

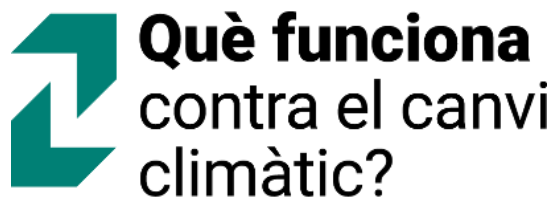
Què funciona per millorar els hàbits de consum energètic de les llars?

Polítiques i programes per reduir i desplaçar la demanda d'energia

ivàlua ✓
Institut Català d'Avaluació
de Polítiques Públiques

COAMB
Col·legi d'Ambientòlegs
de Catalunya

 **Generalitat
de Catalunya**



Què funciona per millorar els hàbits de consum energètic de les llars?

Polítiques i programes per reduir i desplaçar la demanda

Informe definitiu:

Octubre 2025

Àmbit temàtic:

Energia

Projecte impulsat per:

Ivàlua (coordinació), Departament d'Economia i Finances, 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), Verónica Serrano (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:



Índex

1. Introducció.....	1
2. Motivació	1
3. Preguntes que guien la revisió d'evidència.....	3
4. Polítiques incloses a la revisió.....	3
5. Mesures d'efectivitat	5
6. Revisió de la literatura	5
6.1. Programes informatius per reduir el consum energètic de les llars	5
6.1.1. Són efectius els informes de consum energètic?	5
6.1.2. És efectiu oferir consells personalitzats d'estalvi a les llars?.....	9
6.2. Incentius econòmics per reduir el consum energètic de les llars	10
6.2.1. Són efectius els subsidis per reduir el consum d'energia?	10
6.3. Programes de preus dinàmics per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars	12
6.3.1. Són efectives les tarifes de pic crític i les tarifes indexades per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars?.....	12
6.3.2. Són efectives les tarifes amb trams horaris per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars ?.....	15
6.3.3. Quines tarifes són més efectives: les de pic crític o les de trams horaris?	18
6.4. Tecnologies per millorar l'efectivitat de les tarifes dinàmiques	19
6.4.1. Els monitors energètics milloren l'efectivitat de les tarifes dinàmiques?	20
6.4.2. Els termòstats milloren l'efectivitat de les tarifes dinàmiques?	21
7. Conclusions.....	23
8. Debat i implicacions pràctiques	25
9. Referències.....	29

1. Introducció

El consum d'energia és, de manera molt destacada, la principal font d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) i és responsable d'aproximadament el 75 % del total d'emissions en l'àmbit global. D'aquest 75 %, un 11 % prové del sector residencial.¹ Si traslladem aquestes dades a Catalunya, l'impacte és igualment rellevant: el consum d'energia representa el 71,6 % de les emissions totals de GEH, de les quals el sector residencial hi contribueix amb el 13,8 % (Institut Català d'Energia, 2022). Per tant, reduir el consum energètic de les llars, especialment durant les hores en què consumir energia és més car i més contaminant, és imprescindible per avançar cap a una economia descarbonitzada.

Per tal de millorar els hàbits de consum d'energia cal, en primer lloc, que les llars estiguin informades sobre els serveis energètics que utilitzen i sobre la quantitat d'energia que consumeixen. A més, cal que tinguin tant la capacitat com la voluntat de modificar els seus hàbits de consum d'energia quan les condicions externes canvien, per exemple, davant variacions en els preus de l'energia.

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 de diferents instruments que tenen l'objectiu de promoure canvis en els hàbits de consum energètic en el sector residencial, coneguts com polítiques de resposta a la demanda. Aquestes inclouen tant programes informatius com intervencions basades en incentius econòmics, ja sigui a través de subsidis directes o mitjançant les tarifes de preus de l'energia. El document no només presenta resultats en termes d'eficiència, sinó que intenta abordar possibles problemes d'equitat sempre que hi ha evidència.

La revisió de l'evidència se centra en aquells estudis que utilitzen mètodes experimentals o quasi-experimentals per avaluar l'impacte de les intervencions, i inclou experiències de països que són, en gran mesura, comparables a Catalunya. Tanmateix, cal tenir en compte la idiosincràsia de cada context a l'hora d'extrapolar els resultats.

2. Motivació

Per reduir les emissions associades al consum energètic de les llars cal reduir el consum d'energia o bé incrementar l'ús de fonts de generació més netes. El cost de generar electricitat varia al llarg del dia ja que, segons el moment, s'activen tecnologies de producció diferents amb costos marginals i emissions molt diversos. Alhora, la demanda d'electricitat també fluctua considerablement entre hores, amb períodes punta de demanda en què cal recórrer a fonts més

¹ Font: Climate Watch: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>

cares i contaminants.

La ràpida expansió de les energies renovables, que generen electricitat de manera variable però amb costos marginals baixos i sense emissions de carboni, fa més necessari que mai adaptar la demanda a les condicions del mercat i a criteris ambientals (Harding i Sexton 2017). Això implica, entre altres coses, que les llars consumeixin electricitat en els moments en què aquesta prové de fonts més netes. Tanmateix, si els preus que paguen els consumidors són fixos i, per tant, no reflecteixen aquests canvis, aquests demandaran massa energia quan aquesta és cara i contaminant, i no prou quan és més barata i neta (Joskow i Wolfram 2012). L'objectiu de les polítiques de resposta a la demanda és, precisament, millorar els hàbits energètics de les llars majoritàriament a través de la introducció de **preus dinàmics** que reflecteixin el veritable cost de produir electricitat i incentivin les famílies a consumir en els moments en què és menys contaminant fer-ho (Boiteux, 1960).



La **tarifa elèctrica** és el pla de preus que estableix quant paga un **consumidor**. Normalment, aquestes tarifes inclouen el cost de l'energia consumida, la potència contractada, els costos regulats (peatges d'accés i càrrecs del sistema) i els impostos. Ens referim a **tarifes dinàmiques o preus dinàmics** quan el preu de l'electricitat que paga el **consumidor** varia en el temps.

Malgrat els suposats avantatges econòmics i mediambientals dels preus dinàmics, la majoria de consumidors arreu del món encara es troben amb tarifes de preus fixos. Per exemple, l'any 2014, menys de l'1 % de les llars americanes tenien contractades tarifes dinàmiques (Harding i Sexton 2017), un percentatge que ha variat poc durant l'última dècada. Una excepció en el predomini de les tarifes fixes la trobem precisament a casa nostra. Des de 2015, les famílies de l'Estat espanyol que tenen contractada la tarifa regulada paguen, per la part corresponent al cost de l'energia, uns preus horaris determinats pel mercat majorista. A més, el juny de 2021, el Govern central va implementar una política de tarifes horàries que afectava la part dels costos regulats, independentment del cost de l'energia.

Una de les principals raons per les quals governs i empreses poden ser reticents a implementar preus dinàmics és que, sense les condicions adequades, la demanda d'electricitat reacciona poc davant de canvis en el preu.² D'una banda, si per al consumidor és costós estar informat tant dels preus vigents en cada moment com del consum específic de cada electrodomèstic, la capacitat de reaccionar als canvis de preus es veu minvada. A més, fins i tot si els consumidors estan perfectament informats, ajustar el consum pot resultar difícil, especialment quan es

² De fet, Fabra et al. (2021), en l'anàlisi sobre la introducció de preus dinàmics per als consumidors de la tarifa regulada, troben una elasticitat mitjana de zero. Els autors argumenten que la poca variació de preus, juntament amb l'alt cost d'obtenir la informació, poden estar al darrere d'aquest resultat. Hem de tenir en compte que el període d'estudi és anterior a la crisi energètica, per la qual cosa els resultats podrien canviar tenint en compte els dràstics increments de preus de l'electricitat durant el 2022.

requereix coordinació de tasques entre els diferents membres de la família. Per això, és important poder complementar les polítiques de preus dinàmics amb programes informatius i amb tecnologies que ajudin a reduir tant les barreres d'informació com d'actuació. Aquestes poden anar enfocades tant a reduir el consum energètic total de les llars com a desplaçar-lo cap a franges horàries en què la producció d'electricitat és més econòmica i menys contaminant.

Un altre motiu pel qual els responsables polítics dubten sobre la introducció de preus dinàmics són els possibles efectes distributius d'aquests. Si les llars amb menys ingressos tenen menys marge de maniobra per ajustar el consum a les variacions de preus, aquestes podrien veure augmentada la seva factura energètica en passar d'una tarifa de preus fixos a una amb preus dinàmics (Cahana et al. 2023).

3. Preguntes que guien la revisió d'evidència

La revisió de la literatura està motivada per la voluntat d'entendre quins efectes han tingut diferents intervencions destinades a modificar els patrons de consum energètic de les llars, i com aquestes han afectat el seu benestar. Així, s'intenten respondre les preguntes següents:

1. Quins són els principals instruments de política pública que s'han utilitzat per reduir o desplaçar la demanda d'energia de les llars?
2. Quins instruments s'ha vist que són més efectius, i quins són els elements clau de disseny que contribueixen a la seva efectivitat?
3. Les noves tecnologies poden augmentar l'efectivitat dels instruments analitzats?
4. Hi ha efectes heterogenis segons la tipologia de la llar o altres dimensions rellevants?
5. Hi ha intervencions que poden generar efectes contraproductius o no desitjats?
6. Hi ha exemples de bones pràctiques que es poden prendre com a models per millorar el disseny de les polítiques de resposta a la demanda a casa nostra?

4. Polítiques incloses a la revisió

En aquesta síntesi ens centrarem en programes destinats a reduir les emissions de GEH del sector residencial derivades del consum energètic a partir dels canvis següents en els patrons de consum:

1. **Reducció del consum:** disminuir el consum total d'energia i reduir la demanda de serveis energètics com la il·luminació, la climatització o l'ús d'electrodomèstics.

2. **Desplaçament del consum:** mantenir el mateix nivell de serveis energètics, però canviant el moment del dia en què es consumeix energia cap a hores menys contaminants.

Les polítiques que tenen com a objectiu facilitar i incentivar aquests canvis d'hàbits en els consumidors s'anomenen **polítiques de resposta a la demanda**. Aquestes es poden dividir entre les de caràcter **informatiu**, que utilitzen la informació, l'educació o la persuasió per influir en els hàbits de consum, i les intervencions **basades en els preus**, que pretenen modificar el comportament de les llars mitjançant incentius econòmics.

En el primer bloc de la síntesi, s'analitzen **programes informatius** orientats a superar els problemes d'informació que dificulten que les llars redueixin o modifiquin el consum energètic. Aquests inclouen tant **informes de consum energètic** com **consells personalitzats**, que poden anar acompanyats d'incentius econòmics.

En els dos blocs següents, es revisa l'evidència sobre l'efectivitat de programes que introdueixen **incentius econòmics** per promoure canvis en el consum energètic mitjançant modificacions en el preu de l'energia. En concret, s'analitzen, d'una banda, els **subsidis directes** a les llars com a recompensa per reduir el consum energètic per sota un llindar preestablert, i de l'altra intervencions basades en la introducció de **tarifes de preus dinàmics**, les quals varien en diverses dimensions, com per exemple la magnitud de la variació de preus, la freqüència dels canvis o la durada de la nova tarifa.

Finalment, un darrer bloc analitza com els programes d'introducció de **noves tecnologies** poden ser un bon complement al mecanisme de preus quan les llars tenen la voluntat, però no la capacitat, d'ajustar el consum. En particular, en aquesta síntesi ens centrarem en els efectes addicionals que tenen els **monitors energètics** i els **termòstats ajustables** quan aquests acompanyen la introducció de les tarifes dinàmiques.

Queden fora d'aquesta revisió polítiques i programes que tenen l'objectiu de reduir les emissions del sector residencial a partir de millores en l'eficiència energètica, ja que aquestes ja es van analitzar a la síntesi anterior sobre *Què funciona per promoure l'eficiència energètica de les llars? Polítiques i programes per incentivar l'adopció de tecnologies eficients en edificis residencials*. També s'exclouen polítiques i programes orientats a promoure la instal·lació de plaques solars. L'alta inversió inicial, les diferències entre les tarifes solars i no solars i el fet que els consumidors esdevinguin també productors fan que els mecanismes pels quals es modifica el consum d'electricitat siguin completament diferents i mereixen una consideració a part de l'objectiu d'aquesta síntesi.³

Atesa l'escassetat d'avaluacions d'impacte rigoroses sobre l'efectivitat d'aquestes polítiques en l'àmbit català i espanyol (se n'han detectat tres), s'han inclòs a la revisió avaluacions i revisions

³ De fet, esdevenir productor d'electricitat implica, automàticament, estar subjecte a preus dinàmics pel que fa a l'energia que es ven. Tot i això, a dia d'avui l'evidència sobre com aquestes tarifes afecten el comportament de les llars és escassa.

desenvolupades en altres contextos, principalment als Estats Units d'Amèrica i en menor mesura, a Europa. En total, s'han inclòs trenta-tres estudis primaris. Nou estudis avaluen els efectes d'intervencions que proveeixen informació mitjançant informes de consum energètic, i dos més ho fan a través de consells personalitzats. Tres estudis avaluen l'impacte dels subsidis com a incentiu econòmic; un d'aquests també analitza simultàniament la provisió d'informació, i per això s'inclou en ambdues categories, tot i comptar-se una sola vegada en el total. Divuit estudis analitzen els efectes d'introduir preus dinàmics. D'aquests, deu estudis complementen els programes amb la introducció de noves tecnologies, i dos estudis addicionals més avaluen l'efecte d'aquestes sense el canvi corresponent de tarifa.

5. Mesures d'efectivitat

Pel que fa a com mesurar l'efectivitat de les polítiques, la variable principal és el **consum d'energia** i, en concret, el consum d'electricitat. Això és degut al fet que l'objectiu de les polítiques de resposta a la demanda, a banda de reduir el consum, és desplaçar-lo a aquelles hores on consumir energia és més econòmic i menys contaminant, i això només té sentit en el cas de l'electricitat, ja que es pot obtenir a partir de diferents fonts d'energia, incloses les renovables, la majoria de les quals no es poden activar i desactivar a demanda.⁴

Addicionalment, en alguns casos, també s'inclouen variables relacionades amb el **confort tèrmic** com, per exemple, el temps en funcionament d'un aire condicionat o els canvis en la temperatura ambient.

6. Revisió de la literatura

6.1. Programes informatius per reduir el consum energètic de les llars

Un primer conjunt de programes intenta canviar els patrons de consum de les llars a partir de **proveir-los informació** sobre el seu consum energètic, els beneficis de reduir-lo i consells sobre com fer-ho. Aquesta informació pot venir a través d'un **informe periòdic** enviat a les llars o a partir d'un **assessorament presencial** en el marc d'una auditoria energètica.

6.1.1. Són efectius els informes de consum energètic?

Els primers estudis experimentals sobre l'efectivitat d'intervencions enfocades a reduir el consum energètic en el sector residencial es van centrar en programes dissenyats per abordar els problemes d'informació de les llars mitjançant **informes de consum energètic** personalitzats. Aquests informes, coneguts en anglès com a Home Energy Reports (d'ara

⁴ La gestió de la intermitència de les energies renovables està canviant dràsticament a partir de la introducció de les bateries, les quals podran satisfer les necessitats de la demanda a qualsevol hora del dia.

endavant, HER), sovint també ofereixen una comparativa de consum amb altres llars de característiques similars o inclouen una sèrie de recomanacions personalitzades per ajudar a les famílies a estalviar. Nou dels estudis revisats analitzen l'efecte d'aquest tipus d'informes sobre el consum d'electricitat de les llars (Taula 1).

Taula 1. Evidència sobre l'efectivitat dels HER

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Allcott (2011b)	Estats Units	Informes periòdics amb comparació social del consum i consells d'estalvi	Consum d'electricitat	-2 % de mitjana
Allcott i Rogers (2014)	Estats Units	Informes periòdics amb comparació social del consum i consells d'estalvi	Consum d'electricitat	Disminució de l'efecte trobat a Allcott (2011b) d'un 10-20 % per any
Asensio i Delmas (2015)	Califòrnia (Estats Units)	Informació setmanal sobre els estalvis monetaris	Consum d'electricitat	Efectes no significatius
		Informació setmanal sobre els efectes nocius per a la salut i el medi ambient		-8,2 %
Byrne et al. (2017)	Austràlia (Melbourne)	Informació cada dues setmanes + portal web	Consum d'electricitat	Consum base quintil 1: +11,7 %
				Consum base quintil 5: -11,0 %
				Llars que sobreestimen: +6,3 % Llars que subestimen: efectes no significatius
Costa i Kahn (2013)	Estats Units	Informes periòdics en llars de diferent ideologia	Consum d'electricitat	Liberals: -2,4 % Conservadors: -1,7 %
			Probabilitat de sortir del programa	15 pp més alta per als conservadors
Dolan i Metcalfe (2015)	Regne Unit	Informes periòdics amb comparació social	Consum de gas	-4,4 %
		Informes periòdics amb comparació social i consells d'estalvi energètic		-10,8 %
Jessoe et al. (2017)	Califòrnia (Estats Units)	Informació cada dos mesos sobre el consum d'aigua	Consum d'electricitat	-1,3 % / -2,2 %
Pellerano et al. (2017)	Quito (Equador)	Informe amb comparació social del consum i consells d'estalvi	Consum d'electricitat	-1%
		Informe amb comparació social del consum i consells d'estalvi + informació sobre estalvi monetari potencial		-0,5%

Schultz et al. (2007)	Califòrnia (Estats Units)	Informes amb comparació social del consum enviats a llars amb diferents consums base	Consum d'electricitat	Per sobre la mitjana:-5,6 % Per sota la mitjana:+8,5 %
-----------------------	---------------------------	--	-----------------------	---

En general, l'enviament de HER s'associa a una davallada en el consum de gas i d'electricitat. La intensitat d'aquesta reducció és molt variable i es veu principalment condicionada pel contingut dels informes, la freqüència amb què els reben, el total d'informes rebuts, el temps transcorregut des del final de la intervenció, el consum d'electricitat previ i les creences que els individus tenen sobre el seu consum.

El primer gran bloc d'experiments són als Estats Units, on l'empresa OPOWER, en col·laboració amb diferents subministradors d'energia, va enviar informes a llars d'arreu del país. En un estudi molt influent, Allcott (2011b) estudia els efectes del programa, un dels més amplis de la història fins a aquella data (17 experiments en diferents estats que van involucrar 600.000 llars). Els informes de consum energètic contenen dos components clau. En primer lloc, una comparació del consum de les llars que rebien els informes amb el de llars de característiques similars i geogràficament properes que no els rebien. En segon lloc, consells d'eficiència energètica que tenien en compte el consum d'energia base i les característiques de les llars. L'efecte a curt termini de rebre els informes és una reducció mitjana del consum d'electricitat del 2 %, un efecte que l'autor estima que equivaldria a un increment en el preu de l'energia d'entre un 11 % i un 20 %. A més, en un dels 17 experiments, troba que enviar els informes mensualment enlloc de trimestralment augmenta la reducció del consum d'electricitat en 0,5 punts percentuals addicionals.

Allcott i Rogers (2014) investiguen si l'efecte trobat per Allcott (2011b) desapareix quan s'amplia el període analitzat més enllà del moment en què es deixen d'enviar els informes. Els autors troben que l'efecte persisteix, tot i que es va reduint progressivament a partir que es deixen de rebre els informes, dos anys després d'haver començat els enviaments. En concret, observen una atenuació de l'efecte de l'ordre d'un 10-20 % per any. Aquesta disminució en l'efectivitat dels informes a mesura que passa el temps suggereix que la repetició d'aquests és una condició necessària a curt termini, almenys fins que les llars adoptin mesures d'eficiència energètica o consolidin els hàbits de consum.

Pel que fa al contingut dels informes, Dolan i Metcalfe (2015) troben que incorporar una comparació social pot augmentar significativament la seva efectivitat. En un estudi sobre el consum de gas, troben que afegir aquesta comparació genera una reducció del consum del 4,4 % en relació amb les llars que reben informes sense aquest component. L'efecte és encara més gran quan la comparació social es combina amb consells específics sobre com reduir el consum i arriba fins al 10,8 %.

Diversos estudis han examinat amb més detall els possibles efectes heterogenis dels HER que inclouen comparacions socials. Pel que fa a les característiques dels consumidors, d'una

banda, Costa i Kahn (2013) troben que la posició ideològica de qui rebí l'informe pot influir en l'efectivitat de la intervenció. Seguint amb els experiments d'OPOWER, troben que les llars definides com a liberals i ecologistes tenen un consum base més eficient i, a més a més, són més reactives als informes. D'altra banda, diversos estudis conclouen que gran part de la reducció del consum d'electricitat prové d'aquelles famílies que abans de rebre l'informe consumien per sobre de la mitjana. Aquestes, a banda de tenir un marge de maniobra més gran, aprenen que la norma social és consumir menys del que ho fan i intenten adaptar-se. Per exemple, Allcott (2011b) troba que per a les llars del decil més alt la caiguda en el consum d'electricitat és del 6,3 %, mentre que no troba efectes significatius en aquelles llars dels quintils més baixos de consum energètic i Byrne et al. (2017) troben resultats encara més pronunciats a Melbourne, on els individus en el quintil més alt redueixen el consum d'electricitat un 11 %. En la mateixa direcció, Schultz et al. (2007) veuen que les llars de Califòrnia que consumeixen més que la mitjana responen a la provisió d'informació amb una reducció diària del 5,6 %, però troben que per a les llars amb consums per sota la mitjana aquest augmenta un 8,5 % després de rebre els informes.

El fet que la comparació amb tercers faci augmentar el consum de les llars que estaven consumint per sota la mitjana és un fenomen conegut com a *efecte bumerang*. Byrne et al. (2017) troben evidència que l'efecte bumerang no només depèn del consum en si, sinó també de la creença que les llars tinguin sobre aquest. En primer lloc, troben que només un 25 % de les llars pot identificar correctament en quin quintil se situa el seu consum i, per tant, que la majoria de llars o bé sobreestimen o bé subestimen el seu consum. A partir d'aquí, les llars que estaven sobreestimant el seu consum, en descobrir gràcies a l'informe que aquest era inferior al que pensaven, van augmentar-lo. Per contra, llars que l'estaven subestimant, i que en principi, podrien haver-se vist incentivades a reduir-lo, no ho van fer. Tornant a l'estudi de Schultz et al. (2007), es troba que quan l'informe inclou una cara que aprova o desaprova el consum, s'aconsegueix mitigar parcialment l'efecte bumerang per a aquelles llars que inicialment estaven consumint per sota la mitjana, cosa que suggereix que és important establir un precedent sobre què és adequat i què no.

Aquests resultats indiquen que els HER poden ser instruments efectius i alhora menys controvertits que els impostos i emfatitzen el poder de les polítiques que no alteren el preu de l'energia. De fet, Asensio i Delmas (2015) troben que informar les llars sobre els beneficis per al medi ambient i per a la salut de reduir les emissions de GEH derivades del seu consum energètic pot ser més efectiu que informar-les sobre els estalvis monetaris de fer-ho, tot i que aquest efecte no és generalitzat a la literatura. En una línia similar, Pellerano et al. (2017) comparen l'efectivitat dels incentius intrínsecs i extrínsecs aprofitant una tarifa elèctrica escalonada d'una companyia de Quito que augmenta significativament el preu per kWh quan el consum supera els 110 kWh mensuals, un consum que coincidia aproximadament amb el consum mitjà de les llars. Els primers prenen la forma d'una comparativa social del consum; els segons, un explicació senzilla sobre els estalvis monetaris que suposaria situar el consum mensual per sota el llindar. Els autors troben que informar les llars sobre si el seu consum se

situa per sobre o per sota de la mitjana provoca una reducció del consum d'1 % entre les llars amb un consum superior a la mitjana, en concordança amb el que s'ha trobat en la resta d'estudis. Tanmateix, quan aquest missatge s'acompanyava d'un avís addicional en què s'informava de l'estalvi esperat de situar el consum per sota el llindar dels 110 kWh, l'efecte es reduïa a la meitat. Conjuntament, els dos estudis apunten que els incentius extrínsecs, com l'estalvi monetari, poden no només ser menys efectius que els incentius intrínsecs, sinó fins i tot contrarestar parcialment l'impacte.

Finalment, Jessoe et al. (2017) troba que enviar informes sobre el consum d'aigua redueix el consum d'electricitat entre un 1,3 % i un 2,2 %, una reducció que els autors argumenten que no només prové de la reducció d'accions que requereixin aigua i electricitat (com utilitzar la rentadora), sinó també de reduccions en l'ús de l'aire condicionat. Aquests resultats suggereixen que existeix un efecte contagi en les intervencions que busquen incentivar canvis en els patrons en el consum a partir d'apel·lar a les normes socials, que poden afectar esferes de decisió de les llars diferents a les que s'apel·la de manera directa.

6.1.2. És efectiu oferir consells personalitzats d'estalvi a les llars?

Una alternativa als informes de consum energètic és l'assessorament presencial amb consells per conservar l'energia i proveir informació similar als informes però d'una manera més activa i personalitzada. S'han detectat dos estudis que combinen auditories energètiques amb consells presencials sobre con estalviar energia (Taula 2).

Taula 2. Evidència sobre l'efectivitat dels consells personalitzats

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
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
Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions (2024)	Catalunya	Auditoria + assessorament	Ús eficient dels elements que consumeixen energia	2 %
			Consum energètic mensual	Efectes no significatius estadísticament
			Despesa energètica	-15 %

L'evidència disponible mostra que els consells personalitzats sobre com reduir el consum energètic poden ser efectius, especialment quan s'ofereixen com a complement a altres mesures. L'estudi de Zivin i Novan (2016) als Estats Units analitza l'impacte del *Weatherization Assistance Program*, un programa que inclou una auditoria energètica, assessorament personalitzat i millores en l'eficiència de la llar. Els resultats mostren que després de les millores en l'eficiència de la il·luminació i l'aïllament tèrmic, el consum d'electricitat es va reduir

un 7 % a les llars amb aire condicionat. No obstant això, l'impacte s'incrementa notablement quan s'afegeix l'assessorament: en aquest cas, la reducció arriba al 31 %. Això suggereix que els consells específics sobre com estalviar tot mantenint els serveis energètics poden tenir un efecte important sobre el consum energètic final.

En el context català, recentment s'ha realitzat un experiment aleatoritzat del Projecte de formació i millores en habitatge per abordar la pobresa energètica implementat pel Ministeri d'Inclusió, Seguretat Social i Migracions, en col·laboració amb el Departament de Drets Socials i Inclusió de la Generalitat de Catalunya. En aquest, a banda d'una intervenció que ofereix inversions gratuïtes en matèria d'aïllament, calefacció, calderes i electrodomèstics, una branca de l'experiment oferia un assessorament per tal de millorar els patrons de consum i reduir la despesa energètica. Els autors troben que rebre l'assessorament millora la distribució del consum energètic al llarg del dia i fa que les famílies consumeixin més en hores amb preus de l'energia més baixos. A més, els consells contribueixen a un comportament més eficient en l'ús dels electrodomèstics i de la il·luminació. Conjuntament, aquests dos canvis de comportament es tradueixen en una reducció de la despesa energètica del 15 %, tot i que no s'observen efectes estadísticament significatius sobre el consum total d'energia.

6.2. Incentius econòmics per reduir el consum energètic de les llars

Una manera alternativa de promoure reduccions en el consum és introduir **incentius econòmics** a través de **subsidis** que recompensin les llars per aconseguir reduccions en el seu consum.

6.2.1. Són efectius els subsidis per reduir el consum d'energia?

Tres dels estudis revisats analitzen els efectes de la implementació de subsidis en el consum elèctric i de gas (Taula 3).

Taula 3. Evidència sobre l'efectivitat dels subsidis

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Dolan i Metcalfe (2015)	Regne Unit	Subsidi (£100) si es redueix el consum un 30 %	Consum d'electricitat	-8 %
		Subsidi (£100) si es redueix el consum un 30 % + Comparació social del consum		Efectes no significatius
Ito (2015)	Califòrnia (Estats Units)	Subsidi (-20 % de la factura energètica) si es redueix el consum un 20 %	Consum d'electricitat	Interior de l'estat: -4 % Zones costaneres: 0 %
Suter i Shammin (2013)	Ohio (Estats Units)	Subsidi (\$75) si es redueix el consum en una quantitat determinada per sota de la mitjana mensual d'aquell habitatge	Consum de gas	-19 %

		Subsidi (\$75) si es redueix el consum en una quantitat determinada per sota la mitjana mensual d'aquell habitatge + termòstat		-30 %
--	--	--	--	-------

En general, els estudis troben que els subsidis poden incentivar les llars a reduir el consum energètic. D'una banda, Dolan i Metcalfe (2015) observen que oferir un subsidi de 100 £ a les llars que aconsegueixen reduir el consum energètic un 30 % disminueix el consum un 8 % de mitjana⁵. De manera similar, Suter i Shammin (2013), en un petit experiment realitzat en un campus universitari d'Ohio, constaten que un subsidi de 75 \$ condicionat a reduir el consum de gas 283 m³ per sota la mitjana mensual de la llar s'associa a una reducció del 19 %. A més, troben que complementar el subsidi amb un termòstat n'incrementa l'efectivitat i arriba a reduccions del consum del 30 %. Això suggereix que la capacitat de controlar tècnicament el consum, juntament amb un incentiu econòmic per fer-ho, és clau per promoure canvis en el comportament energètic ⁶.

Per la seva banda, Ito (2015) analitza un programa dut a terme a Califòrnia durant l'estiu de 2005, en què es premiava amb un descompte del 20 % en la factura les llars que aconseguien reduir el consum elèctric respecte l'estiu anterior. L'estudi mostra que, a les zones interiors de l'estat (on les temperatures d'estiu són més altes i els ingressos més baixos) l'incentiu va provocar una reducció sostinguda del consum del 4 % al llarg de diversos estius. En canvi, a les zones costaneres, amb temperatures més moderades i nivells d'ingressos més elevats, no s'hi observen efectes estadísticament significatius. L'autor identifica dos factors clau que expliquen aquestes diferències. D'una banda, el clima: l'impacte de l'incentiu augmenta en regions amb temperatures més altes, on l'ús d'aire condicionat és més habitual i, per tant, el potencial d'estalvi energètic és més gran. De l'altra, el nivell d'ingressos: a mesura que augmenten els ingressos, la resposta a l'incentiu econòmic disminueix. Concretament, l'estudi estima que per cada augment de l'1 % en els ingressos, l'efecte del programa es redueix en 0,03 punts percentuals.

Finalment, Dolan i Metcalfe (2015) troben que si el subsidi es combina amb una comparació social del consum, el consum elèctric no varia. Aquest resultat és consistent amb l'estudi de Pellerano et al. (2017), comentat a la secció anterior, que suggeria que els incentius extrínsecs (com l'estalvi monetari) i els intrínsecs (com el desig d'adequar-se a la norma social) poden interferir entre si i reduir mútuament la seva efectivitat.

⁵ Aquesta mitjana inclou no només les llars que reaccionen a l'incentiu, sinó també aquelles que no ho fan o que intenten ajustar el consum però no ho aconsegueixen.

⁶ Més endavant tractarem amb més detall com les noves tecnologies interactuen amb els incentius econòmics, i ens centrarem, però, amb les tarifes de preus dinàmics.

6.3. Programes de preus dinàmics per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars

Un tercer bloc de programes inclou intervencions orientades a flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars a través de tarifes amb **preus dinàmics** i desplaçar-la, idealment, a hores més barates i menys contaminants⁷. Les tarifes de preus dinàmics es poden classificar en **tarifes indexades**, **tarifes de pic crític** i **tarifes amb trams horaris**.

6.3.1. Són efectives les tarifes de pic crític i les tarifes indexades per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars?

Les **tarifes de pic crític** (o CPP, Critical Peak Pricing en anglès) combinen un preu fix durant la majoria d'hores amb increments puntuals i de durada predeterminada en períodes d'alta demanda, quan els costos de producció excedeixen uns nivells determinats i les fonts que s'utilitzen són més contaminants. Aquests períodes solen ser dies excessivament calorosos, en què el consum d'aire condicionat es troba a nivells màxims o, en el cas de països nòrdics, durant els mesos d'hivern. Aquestes tarifes CPP van normalment precedides d'un missatge al mòbil en què s'adverteix del començament del període de preus alts, un missatge que pot variar en el temps d'anticipació respecte a l'esdeveniment. Les tarifes de pic crític són les que més s'aproximen a uns preus veritablement dinàmics (RTP, Real Time Pricing en anglès, també conegudes a casa nostra com a **tarifa indexada**) marcats per les condicions de mercat a cada hora.

Nou dels estudis revisats analitzen els efectes de les tarifes de pic crític sobre el consum d'electricitat, mentre que un estudi avalua una tarifa indexada (Taula 4).

Abans d'analitzar els resultats dels estudis, és necessari tenir en compte un parell de consideracions prèvies relatives al disseny dels experiments que són comunes en la majoria d'intervencions avaluades. En primer lloc, per tal d'incentivar les llars a participar en els programes experimentals, les noves tarifes estan dissenyades de manera que, en el cas extrem que aquestes no aconseguissin reduir el consum en períodes pic, el consumidor mitjà no veuria augmentada la factura. Per tant, qualsevol reducció del consum durant els períodes pic es traduiria en estalvis per a les llars. En segon lloc, en molts casos el contracte d'electricitat no permet carregar preus dinàmics a les llars sense passar per l'ens regulador corresponent. És per això que, en diversos estudis, en comptes de carregar preus elevats durant els períodes de pic de manera directa, els consumidors segueixen pagant el preu fix i, al final de l'experiment, se'ls abona qualsevol reducció del consum multiplicada pel preu dinàmic pertinent.⁸

⁷ No sempre les hores amb preus més baixos coincideixen amb les hores en què es produeix electricitat amb fonts menys contaminants. Un exemple són les tarifes de discriminació horària de l'Estat espanyol que veurem més endavant.

⁸ Tot i que a la pràctica tots aquests programes acaben sent equivalents als subsidis tractats anteriorment, s'ha decidit tractar-los en seccions diferents per les diferents implicacions pràctiques de la seva implementació.

Taula 4. Evidència sobre l'efectivitat de les tarifes de pic crític i indexades

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Allcott (2011a)	Chicago (Estats Units)	Tarifa indexada	Elasticitat-preu de la demanda d'energia	-0.1
Burkhardt et al. (2023)	Texas (Estats Units)	Tarifa de pic crític (+500 %)	Consum d'electricitat en hores pic del dies més càlids	-14 %
Faruqui i Sergici (2011)	Maryland (Estats Units)	Tarifa de pic crític (+900 %)	Consum d'electricitat en hores pic	-20 %
Faruqui et al. (2013)	Michigan (Estats Units)	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat en hores pic	-15 %
Garnache et al. (2022)	Noruega	Tarifa de pic crític (+1200 %)	Consum d'electricitat en hores pic	-14,2 %
Gillan (2017)	Califòrnia (Estats Units)	Tarifa de pic crític (+30 %)	Consum d'electricitat en hores pic	-11 %
		Tarifa de pic crític (+1875 %)		-13 %
Hofmann i Lindberg (2024)	Noruega	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat en hores pic	-2,4 % / -6,7 %
Ito et al. (2018)	Japó	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat en hores pic	-14 % / -17 % (i persistent)
		Persuasió moral per reduir consum en períodes pic		-8 % inicial Efecte desapareix amb la repetició de tractament
Jessoe i Rapson (2014)	Connecticut (Estats Units)	Tarifa de pic crític – informació 24h abans	Consum d'electricitat en hores pic	-7 %
		Tarifa de pic crític – informació 30 min abans		Efectes no significatius
Wolak (2010)	Districte de Columbia (Estats Units)	Tarifa de pic crític (+100 %)	Consum d'electricitat en hores pic	-3 %
		Tarifa de pic crític (+500 %)	Consum d'electricitat en hores pic	-9 %

Allcott (2011a), en l'únic estudi que analitza una tarifa indexada, estima l'elasticitat de la demanda d'electricitat, i troba que, de mitjana, les llars redueixen el consum aproximadament un 0,1 % quan els preus augmenten un 1 %.



L'elasticitat de la demanda es defineix com la variació percentual del consum davant l'augment d'1 % del preu.

La resta d'estudis analitzen tarifes de pic crític i troben que aquestes són efectives per reduir el consum d'electricitat en períodes de màxima demanda, amb reduccions que varien entre el 3 % i el 20 %. En general, no hi ha una correspondència molt clara entre la magnitud de l'increment del preu durant el pic crític i la reducció del consum. De fet, Gillan (2017) en el seu estudi troba que els consumidors no són susceptibles a la magnitud de l'increment. Una excepció en què la reducció en el consum d'electricitat correspon a la magnitud de l'increment en el preu és l'estudi d'Ito et al. (2018), on augments de preus que van del 100 % al 300 % comporten reduccions de consum corresponents a una elasticitat constant al voltant del 0,15.

Tot i així, no tots els dissenys són igual d'efectius. Per exemple, Jessoe i Rapson (2014) mostren que avisar els consumidors amb només mitja hora d'antelació no els dona prou temps per reaccionar. A més, Burkhardt et al. (2023) troben que, si els missatges d'avís de l'inici del període punta no inclouen informació sobre el preu que s'aplicarà, la reducció del consum no és significativa. Aquestes evidències apunten a la importància de dissenyar mecanismes informatius clars i amb prou marge temporal per facilitar la resposta dels consumidors.

Més enllà de la reducció del consum durant les hores punta, diversos estudis analitzen si les llars desplacen el consum cap a franges horàries més econòmiques. Garnache et al. (2022) i Ito et al. (2018) no troben un desplaçament significatiu que provoqui una reducció global del consum, mentre que Faruqui i Sergici (2011) i Faruqui et al. (2013) observen increments significatius fora del període punta. Per la seva banda, Allcott (2011a) constata que, tot i que el consum en hores vall augmenta lleugerament, aquest increment no compensa del tot la disminució registrada durant les hores punta, de manera que el consum total acaba reduint-se.

A més, hi ha evidència que les llars que passen a tenir tarifes de pic crític redueixen el consum fins i tot en dies en què el preu de l'electricitat no varia (Jessoe i Rapson, 2014; Ito 2015; Hofmann i Lindberg, 2024). Tot i que això podria atribuir-se a haver fet millores d'eficiència energètica per part de les llars, la literatura suggereix que és més probable que aquesta reducció es degui a un canvi d'hàbits (Ito et al. 2018; Garnache et al. 2022).

Pel que fa als efectes heterogenis segons el segment de població, Garnache et al. (2022) troben que les famílies amb ingressos baixos són les que més perden amb l'aplicació d'aquesta tarifa, a causa del menor marge de maniobra per ajustar el consum. En canvi, les llars amb ingressos alts, que disposen de més opcions per adaptar-se, aconsegueixen reduir la factura elèctrica final. Un dels consums més ajustables (i amb més pes entre les llars de rendes altes) és la càrrega de vehicles elèctrics. De fet, els mateixos autors mostren que les llars que en disposen redueixen el consum durant les hores de preus alts en un 20 %, davant del 14 % en aquelles que no en tenen. En la mateixa línia, Burkhardt et al. (2023), en un experiment dut a terme durant els mesos d'hivern a Texas, amb preus especialment baixos durant les hores nocturnes, observen que el 85 % de la reducció total del consum prové de canvis en els patrons de càrrega del vehicle elèctric. Per contra, no detecten efectes significatius en el consum per calefacció, molt menys ajustable.

Tot i això, l'estudi de Wolak (2010) mostra que les llars de rendes baixes incloses en un programa d'ajuda específic van respondre el doble a incentius orientats a reduir el consum en hores punta, la qual cosa posa de manifest que els incentius econòmics poden activar respostes significatives també entre els col·lectius amb menys recursos, tal com veiem a la secció anterior sobre subsidis per a la reducció del consum energètic.

Finalment, Ito et al. (2018) analitzen si els missatges de persuasió moral, adreçats a estimular la motivació intrínseca de les llars per reduir el consum, poden replicar els efectes d'una tarifa de pic crític basada en incentius econòmics. Tot i que inicialment es registren reduccions significatives del consum, aquests efectes s'extingeixen a mesura que es repeteixen els períodes punta. Tanmateix, els autors observen que la resposta pot reaparèixer després d'un cert temps sense cap episodi, la qual cosa suggereix que els mecanismes de persuasió poden tenir efectes intermitents o sensibles a la novetat.

6.3.2. Són efectives les tarifes amb trams horaris per flexibilitzar la demanda d'electricitat de les llars ?

Les tarifes amb trams horaris (o TOU, Time-of-Use en anglès) inclouen com a mínim dos trams predeterminats amb diferents preus que varien al llarg del dia, però que són fixos entre diferents dies i no estan vinculats als preus majoristes. L'avantatge d'aquest tipus de tarifes és que són previsible, fet que facilita la planificació del consum al llarg del dia per part de les llars. L'inconvenient és que no reflecteixen completament el cost real de generar electricitat, ja sigui econòmic o ambiental. D'ara endavant, ens referirem a les hores punta com el tram horari amb preus alts d'electricitat, en contraposició a les hores vall amb els preus mínims diaris.

Cinc dels estudis revisats analitzen programes experimentals sobre els efectes de les tarifes amb trams horaris en el consum d'electricitat. Un dels estudis també analitza l'elasticitat de la demanda. (Taula 5).

Taula 5. Evidència sobre l'efectivitat de les tarifes amb trams horaris

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Enrich et al. (2024)	Espanya	Tarifa amb trams horaris: Punta (+200 %) Vall (-86 %)	Consum d'electricitat en hores punta	-9,5 %
			Consum d'electricitat en hores planes	-6,4 %
			Consum d'electricitat en hores vall	Efectes no significatius

Fowlie et al. (2021)	Califòrnia (Estats Units)	Tarifa amb trams horaris: Punta (+200 %)	Consum d'electricitat en hores punta	Inscripció obligatòria: -3,5 % Inscripció voluntària: -16 %
George i Bell (2018)	Califòrnia (Estats Units)	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat en hores punta	Punta: -2,7 %/ -6,1 %
			Consum d'electricitat en hores vall	Efectes no significatius
Harding Lamarche (2016)	Estats Units	Tarifa amb trams horaris: Punta (+150 %)	Consum d'electricitat en hores punta	0 %/ -15 %
		Vall (-50 %)	Consum d'electricitat en hores vall	Efectes no significatius
Prest (2018)	Irlanda	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-8,9 %

Tots els estudis analitzats conclouen que les tarifes de tram horari causen una reducció en el consum d'electricitat de les llars. En concret, observen reduccions del consum elèctric durant les hores punta, sense que de manera simultània augmenti el consum en les hores vall.

L'exemple més proper de l'aplicació d'aquest tipus de tarifa és la recent introducció de la reforma de la tarifa elèctrica a Espanya. L'1 de juny del 2021 va entrar en vigor la reforma de la tarifa elèctrica que afectava els costos regulats de la factura de la llum. Aquesta reforma, dissenyada per la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència (CNMC), establia tres tarifes diferents segons l'hora del dia: un increment de preu durant les hores pic d'un 200 %, unes hores planes amb un preu similar al preu únic previ a la reforma, i un preu durant les hores vall un 86 % inferior. Els caps de setmana estaven exempts, i totes les hores estaven definides com a vall.

Enrich et al. (2024) avaluen els efectes d'aquesta política i troben una reducció generalitzada del consum elèctric, equivalent a un 9,5 % durant les hores pic i a un 6,4 % durant les hores planes, que a més no es trasllada a les hores amb preus baixos. També s'observa com les llars segueixen els mateixos patrons durant el cap de setmana, tot i no aplicar-se la discriminació horària, cosa que apunta a una formació de nous hàbits. A més, els autors utilitzen la introducció de la política per estimar l'elasticitat dels consumidors a un canvi de preus, amb valors absoluts d'entre 0,08 i 0,14 i corroboren l'efectivitat de les tarifes TOU a l'hora

d'incentivar una resposta a la demanda.⁹ , identifiquen una relació entre l'augment de cerques a Google sobre la reforma una setmana abans de la introducció de les noves tarifes i un procés d'adaptació que va durar tres setmanes i va culminar amb canvis permanents en el consum.

Aquesta evidència és consistent amb la que aporten Harding i Lamarche (2016), George i Bell (2018) i Prest (2018), que també troben que les tarifes amb discriminació horària són efectives per reduir el consum elèctric durant les hores punta. Harding i Lamarche (2016) detecten reduccions en les hores punta que van del 0 al 15 %, mentre que George i Bell, en un experiment pilot a Califòrnia, observen caigudes del consum d'entre el 2,7 % i el 6,1 % davant increments mitjans del 50 % en el preu de l'electricitat. Per la seva banda, Prest (2018) troba una reducció mitjana del 8,9 % a partir de l'anàlisi d'increments de preu molt diversos, d'entre el 40 % i el 170 %. A més, en cap dels tres casos s'observa un desplaçament significatiu del consum cap a les hores vall, fet que reforça la idea que els canvis de comportament es tradueixen principalment en reduccions netes de la demanda energètica i poden comportar una pèrdua de confort.

Pel que fa al disseny de la tarifa, Prest (2018) observa que la magnitud dels increments durant les hores punta no sembla tenir un efecte rellevant sobre la intensitat de la resposta, tal com s'apuntava també en la revisió de les tarifes de pic crític.

Entrant en els efectes heterogenis, George i Bell (2018) troben que les llars amb rendes més baixes redueixen menys el consum elèctric i que, com a resultat, acaben pagant més en relació amb el que pagaven abans. Els autors identifiquen tres possibles motius per explicar aquesta menor resposta: primer, aquestes llars sovint tenen un mal aïllament, cosa que fa que reduir el consum impliqui més incomoditat, agreujant la pobresa energètica; segon, poden tenir jornades laborals més llargues, fet que limita la seva capacitat d'ajustar els horaris de consum; finalment, també troben evidència que les llars amb menors ingressos tenien menys coneixement del funcionament de les noves tarifes.

En la mateixa línia, Prest (2018) troba que d'entre més de 150 característiques observables de les llars (inclosa la renda i altres variables socioeconòmiques, característiques de la llar, tipus d'electrodomèstics, etc.), l'únic factor rellevant a l'hora d'explicar les diferents reduccions de consum entre llars és el fet de si els consumidors coneixen la seva tarifa o no. Això indicaria que els problemes d'informació que impedeixen a les llars actuar sobre el seu consum energètic no es limiten a no conèixer el propi consum, sinó que també inclouen el desconeixement sobre la tarifa que tenen contractada i el seu funcionament.

Finalment, Fowlie et al. (2021), en un estudi realitzat a Califòrnia, analitzen els efectes de la introducció de tarifes amb preus dinàmics en dos grups diferents: un primer grup a qui s'ofereix contractar una tarifa dinàmica voluntàriament; i un segon grup a qui s'informa que se'ls

⁹ Aquestes elasticitats impliquen que davant un augment del preu de l'1 %, el consum d'energia es redueix entre un 0,08 i un 0,14 %. En general, la literatura troba que aquesta elasticitat és especialment baixa pel consum d'electricitat, que difícilment assoleix valors absoluts del 0,1.

inscriurà automàticament a aquesta tarifa. Els resultats mostren que la resposta als increments de preus durant les hores punta és quatre vegades superior en aquells que havien optat activament per contractar la tarifa. Aquests resultats suggereixen que una intervenció basada en facilitar la cerca i tria d'una tarifa concreta pot ser una bona estratègia per abordar aquest problema d'informació.¹⁰

6.3.3. Quines tarifes són més efectives: les de pic crític o les de trams horaris?

Fins ara, els estudis revisats han avaluat intervencions en què el grup de tractament estava exposat a una tarifa de pic crític o bé a una tarifa per trams horaris. Tanmateix, la comparació entre aquests diferents instruments no és senzilla, ja que es troben dues fonts principals d'heterogeneïtat. En primer lloc, els dissenys experimentals varien considerablement: per a cada tipus de tarifa, els experiments difereixen en la durada dels períodes punta, el moment en què es facilita la informació i la magnitud de l'increment de preus. En segon lloc, les característiques i els hàbits de consum de les llars, que depenen de la mostra específica de cada experiment, introdueixen una segona capa d'heterogeneïtat que complica la comparació directa (Harding i Sexton 2017). Per eliminar aquesta segona capa, en aquesta secció s'analitzen estudis experimentals que comparen de manera directa els efectes sobre el consum d'electricitat d'implementar una tarifa de trams horaris o una de pic crític (Taula 6).

Taula 6. Comparació entre les tarifes de pic crític i les tarifes de trams horaris

Estudi	País	Intervenció	Variable	Resultat
Bollinger i Hartmann (2020)	Oklahoma (Estats Units)	Tarifa amb trams horaris:	Consum d'electricitat	Efectes no significatius
		Punta (+200 %)		
		Vall (-50 %)		Efectes no significatius
		Tarifa de pic crític:		
Faruqui i George (2005)	Califòrnia (Estats Units)	Pics (variable)	Consum d'electricitat	-5,9 %
		Vall (-50 %)		
Faruqui et al. (2012)	Connecticut (Estats Units)	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-1,6 %/-3,1 %
		Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat	-10,2 %/-16,1 %

¹⁰ De fet, la CNMC ja té el seu propi [comparador de tarifes](#), però segurament és necessari informar els consumidors de l'existència de l'eina, o acompanyar-los en el procés de seleccionar la tarifa òptima depenent de la situació.

Un dels primers pilots sobre preus dinàmics va tenir lloc a Califòrnia el 2003, després de la crisi energètica que va patir l'estat entre 2000 i 2001, caracteritzada per una oferta insuficient i apagades elèctriques. Faruqui i George (2005) van observar que la introducció de tarifes amb trams horaris, amb un increment del preu del 70 % en hores concretes, va aconseguir reduir el consum d'electricitat un 5,9 %. En el cas de les tarifes de pic crític, amb un increment molt més elevat (al voltant del 500 %), la reducció del consum va arribar al 13,1 %. Posteriorment, Faruqui et al. (2012) van estudiar un pilot a Connecticut, on les tarifes de tram horari van generar una reducció del consum entre l'1,6 % i el 3,1 %, mentre que les tarifes de pic crític van provocar una disminució molt més significativa, entre el 10,2 % i el 16,1 %. En resum, tot i que les tarifes de pic crític aconseguixen reduccions de consum més grans, la relació entre reducció del consum i increment de preu és accentuada en les tarifes de tram horari.

D'altra banda, en un estudi recent, Bollinger i Hartmann (2020) troben que els consumidors no van respondre de manera significativa a la introducció de preus dinàmics. Els autors argumenten que aquests resultats es deuen a la manca de tecnologies que facilitin informació sobre consum i preus o, fins i tot, a la impossibilitat d'ajustar el consum automàticament. Per aprofundir en el paper que poden tenir les tecnologies en potenciar l'efectivitat de les tarifes de preus dinàmics, a la següent secció s'analitza com la implementació d'aquestes tecnologies pot facilitar la flexibilització de la demanda d'electricitat.

6.4. Tecnologies per millorar l'efectivitat de les tarifes dinàmiques

Com hem vist en l'apartat anterior, la introducció de preus dinàmics no sempre estimula canvis en el consum d'electricitat. Un dels motius que s'ha exposat que podia estar darrere d'aquesta absència de canvi de comportament és la manca d'informació per part de les llars sobre el seu consum energètic total, el consum marginal de cada electrodomèstic i el preu que es paga en cada moment per consumir energia segons la tarifa que tenen contractada. S'ha vist que els informes energètics poden ajudar a tancar aquesta bretxa d'informació, però que la freqüència amb la qual arriba la informació és important. Una solució alternativa als informes energètics són les tecnologies que faciliten informació en temps real sobre el consum elèctric i el preu, a partir principalment de monitors energètics (IHD, In-Home Display en anglès).

Un segon motiu que pot limitar el canvi de comportament de les llars, fins i tot si estan perfectament informades, són els costos d'ajustar el consum. En aquest cas, tecnologies capaces d'automatitzar la resposta de les llars, com ara els termòstats ajustables¹¹ (PCT, Programmable Communicating Thermostat), poden resultar essencials per maximitzar els efectes dels preus dinàmics i d'altres intervencions orientades a millorar els patrons de consum

¹¹ Els termòstats es podrien considerar inversions destinades a millorar l'eficiència energètica, ja que si el servei energètic és mantenir la casa a una temperatura determinada, el termòstat ho optimitza tot reduint el consum energètic. Tot i això, s'han inclòs en aquesta revisió per la seva interacció amb preus dinàmics i per la seva contribució a l'hora a canviar els hàbits de les llars.

d'energia de les llars.

Aquesta secció presenta els resultats d'estudis que analitzen els efectes d'introduir aquestes tecnologies en contextos en què les llars afronten tarifes de preus dinàmics.

6.4.1. Els monitors energètics milloren l'efectivitat de les tarifes dinàmiques?

S'han identificat cinc estudis que avaluen els efectes d'introduir monitors energètics en llars amb tarifes amb preus dinàmics (Taula 7).

Taula 7. Efectes addicionals causats per l'adopció de monitors energètics

Estudi	País	Intervenció	Tipus de tarifa	Variable	Resultat
Bollinger Hartmann (2020)	Oklahoma (Estats Units)	Monitor energètic	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-8,8 %
			Tarifa de pic crític		Efectes no significatius
Harding Lamarche (2016)	Estats Units	Monitor energètic	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	Hores pic: 0 % / -15 % Hores vall: 0 %
Jessoe i Rapson (2014)	Connectitut (Estats Units)	Monitor energètic + avís 24 h abans	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat	-17 %
		Monitor energètic + avís 30 min abans			Efectes no significatius
Martin i Rivers (2018)	Ontario (Canada)	Monitor energètic	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-3,4 %
Prest (2018)	Irlanda	Monitor energètic	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-14,6 %

D'una banda, quatre estudis analitzen els efectes d'instal·lar **monitors en llars que tenen tarifes amb trams horaris**, i conclouen que aquests poden incrementar l'efectivitat de la tarifa. Prest (2018) estima que la introducció d'un monitor condueix a una reducció addicional de 5,6 punts percentuals en el consum i se suma a la reducció del 9 % provocada exclusivament per la tarifa de trams horaris. Bollinger i Hartmann (2020) també troben que, a diferència d'aquelles llars sense monitor on no es detectaven reduccions significatives, les que sí que en disposaven d'un van reduir el consum un 8,8 %. Harding i Lamarche (2016) troben que el fet de disposar d'un monitor no indueix canvis significatius en el consum en llars amb tarifes de trams horaris, comparat amb llars amb la mateixa tarifa però que disposen d'una pàgina web on consultar informació sobre els preus i el consum. Finalment, Martin i Rivers (2018) troben que la

introducció d'un monitor porta a una reducció mitjana del 3,4 % en el consum, tot i que no identifiquen que aquesta reducció sigui més gran durant les hores amb preus més elevats, la qual cosa suggereix que els monitors no activen un comportament específic de resposta al preu, sinó un canvi de comportament més generalitzat en els hàbits de consum motivat per una major consciència sobre aquests. Aquesta interpretació es veu reforçada pel fet que la reducció augmenta progressivament a mesura que passen les setmanes a partir de l'adopció del monitor, suposadament degut a un canvi en els hàbits de consum.

D'altra banda, dos estudis analitzen la introducció de **monitors energètics en contextos amb tarifes de pic crític**. Bollinger i Hartmann (2020) troben en el seu estudi que el dispositiu no va comportar una reducció significativa del consum. Jessoe i Rapson (2014) comparen, en un experiment amb tarifes de pic crític, tres grups de llars: (1) llars sense monitor energètic, (2) llars amb monitor notificades 30 minuts abans de l'esdeveniment de pic, i (3) llars amb monitor notificades amb 24 hores d'antelació. En els dos primers casos, els autors no troben una reducció del consum significativa, cosa que indica que, amb només 30 minuts d'avís, disposar d'un monitor no aporta cap efecte addicional. En canvi, en el tercer grup, el monitor sí que té un impacte rellevant: la reducció del consum arriba al 17 %.

Aquests resultats apunten a una conclusió important: perquè els monitors siguin efectius, les llars han de disposar de temps per ajustar el seu consum. En contextos amb tarifes de pic crític, aquesta capacitat d'anticipació pot aconseguir-se mitjançant avisos puntuals sempre que es facin amb un cert marge de temps, tal com passa amb les tarifes de trams horaris sota les quals les llars saben d'entrada quins són els períodes de preus elevats. Així doncs, l'eficàcia de la tecnologia no només depèn del seu ús, sinó també del fet que els consumidors disposin de la informació sobre els canvis de preus amb suficient antelació.

6.4.2. Els termòstats milloren l'efectivitat de les tarifes dinàmiques?

Un segon grup d'estudis han analitzat l'efecte de combinar termòstats amb tarifes de preus dinàmics. Se n'han identificat vuit (Taula 8).

Taula 8. Efectes addicionals causats per l'adopció de termòstats					
Estudi	País	Intervenció	Tecnologia	Variable	Resultat
Blonz et al. (2023)	Ontario (Canadà)	Termòstat + algoritme	Tarifa amb trams horaris	Temps en funcionament de l'aire condicionat	-88% en períodes pic
				Incomoditat tèrmica (desviació respecte temperatura òptima)	0,3 °F de la temperatura establerta (preferida)
Bollinger Hartmann (2020)	Oklahoma (Estats Units)	Termòstat	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-21,5 %

			Tarifa de pic crític		-29,3 %
Faruqui i George (2005)	Califòrnia (Estats Units)	Termòstat	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat	-27 %
Faruqui et al. (2012)	Connecticut (Estats Units)	Termòstat	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	-1,6 %/-3,1 %
			Tarifa de pic crític		-15,1 %/-23,3 %
Faruqui et al. (2013)	Michigan (Estats Units)	Termòstat	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat	-19,4 %
Gillan (2017)	Califòrnia (Estats Units)	Termòstat	Tarifa de pic crític (+30%)	Consum d'electricitat	-60 %
			Tarifa de pic crític (+1875%)		
Harding Lamarche (2016)	Estats Units	Termòstat	Tarifa amb trams horaris	Consum d'electricitat	Hores pic: -10 %/-48 % Hores vall: 0 %/+ 22 %
Wolak (2010)	Districte de Columbia (Estats Units)	Termòstat	Tarifa de pic crític	Consum d'electricitat	-20 %

Els estudis que analitzen la instal·lació de **termòstats en llars que tenen tarifes de pic crític** troben que aquesta combinació porta a reduccions del consum d'electricitat. En concret, Bollinger i Hartmann (2020) troben reduccions properes al 30 %, una reducció similar a la que troba Faruqui en els seus diferents estudis. Per la seva banda, Wolak (2010) troba que aquesta combinació porta a una reducció del consum del 20 %, de la qual una mica més de la meitat es pot atribuir a l'efecte del termòstat. Finalment, Gillan (2017) és qui troba reduccions més pronunciades, les qual arriben al 60 %, i el 75% d'aquesta és atribuïble al termòstat.

Pel que fa a la **combinació de tarifes amb trams horaris i termòstats**, Harding i Lamarche (2016) troben reduccions significatives en el consum que poden arribar a un 48 % en les hores pic. Bollinger i Hartmann (2020) i Faruqui et al. (2012) també troben efectes en el consum d'instal·lar termòstats, tot i que en els dos casos els efectes són menors a quan el termòstat es combina amb tarifes de pic crític. Finalment, Blonz et al. (2023) estudien una mostra de consumidors que inicialment ja comptaven amb una tarifa de trams horaris i un termòstat. A una part de la mostra se'ls ofereix l'opció d'implementar un algoritme que permet prerefrescar la llar quan els preus són baixos i aturar l'aire condicionat quan els preus augmenten, sempre que la temperatura no superi un nivell determinat. Els resultats principals són els següents: les llars amb possibilitat d'implementar l'algoritme estableixen una temperatura predeterminada

més alta i redueixen el temps de funcionament de l'aire condicionat, sense que això afecti el desconfort de la llar alhora que aconsegueixen estalviar gràcies al desplaçament del consum d'aire condicionat a hores amb preus baixos. Això indica que la manera en què les llars interactuen amb els termòstats és un aspecte clau.

En conjunt, aquests resultats mostren com, efectivament, tant els problemes d'informació com dels costos d'acció són dues barreres que dificulten que la demanda d'electricitat de les llars respongui a canvis en els preus. Tanmateix, tal com s'ha vist, la provisió d'informació via monitors energètics quan s'enfronten tarifes horàries pot ajudar a assolir reduccions grans en el consum gràcies a la formació de nous hàbits, mentre que en contextos de tarifes de pic crític, sembla que fins i tot quan es té accés fàcil a la informació a través d'un monitor energètic, els costos d'acció segueixen sent un impediment important per reaccionar als canvis de preus. En aquestes casos, els guanys més importants venen determinats per l'automatització gràcies als termòstats (Bollinger i Hartmann 2016).

Així doncs, l'adopció de tecnologies pot ajudar a flexibilitzar la demanda. Tanmateix, tal com s'exposava en detall a la síntesi anterior sobre *Què funciona per millorar l'eficiència energètica dels edificis? Polítiques i programes per incentivar l'adopció i l'ús de tecnologies eficients*" (Enrich, 2025), poden existir en les llars barreres a l'adopció d'aquestes tecnologies. En aquest sentit són importants els resultats de Gillan (2017), que analitza si els subsidis poden incentivar l'adopció de termòstats. Els resultats apunten que un subsidi de vora 200 \$ incrementa la proporció de llars que s'instal·len un termòstat i aquesta diferència és especialment marcada en les llars amb un consum més baix. Això suggereix que els costos inicials d'inversió poden constituir una barrera rellevant a l'adopció d'aquestes tecnologies, sobretot per als segments més vulnerables de la població.

7. Conclusions

Millorar els hàbits energètics de les llars, promovent un canvi en els patrons de consum, és una condició necessària per reduir les emissions de GEH en el sector residencial. A més, a mesura que les energies renovables guanyin protagonisme en el mix energètic, les polítiques orientades a flexibilitzar la demanda i traslladar-la a períodes amb una major presència d'aquestes poden permetre reduir la factura elèctrica sense reduir els serveis energètics. En aquesta síntesi s'ha dut a terme una revisió de la literatura existent sobre programes dissenyats per incentivar una reducció del consum, principalment elèctric, o per traslladar-lo a hores amb un cost de producció més baix o amb una petjada de carboni menor.

En relació amb els instruments de política pública, s'han analitzat tres tipus d'intervencions. En primer lloc, s'han inclòs programes de **provisió d'informació** per tal que les llars estiguin informades dels serveis energètics que utilitzen, del consum i les despeses associades, així com de maneres d'estalviar energia. En segon lloc, s'han avaluat incentius econòmics en forma de **subsidis**, seguits d'intervencions basades en el **disseny de tarifes de preus dinàmics**.

Finalment, s'ha explorat com l'adopció de **noves tecnologies** pot ajudar a reduir tant els costos d'obtenir informació com els costos de reaccionar davant canvis en els preus en contextos on hi ha implementades aquest tipus de tarifes.

D'acord amb l'evidència revisada, l'efectivitat dels diferents instruments varia significativament en funció de les característiques de la població beneficiària, el disseny del programa o la tecnologia adoptada. Tanmateix, s'identifiquen certes característiques comunes en els programes que cal tenir en compte a l'hora d'implementar aquestes polítiques a casa nostra. Per a cada conclusió, s'ha inclòs un nivell de confiança que agrupa el grau d'acord existent entre els diferents estudis analitzats i la robustesa dels resultats obtinguts.

Les principals conclusions relatives a les **intervencions informatives** són les següents:

- Els informes de consum energètic poden ser una alternativa efectiva, econòmica i menys controvertida a instruments basats en els preus, com els impostos, tot i que aporten reduccions del consum moderades (nivell de confiança = alt).
- Per tal d'induir un canvi d'hàbits i aconseguir que l'efecte perduri, és necessari que els informes siguin freqüents i s'estenguin en el temps (nivell de confiança = mitjà).
- Els efectes són majors en llars amb consums inicials superiors a la mitjana. Aquest resultat s'explica per un major marge de maniobra i per la influència de les normes socials percebudes pel que fa a la comparació del consum (nivell de confiança = alt).
- Els informes de consum energètic poden tenir efectes contraproductius en llars que prèviament consumien per sota la mitjana o subestimaven el seu propi consum, que poden optar per incrementar-lo, cosa que es coneix com *efecte bumerang* (nivell de confiança = mitjà).
- Incloure en els informes missatges que aprovin o desaprovin el consum pot augmentar-ne l'efectivitat, i contribuir a contenir l'efecte bumerang (nivell de confiança = mitjà).
- Les auditories presencials que inclouen consells d'estalvi energètic són una alternativa potencialment més eficaç als informes periòdics, tot i que també menys econòmica (nivell de confiança = mitjà).

Pel que fa als **subsidis** per reduir el consum energètic, les conclusions principals són les que segueixen:

- Els subsidis condicionats poden ser una eina efectiva per incentivar les llars a reduir el consum energètic (nivell de confiança = alt)
- Els subsidis són més efectius en llars amb ingressos baixos i en zones amb temperatures més extremes (nivell de confiança = mitjà)

- Combinar incentius econòmics amb estratègies de comparació social pot reduir-ne l'efectivitat (nivell de confiança = mitjà).

Les principals conclusions en relació amb la introducció de **preus dinàmics** per alterar els patrons de consum són:

- Tant les tarifes de pic crític com les tarifes amb trams horaris tenen la capacitat de reduir significativament el consum en hores on s'apliquen preus elevats (nivell de confiança = alt).
- En general, aquest consum no es desplaça a hores amb preus més baixos, de manera que el consum total baixa (nivell de confiança = mitjà).
- Per tal de maximitzar l'efectivitat de les tarifes de pic crític, és necessari advertir les llars de l'increment de preus amb antelació suficient (nivell de confiança = alt).
- Les tarifes amb trams horaris són més adequades per promoure canvis d'hàbits a llarg termini (nivell de confiança = alt).
- Les tarifes de preus dinàmics poden perjudicar les llars amb ingressos més baixos perquè aquestes tenen menys marge de maniobra, tot i que l'evidència no és concloent (nivell de confiança = baix).

Pel que fa a l'**ús de tecnologies per tal de facilitar la resposta a la demanda**:

- Els monitors energètics són eines útils per abordar problemes d'informació i promoure una reducció del consum a llarg termini mitjançant un canvi d'hàbits (nivell de confiança = alt).
- Aquests funcionen millor com a complement de les tarifes amb trams horaris que com a complement de les tarifes de pic crític (nivell de confiança = mitjà).
- Els termòstats ajustables faciliten l'estalvi energètic de les llars i són més efectius que els monitors a l'hora de reduir el consum a curt termini, i són un molt bon complement de les tarifes de pic crític (nivell de confiança = alt).

8. Debat i implicacions pràctiques

La transició cap a una economia lliure de carboni exigeix una expansió ràpida i sòlida de les energies renovables. Amb l'energia eòlica i solar com a protagonistes principals, calen mesures que permetin adaptar-nos a la seva naturalesa intermitent, ja sigui traslladant el consum o reduint-lo quan aquestes no estiguin disponibles. Només així podrem aprofitar tot el seu potencial i garantir una energia neta i econòmica.

Les conclusions d'aquesta síntesi poden contribuir a transformar els hàbits de consum del sector residencial mitjançant l'estalvi energètic i l'augment de la flexibilitat de la demanda. Aquesta secció contextualitza els resultats en el marc actual i ofereix un conjunt de recomanacions per implementar aquestes intervencions a Catalunya.

Pel que fa als **informes de consum energètic**, des del 2021, les comercialitzadores d'energia estan subjectes a una normativa específica que determina la informació que han de proporcionar juntament amb la factura.¹² Aquesta inclou, entre d'altres, informació sobre el consum mitjà horari, l'acumulat i les potències màximes utilitzades. A més, han d'informar el consumidor sobre la possibilitat de consultar el consum horari al portal web de la companyia distribuïdora. Addicionalment, les factures solen incloure consells d'estalvi energètic, tot i que aquests solen ser poc concrets. D'altra banda, no existeix una obligació legal per part de les comercialitzadores de proporcionar una comparació entre el consum energètic d'una llar i el d'altres similars. Aquestes limitacions deixen marge de maniobra per millorar l'accessibilitat i la utilitat de la informació proporcionada.

Per complementar la informació proporcionada per les comercialitzadores, una opció de política pública és incentivar les **auditories energètiques** per tal que les llars adquireixin un coneixement detallat del seu consum energètic i de la procedència d'aquest, i facilitar així la identificació de mesures d'estalvi.

D'altra banda, el fet que actualment a Catalunya gairebé la totalitat de llars tinguin instal·lat un comptador intel·ligent facilita que es puguin adoptar tecnologies complementàries que permetin als consumidors tenir informació en temps real sobre el seu consum energètic, com els **monitors energètics**. En aquest sentit, una alternativa més escalable seria oferir a les llars subsidis a la instal·lació de monitors energètics o imposar l'obligatorietat de tenir-ne, seguint l'exemple de l'exigència de comptadors intel·ligents establerta fa uns anys. En el cas dels comptadors intel·ligents, el cost solia recaure en els consumidors a través d'un lloguer mensual, tot i que les principals beneficiàries de la seva instal·lació són les distribuïdores d'energia, ja que obtenen informació en temps real sobre el consum de les llars. Complementar-los amb monitors energètics d'ús domèstic asseguraria que aquesta informació arribi també als consumidors.

El segon bloc d'aquesta síntesi ha analitzat l'efectivitat dels **programes de preus dinàmics** per millorar la flexibilitat de la demanda. L'evidència revisada ha mostrat que aquestes tarifes aconseguixen reduir el consum d'electricitat durant les hores en què els preus són elevats. Tanmateix, s'ha observat que els consumidors no solen ser sensibles a la magnitud dels canvis en els preus, i que no tots els consumidors tenen el mateix marge de maniobra per adaptar-se. En particular, les llars amb menys ingressos sovint tenen més dificultats per reduir el consum en les hores cares i contaminants. Aquesta desigualtat es pot veure agreujada amb la introducció de tecnologies com els vehicles elèctrics, que són adoptats majoritàriament per

¹² <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-7120>

llars amb rendes altes i que ofereixen una gran facilitat per ajustar i programar el consum elèctric. Per aquest motiu, és imprescindible investigar els efectes distributius de les tarifes dinàmiques per evitar que aquestes perjudiquin desproporcionadament els col·lectius més vulnerables. Tot i que la literatura en aquest àmbit ofereix resultats mixtos, en podem extreure un seguit de recomanacions.

Per tal de dissenyar tarifes dinàmiques que minimitzin els efectes distributius no desitjats, és essencial entendre els hàbits de consum dels diferents segments de la població. Cahana et al. (2023) analitzen els efectes distributius de la introducció de preus dinàmics a Espanya el 2015 i arriben a la conclusió que aquests són regressius, però tenen un impacte econòmic reduït. Aquesta regressivitat es deu principalment a la combinació de dos factors: d'una banda, que les diferències de preu entre estacions són més grans que les variacions horàries dins d'un mateix dia; de l'altra, que les llars amb majors ingressos tendeixen a consumir desproporcionadament més durant les hores punta del dia mentre que les llars amb menys ingressos consumeixen relativament més durant els mesos d'hivern. En concret, Leslie et al. (2024) troben que és més probable que aquelles llars amb menys ingressos disposin d'estufes elèctriques de baixa eficiència, fet que incrementa significativament la factura durant els mesos d'hivern, quan els preus són més elevats, mentre que les rendes altes solen comptar amb sistemes d'aire condicionat, el consum dels quals es concentra durant els mesos d'estiu.

En el mateix estudi, Leslie et al. (2024) també observen que les llars amb baixos ingressos consumeixen relativament més durant les hores de sol que les llars amb rendes altes, tenint en compte el tipus de serveis energètics que utilitzen cadascuna. Per exemple, com ja s'ha esmentat, és més probable que les rendes més altes tinguin consums elevats durant les hores de càrrega dels vehicles elèctrics, actualment concentrades a la nit. Això implica que en contextos on l'energia solar té un pes important, i per tant aquesta és més barata i menys contaminant durant el dia, els règims de preus fixos impliquen que les llars més vulnerables subvencionen implícitament el consum de les llars amb ingressos més alts, un efecte que guanyarà rellevància a mesura que avancem en la transició energètica i la producció solar guanyi pes.

A Catalunya, el mercat de comercialització d'energia elèctrica està liberalitzat, fet que permet a les empreses oferir tarifes pròpies. Tanmateix, una sèrie de grups comercials també actuen com a distribuïdores elèctriques, de manera que poden oferir la tarifa regulada, la qual des del 2015 segueix els preus del mercat majorista. Aquesta tarifa és adoptada en major proporció per les llars amb ingressos més baixos, en part degut al fet que fer-ho és una condició necessària per poder sol·licitar el bo social. Tenint això en compte, i especialment degut al fet que ens trobem en un context on moltes llars amb baixos ingressos no disposen de producció solar pròpia, una primera mesura que es podria prendre seria mantenir les variacions diàries dels preus d'aquesta tarifa però compensar les diferències de preus entre estacions de l'any.

Un altre aspecte del disseny tarifari que caldria revisar és la distribució dels trams horaris aplicada a la part de la tarifa relacionada amb els costos regulats. Actualment, les hores punta

inclouen no només el vespre, quan la producció elèctrica és més cara i més contaminant, sinó també les hores centrals del dia. Aquestes, tot i haver concentrat tradicionalment una elevada demanda, actualment solen estar cobertes per energia solar, amb baixos costos marginals i sense emissions. Per tant, penalitzar el consum durant aquestes hores ja no té justificació ambiental ni econòmica, especialment quan sabem que les llars vulnerables hi concentren una part significativa del seu consum. Caldria, per tant, reconsiderar aquesta assignació horària i, fins i tot, incentivar la demanda en aquestes franges netes.

En paral·lel, caldria desplegar **mesures informatives i pedagògiques** que assegurin un coneixement efectiu de la tarifa per part de tots els usuaris, però sobretot dels col·lectius més vulnerables. Recordem que, com assenyala Prest (2018), el factor més determinant per a l'efectivitat de les tarifes horàries és que els consumidors en coneguin el funcionament. Sense aquest coneixement, fins i tot una estructura tarifària ben dissenyada pot tenir un impacte limitat.

De fet, l'estudi de Fabra et al. (2021), centrat en la implantació a gran escala de preus dinàmics a l'Estat espanyol des d'octubre de 2015, exemplifica la importància crítica de garantir que els usuaris coneguin i entenguin el funcionament de la tarifa. Malgrat que la tarifa regulada amb preus en temps real (Real-Time Pricing, RTP) establia preus horaris variables amb una diferència mitjana del 23 % entre el màxim i el mínim, i que aquesta informació es publicava amb un dia d'antelació, no es va observar una reacció significativa en el consum de les llars. Els autors atribueixen aquest resultat, en gran part, a la manca de coneixement i consciència dels consumidors sobre l'existència i les característiques de la tarifa, un requisit imprescindible perquè les tarifes horàries siguin efectives. A més, la baixa variabilitat dels preus durant el període i els alts costos d'informació i monitoratge per part dels consumidors van limitar la seva capacitat de resposta. Cal tenir en compte que aquest estudi analitza un període anterior a la crisi energètica de 2022, per la qual cosa és plausible que l'augment recent de la volatilitat i dels preus hagi incrementat els incentius i la disposició dels consumidors a ajustar el seu consum.

Per acabar, cal contextualitzar aquestes reflexions dins del marc energètic vigent. En primer lloc, disposem de la tecnologia necessària perquè el sector residencial participi en els mecanismes de flexibilitat del mercat elèctric. De fet, la Directiva Europea de 2019¹³ ja incentiva la resposta a la demanda mitjançant agregadors que agrupin diferents càrregues domèstiques i les ofereixin al mercat. Tot i això, el nivell de transposició a la regulació espanyola encara és baix. Aquesta coordinació, afavorida per l'ús dels termòstats ajustables, podria tenir un efecte multiplicador sobre les polítiques descrites en aquesta síntesi.

A més, tot i que aquesta síntesi ha revisat polítiques orientades a flexibilitzar la demanda d'electricitat i a reduir el consum energètic, no hem d'oblidar que, si l'objectiu és reduir les emissions de gasos amb efecte hivernacle, en paral·lel cal augmentar la demanda agregada

¹³ [Directiva 2019/944 sobre normes comuns pel mercat interior d'electricitat](#).

d'electricitat produïda a partir de fonts renovables. Per avançar en aquesta direcció, cal replantejar l'enfocament del consum energètic en el seu conjunt. En aquest sentit, potser no cal assolir un disseny horari perfecte de les tarifes elèctriques, sinó fomentar la competitivitat de l'electricitat respecte el consum directe de gas (per exemple, promovent la instal·lació de bombes de calor) o respecte el petroli (fomentant l'adopció de vehicles elèctrics). A més, amb la dràstica reducció de preus que estan experimentant els sistemes d'emmagatzematge d'electricitat, principalment les bateries, la flexibilització de la demanda passaria a un segon terme i es prioritzaria l'electrificació dels usos domèstics de l'energia.

En conclusió, un augment del consum elèctric pot ser positiu si aquest es produeix en substitució d'altres fonts d'energia més contaminants i sempre que es limiti l'efecte rebot. Per tant, cal acompanyar les polítiques orientades a millorar l'eficiència i l'equitat en el consum elèctric de mesures impositives que penalitzin altres fonts d'energia d'elevades emissions. Així, es podria garantir una transició energètica justa i eficient.

9. Referències

Allcott, H. (2011a). Rethinking real-time electricity pricing. *Resource and Energy Economics*, 33(4), 820–842. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2011.06.003>

Allcott, H. (2011b). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9–10), 1082–1095. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.03.003>

Allcott, H., & Rogers, T. (2014). The short-run and long-run effects of behavioral interventions: Experimental evidence from energy conservation. In *American Economic Review* (Vol. 104, Issue 10, pp. 3003–3037). American Economic Association. <https://doi.org/10.1257/aer.104.10.3003>

Asensio, O. I., & Delmas, M. A. (2015). Nonprice incentives and energy conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(6), E510–E515. <https://doi.org/10.1073/pnas.1401880112>

Blonz, J., Palmer, K., Wichman, C. J., & Wietelman, D. C. (2023). Smart Thermostats, Automation, and Time-Varying Prices.

Boiteux, M. (1960). Peak-Load Pricing. In *Source: The Journal of Business* (Vol. 33, Issue 2). <https://www.jstor.org/stable/2351015>

Bollinger, B. K., & Hartmann, W. R. (2020). Information vs. Automation and implications for dynamic pricing. *Management Science*, 66(1), 290–314. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3225>

Burkhardt, J., Gillingham, K. T., & Kopalle, P. K. (2023). c Management Science, 69(12), 7784–7798. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2020.02074>

Byrne, D. P., Nauze, A. La, & Martin, L. A. (2017). Tell Me Something I Don't Already Know: Informedness and the Impact of Information Programs. <https://ssrn.com/abstract=2430135>

Cahana, M., Fabra, N., Reguant, M., & Wang, J. (2023). The Distributional Impacts of Real-Time Pricing. <https://www.energypoverty.eu/>

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, 11(3), 680–702. <https://doi.org/10.1111/jeea.12011>

Dolan, P., & Metcalfe, R. (2015). Neighbors, knowledge, and nuggets: Two natural field experiments on the role of incentives on energy conservation. <https://ssrn.com/abstract=2589269>

Enrich, J., Li, R., Mizrahi, A., & Reguant, M. (2024). Measuring the impact of time-of-use pricing on electricity consumption: Evidence from Spain. Journal of Environmental Economics and Management, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102901>

Enrich, J. (2025). Què funciona per millorar l'eficiència energètica dels edificis? Polítiques i programes per incentivar l'adopció i l'ús de tecnologies eficients. Barcelona: Ivàlua.

Fabra, N., Rapson, D., Reguant, M., & Wang, J. (2021). Estimating the Elasticity to Real-Time Pricing: Evidence from the Spanish Electricity Market. AEA Papers and Proceedings, 111, 425–429. <https://doi.org/10.1257/pandp.20211007>

Faruqui, A., & George, S. (2005). Quantifying customer response to dynamic pricing. Electricity Journal, 18(4), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2005.04.005>

Faruqui, A., & Sergici, S. (2011). Dynamic pricing of electricity in the mid-Atlantic region: Econometric results from the Baltimore gas and electric company experiment. Journal of Regulatory Economics, 40(1), 82–109. <https://doi.org/10.1007/s11149-011-9152-5>

Faruqui, A., Sergici, S., & Akaba, L. (2012). Dynamic Pricing in a Moderate Climate: The Evidence from Connecticut. <http://ssrn.com/abstract=2028178>

Faruqui, A., Sergici, S., & Akaba, L. (2013). Dynamic pricing of electricity for residential customers: The evidence from Michigan. Energy Efficiency, 6(3), 571–584. <https://doi.org/10.1007/s12053-013-9192-z>

Fowlie, M., Wolfram, C., Baylis, P., Spurlock, C. A., Todd-Blick, A., & Cappers, P. (2021). Default Effects and Follow-On Behaviour: Evidence from An Electricity Pricing Program. Review of Economic Studies, 88(6), 2886–2934. <https://doi.org/10.1093/restud/rdab018>

Garnache, C., Hernaes, Ø., & Imenes, A. G. (2022). Which Households Respond to Electricity Peak Pricing Amid High Levels of Electrification? (9657).

George, S. S., & Bell, E. (2018). Key findings from California's recent statewide TOU pricing pilots. *Electricity Journal*, 31(8), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.09.013>

Gillan, J. (2017). Dynamic Pricing, Attention, and Automation: Evidence from a Field Experiment in Electricity Consumption.

Harding, M., & Lamarche, C. (2016). Empowering Consumers Through Data and Smart Technology: Experimental Evidence on the Consequences of Time-of-Use Electricity Pricing Policies. *Journal of Policy Analysis and Management*, 35(4), 906–931. <https://doi.org/10.1002/pam.21928>

Harding, M., & Sexton, S. (2017). Household Response to Time-Varying Electricity Prices. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource>

Hofmann, M., & Lindberg, K. B. (2024). Evidence of households' demand flexibility in response to variable hourly electricity prices – Results from a comprehensive field experiment in Norway. *Energy Policy*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113821>

Institut Català de l'Energia. (2022). Balanç energètic de Catalunya. https://lcaen.Gencat.Cat/ca/Energia/Estadistiques/Resultats/Anuals/Balanc_energetic/.

Ito, K. (2015). Asymmetric incentives in subsidies: Evidence from a large-scale electricity rebate program. *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(3), 209–237. <https://doi.org/10.1257/pol.20130397>

Ito, K., Ida, T., & Tanaka, M. (2018). Moral Suasion and economic incentives: Field experimental evidence from energy demand. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(1), 240–267. <https://doi.org/10.1257/pol.20160093>

Jessoe, K., Lade, G. E., Loge, F., Spang, E., Davis, L., Ferraro, P., Fowlie, M., Heutel, G., Olmos, K., Novan, K., Price, M., Rudik, I., Smith, A., & Wichman, C. (2017). Spillovers from Behavioral Interventions: Experimental Evidence from Water and Energy Use 1. <https://www.economist.com/news/international/>

Jessoe, K., & Rapson, D. (2014). Knowledge is (Less) power: Experimental evidence from residential energy use. *American Economic Review*, 104(4), 1417–1438. <https://doi.org/10.1257/aer.104.4.1417>

Joskow, P. L., & Wolfram, C. D. (2012). Dynamic pricing of electricity. *American Economic Review*, 102(3), 381–385. <https://doi.org/10.1257/aer.102.3.381>

Khanna, T. M., Baiocchi, G., Callaghan, M., Creutzig, F., Guías, H., Haddaway, N. R., Hirth, L., Javaid, A., Koch, N., Laukemper, S., Löschel, A., Zamora Dominguez, M. del M., & Minx, J. C. (2021). A multi-country meta-analysis on the role of behavioural change in reducing energy consumption and CO₂ emissions in residential buildings. *Nature Energy*, 6(9), 925–932. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00866-x>

Leslie, G. W., Pourkhanali, A., & Roger, G. (2024). Is the clean energy transition making fixed-rate electricity tariffs regressive? *Journal of Environmental Economics and Management*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.103040>

Martin, S., & Rivers, N. (2018). Information provision, market incentives, and household electricity consumption: Evidence from a large-scale field trial. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(1).

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.

Perellano, J.A., Price, M.K., Puller, S.L. & Sánchez, G.E. (2017). Do Extrinsic Incentives Undermine Social Norms? Evidence from a Field Experiment in Energy Conservation. *Environmental and Resource Economics*, 413-428, 67(3)

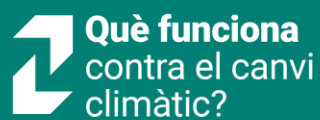
Prest, B. C. (2018). Peaking Interest: How Awareness Drives the Effectiveness of Time-of-Use Electricity Pricing. 7(1). <https://doi.org/10.7910/DVN/CNQUUN3>

Proyecto de Formación y Mejoras en Viviendas para el Abordaje de la Pobreza Energética. (2024). Laboratorio de Políticas de Inclusión.

Schultz, P. W., Nolan, J. M., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J., & Griskevicius, V. (2007). The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms.

Suter, J. F., & Shammin, M. R. (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>

Wolak, F. A. (2010). An Experimental Comparison of Critical Peak and Hourly Pricing: The PowerCentsDC Program. http://www.stanford.edu/group/fwolak/cgi-bin/sites/default/files/files/An%20Experimental%20Comparison%20of%20Critical%20Peak%20and%20Hourly%20Pricing_March%202010_Wolak.pdf



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

Un projecte de:

