergies que puguin sorgir entre diferents intervencions destinades a millorar l'eficiència energètica de les llars, aquestes hauran d'anar complementades amb altres mesures de mitigació, com el preu del carboni, o una adaptació.

9. Referències

Alberini, Anna i Towe, Charles. (2015). Information v. energy efficiency incentives: Evidence from residential electricity consumption in Maryland. *Energy Economics*, 52, S30–S40.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.08.013>

Allcott, Hunt i Greenstone, Michael. (2012). Is there an energy efficiency gap? *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.26.1.3>

Allcott, Hunt; Knittel, Christopher i Taubinsky, Dmitry. (2015). Tagging and targeting of energy efficiency subsidies. *American Economic Review*, 105(5), 187–191.
<https://doi.org/10.1257/aer.p20151008>

Allcott, Hunt i Sweeney, Richard. (2017). The Role of Sales Agents in Information Disclosure: Evidence from a Field Experiment. *Management Science*, 63(1), 21–39.
<http://www.nber.org/papers/w20048>

Allcott, Hunt i Taubinsky, Dmitry. (2015). Evaluating behaviorally motivated policy: Experimental evidence from the lightbulb market. *American Economic Review*, 105(8), 2501–2538.
<https://doi.org/10.1257/aer.20131564>

Aroonruengsawat, Anin; Auffhammer, Maximilian i Sanstad, Alan H. (2012). The Impact of State Level Building Codes on Residential Electricity Consumption. *The Energy Journal*, 33(1), 31–52.

Blasch, Julia; Filippini, Massimo; Kumar, Nilkanth i Martinez Cruz, Adan L. (2017). Narrowing the energy efficiency gap: The impact of educational programs, online support tools and energy-related investment literacy.

- Blasch, Julia; Filippini, Massimo i Kumar, Nilkanth. (2019). Boundedly rational consumers, energy and investment literacy, and the display of information on household appliances. *Resource and Energy Economics*, 56, 39–58. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2017.06.001>
- Bruegge, Chris; Deryugina, Tatyana i Myers, Erica. (2019). The Distributional Effects of Building Energy Codes. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(S1).
- Christensen, Peter; Francisco, Paul; Myers, Erica i Souza, Mateus. (2023). Decomposing the Wedge Between Projected and Realized Returns in Energy Efficiency Programs. *Review of Economics and Statistics*, 105(4), 798–817. https://doi.org/10.1162/rest_a_01087
- Davis, Lucas; Fuchs, Alan i Gertler, Paul. (2014). Cash for Coolers: Evaluating a Large-Scale Appliance Replacement Program in Mexico. *American Economic Journal Economic Policy*, 6(4), 207–238.
- Davis, Lucas i Metcalf, Gilbert. (2016). Does better information lead to better choices? Evidence from Energy-Efficiency labels. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economist*, 3(3), 589–625.
- Davis, Lucas (2012). Evaluating the Slow Adoption of Energy Efficient Investments Are Renters Less Likely to Have Energy Efficient Appliances? In *The Design and Implementation of U.S. Climate Policy*.
- Environmental Protection Agency. (2022). Supplementary Material for the Regulatory Impact Analysis for the Supplemental Proposed Rulemaking.
- Fowlie, Meredith; Greenstone, Michael i Wolfram, Catherine. (2018). Do energy efficiency investments deliver? Evidence from the Weatherization Assistance Program. *Quarterly Journal of Economics*, 133(3), 1597–1644. <https://doi.org/10.1093/QJE/QJY005>
- Gerarden, Todd D.; Newell, Richard G. i Stavins, Robert N. (2017). Assessing the energy-efficiency gap. *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525. <https://doi.org/10.1257/jel.20161360>
- Gillingham, Kenneth; Keyes, Amelia i Palmer, Karen. (2018). Advances in Evaluating Energy Efficiency Policies and Programs. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 511–532.
- Gillingham, Kenneth; Newell, Richard G. i Palmer, Karen. (2009). Energy Efficiency Economics and Policy. *Annual Review of Resource Economics*, 1(1), 597–620. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.102308.124234>
- Gillingham, Kenneth i Palmer, Karen. (2014). Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(1), 18–38. <https://doi.org/10.1093/reep/ret021>

Gillingham, Kenneth; Rapson, David i Wagner, Gernot. (2016). The rebound effect and energy efficiency policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 68–88.

<https://doi.org/10.1093/reep/rev017>

Holladay, Scott; LaRiviere, Jacob; Novgorodsky, David i Price, Michael. (2019). Prices versus nudges: What matters for search versus purchase of energy investments? *Journal of Public Economics*, 172, 151–173. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.12.004>

Houde, Sébastien i Aldy, Joseph (2017). Consumers' response to state energy efficient appliance rebate programs. *American Economic Journal: Economic Policy*, 9(4), 227–255.

<https://doi.org/10.1257/pol.20140383>

Institut Català de l'Energia. (2019). *Balanç energètic de Catalunya*.

https://lcaen.gencat.cat/ca/Energia/Estadistiques/Resultats/Anuals/Balanc_energetic/.

International Energy Agency, I. (2023). *World Energy Outlook 2023*. www.iea.org/terms

Jacobsen, Grant i Kotchen, Matthew (2013). Are building codes effective at saving energy? Evidence from residential billing data in Florida. *The Review of Economics and Statistics*, 95(1), 34–49.

Kallbekken, Steffen i Sælen, Håkon. (2013). 'Nudging' hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure. *Economics Letters*, 119(3), 325-327.

<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.03.019>

Kotchen, Matthew J. (2017). Longer-run evidence on whether building energy codes reduce residential energy consumption. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4(1), 135-153. <https://doi.org/10.1086/689703>

La Nauze, Andrea i Myers, Erica. (2023). *Do Consumers Acquire Information Optimally? Experimental Evidence from Energy Efficiency*. NBER Working Paper 31742.

Levinson, Arik. (2016). How much energy do building energy codes save? Evidence from California houses. *American Economic Review*, 106(10), 2867-2894.

<https://doi.org/10.1257/aer.20150102>

McKinsey & Co. (2009). *Unlocking Energy Efficiency in the U.S. Economy*.

Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions. (2024). Proyecto de Formación y Mejoras en Viviendas para el Abordaje de la Pobreza Energética. Laboratorio de Políticas de Inclusión.

Myers, Erica. (2020). Asymmetric information in residential rental markets: Implications for the energy efficiency gap. *Journal of Public Economics*, 190.

<https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104251>

Myers, Erica; Puller, Steven L i West, Jeremy D. (2022). Mandatory Energy Efficiency Disclosure in Housing Markets. *American Economic Journal: Economic Policy*, 14(4), 453-487.

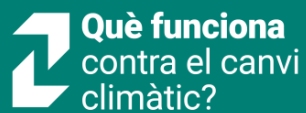
Newell, Richard G i Siikamäki, Juha V. (2013). *Nudging Energy Efficiency Behavior: The Role of Information Labels*. NBER Working Paper 19224.

Novan, Kevin; Smith, Aaron i Zhou, Tianxia. (2022). Residential building codes do save energy: Evidence from hourly smart-meter data. *Review of Economics and Statistics*, 104(3), 483-500.
https://doi.org/10.1162/rest_a_00967

Peñasco, Cristina i Anadón, Laura Díaz. (2023). Assessing the effectiveness of energy efficiency measures in the residential sector gas consumption through dynamic treatment effects: Evidence from England and Wales. *Energy Economics*, 117.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106435>

Suter, Jordan F. i Shammin, Md Rumi. (2013). Returns to residential energy efficiency and conservation measures: A field experiment. *Energy Policy*, 59, 551-561.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.003>

Zivin, Joshua Graff i Novan, Kevin. (2016). Upgrading efficiency and behavior: Electricity savings from residential weatherization programs. *Energy Journal*, 37(4), 1-23.
<https://doi.org/10.5547/01956574.37.4.jziv>



Projecte de recopilació, anàlisi i transferència d'evidència per millorar
les polítiques de mitigació i d'adaptació al canvi climàtic.

Un projecte de:

ivàlua ✓
Institut Català d'Avaluació
de Polítiques Públiques

COAMB
Col·legi d'Ambientòlegs
de Catalunya

 **Generalitat
de Catalunya**

 **Què
funciona?**