



La Flexibilitat de la Demanda en l'Habitatge Cooperatiu

20 de juny de 2025



Promou i finança: la Generalitat de Catalunya - Departament d'Empresa i Treball:



Índex

1. **Presentació del projecte**
2. **Què és la Flexibilitat de la Demanda?**
3. **Flexibilitat de la demanda aplicada de forma teòrica als Habitatges de SC**
4. **Desenvolupament del model d' IA**
5. **Aplicació en projectes pilot**
6. **Dubtes i preguntes**

1 Presentació del projecte

- ENTITATS I MARC SUBVENCIÓ



Promou i finança: la Generalitat de Catalunya - Departament d'Empresa i Treball:



1 Presentació del projecte

- OBJECTIU DEL PROJECTE:

Dissenyar, validar i posar en marxa la metodologia per aplicar el servei de flexibilitat de la demanda d'energia elèctrica en entorns domèstics, comunitaris i industrials, aprofitant entre altres els sistemes d'emmagatzematge d'energia, tant elèctrica com tèrmica.

Flexibilitat de la demanda: *"la possibilitat d'avançar o posposar el consum o generació d'energia sense afectar les condicions de confort (de les persones) i/o les condicions d'operació (en cas de processos industrials)."*

1 Presentació del projecte

- COM HO FEM?

Identificant les FASES per al seu desenvolupament, descrivint els mecanismes de cada fase segons el PERFIL i les NECESSITATS ENERGÈTIQUES DE LES USUÀRIES, així com el rol dels diversos ACTORS IMPLICATS.



FASES



USUÀRIES/NECESSITATS E.



ACTORS IMPLICATS

=



ESTALVI ECONÒMIC

1 Presentació del projecte

FASES



1 Presentació del projecte

- ÀMBITS DE PROJECTE:

Àmbit territorial: Tot Catalunya

Àmbit sectorial:

- habitatge unifamiliar
- Industrial
- habitatge cooperatiu



1 Presentació del projecte

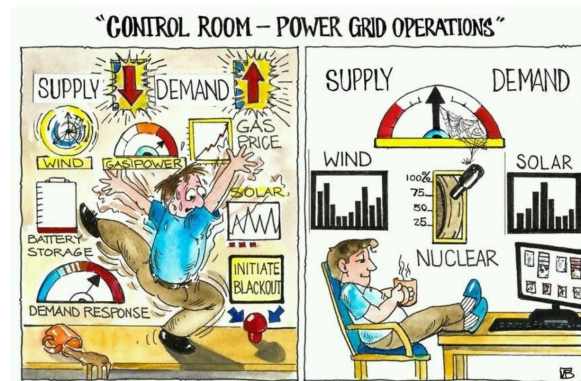
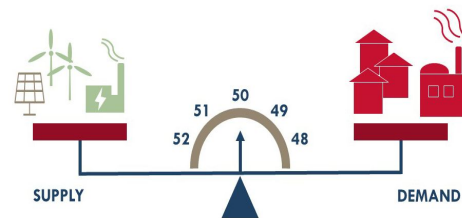
PRODUCTES FINALS:

- Desenvolupament eina prediagnòstic
- Estudi en 14 edificis de Sostre Cívic (+ 2 Industrials + 1 habitatge unifamiliar)
- Creació Model IA gestió flexibilitat de forma automatitzada.
- Estudi i anàlisi en 3 casos pilots habitatge cooperatiu
- Definició pla de màrqueting i model de negoci:

Servei real de flexibilitat de la demanda per les cooperatives d'habitatge,
**treball d'intercooperació dins el marc ESS i amb la inclusió sociolaboral de
persones en risc d'exclusió social (Recibaix Empresa d'Inserció de la Fundació
Formació i Treball).**

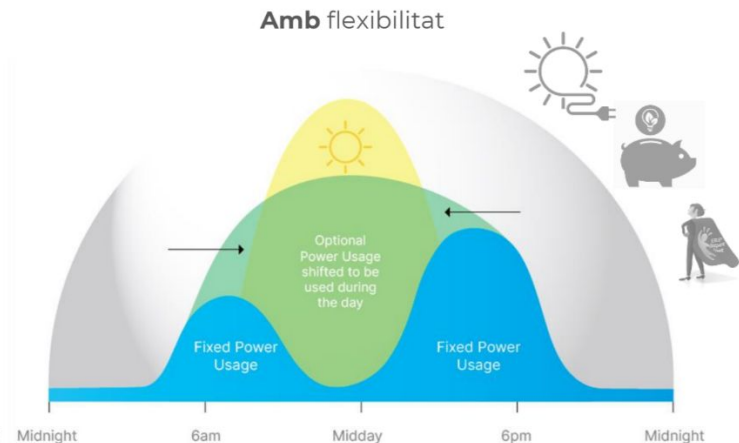
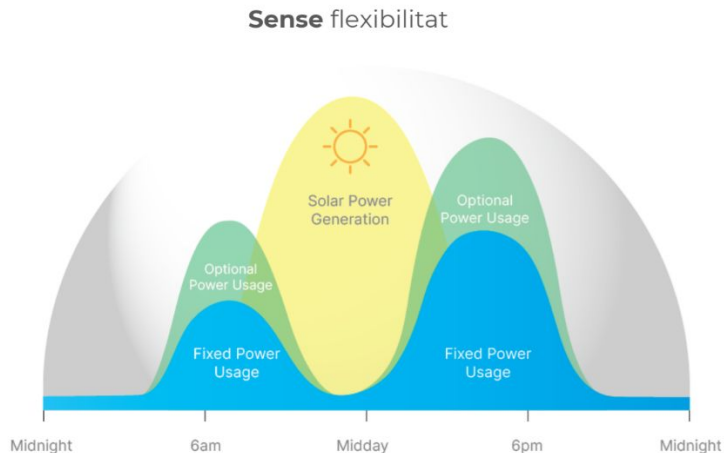
2 Què és la Flexibilitat de la Demanda

- Generació i demanda (consum) han d'estar sempre en equilibri
- Degut a que la generació és descentralitzada, renovable i elèctrica, es creen incentius econòmics perquè la demanda s'adapti (ser flexumer).



2 Què és la Flexibilitat de la Demanda

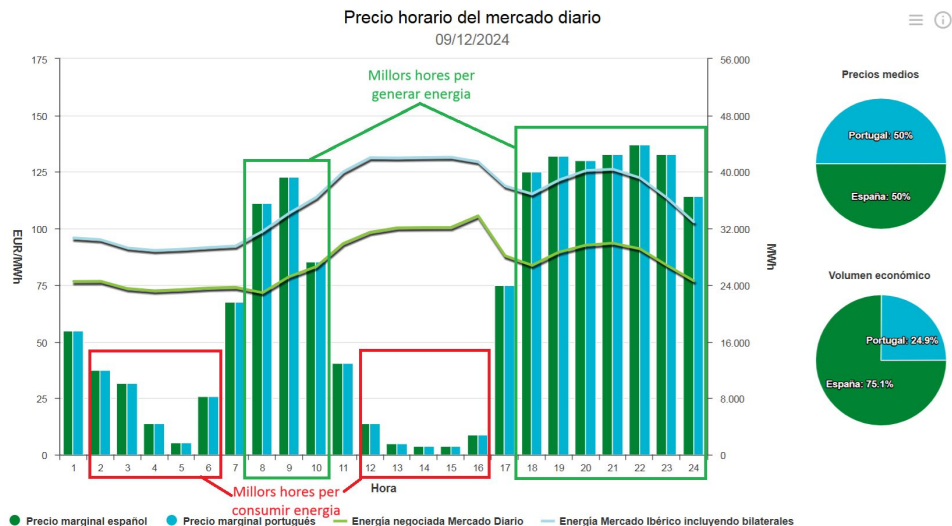
- Moure el consum cap a hores de màxima generació o menor demanda



2 Què és la Flexibilitat de la Demanda

Tipologies de flexibilitat

- La **flexibilitat implícita** consisteix en ajustar els consums als moments en què els preus són més baixos i concentrant la producció en períodes en què els preus són més alts → **Aconseguir un estalvi en la factura**



- La **flexibilitat explícita** consisteix vendre disponibilitat flexible al mercat elèctric, amb la finalitat de millorar la seva operativa → **Ingrès econòmic**

2 Què és la Flexibilitat de la Demanda

Actius flexibles

Equip	Ús a la cooperativa	Flexibilitat
Calefacció/refrigeració centralitzada	Ús col·lectiu	Alta amb acumulador
Rentadores i rentaplats	Ús compartit o individual	Programable però no automatitzable.
Cotxes elèctrics compartits	Comunitari	Alta flexibilitat. Tenir en compte disponibilitat
Bateries	Comunitari (cost elevat)	Alta flexibilitat. Inversió elevada. Permet garantir la flexibilitat als actius menys flexibles.
Instal·lacions fotovoltaïques	Comunitari	Energia a baix cost en hores de sol. Control i gestió dels excedents.

2 Què és la Flexibilitat de la Demanda

Serveis per a l'aplicació de flexibilitat

Equip	Observacions
Gestió de càrregues	Desplaçament de tasques, ja sigui de forma manual o automàtica, cap a moments de producció solar o tarifes més baixes. A nivell comunitari, també es poden explorar acords de subministrament flexibles entre els membres de l'Habitatge Cooperatiu.
Emmagatzematge d'energia elèctrica	L'emmagatzematge d'energia en bateries permet aprofitar l'energia importada durant períodes de baix cost o els excedents generats per una instal·lació fotovoltaica, per alliberar-la en moments de preus elevats o en absència de generació.
Emmagatzematge d'energia tèrmica	Consisteix a variar la temperatura uns graus per sobre o per sota de la consigna habitual, aprofitant moments de producció pròpia d'energia o de tarifes baixes. Útil per aplicar flexibilitat en sistemes de climatització com l'aerotèrmia, la geotèrmia o els sistemes d'aire condicionat. L'energia tèrmica també es pot emmagatzemar en acumuladors específics, com dipòsits d'Aigua Calenta Sanitària (ACS).
Producció elèctrica	Disposar de sistemes de producció elèctrica, com la fotovoltaica, afegeix un nivell addicional de flexibilitat. Durant els períodes de generació d'energia elèctrica, especialment amb fonts renovables, es disposa d'energia neta i habitualment més econòmica en comparació amb l'energia subministrada per la xarxa. Per aquest motiu, és clau sincronitzar la producció renovable local amb els patrons de consum dels usuaris, maximitzant l'ús d'aquesta energia generada in situ.
Sistemes de Gestió d'Energia Avançats	Els Sistemes de Gestió d'Energia (EMS) són solucions intel·ligents dissenyades per mesurar dades en temps real, analitzar-les i optimitzar l'ús de l'energia de manera eficient. En sistemes de producció d'energia renovable, l'EMS pot consultar dades d'interès en fonts d'informació externes com ara predicció meteorològica, pool elèctric diari, històrics de generació i consum, entre d'altres. Escenaris de preu negatiu per la limitació de la injecció d'energia.
Participació en mercats elèctrics	La participació en aquest mercat consisteix, en primera instància en oferir la disponibilitat d'aturar el consum, i en segona en aturar-lo realment en el moment sol·licitat, a canvi d'un incentiu econòmic. Per participar d'aquest servei, l'oferta mínima és d'una potència flexible d'1 MW. Per això sorgeix la figura de l'agregador de la demanda, que permet una participació conjunta al mercat elèctric, com per exemple en Habitatge Cooperatiu o en Comunitats Energètiques.

3 Flexibilitat de la demanda aplicada als Habitatges de SC

Nom edifici	Dades edifici		Serveis energètics		Instal·lació FV							Pre-diagnosi econòmica				Aplicació mesures Flexibilitat				
	Població	Nº UC	Climatització i ACS	Comptador associat	Potència pic FV (kWp)	Energia consumida (kWh/any)	Energia generada estimada (kWh/any)	Energia importada (kWh/any)	Energia exportada (kWh/any)	Energia autoconsum. (kWh/any)	Autoconsum (%)	Cost energia xarxa (€/any)	Estalvi amb flexi (€/any)	Estalvi amb flexi i emmagatz. (€/any)	% Estalvi	Gestió consum	Sistema monitor. i control	Gestió emmagatz elèctric	Gestió emmagatz tèrmic	Gestió càrrega vehicle
La Balma	Barcelona	20	Geotèrmia	Serveis Comuns	9,52	46.953	14.397	38.277	2.572	11.825	82%	5.336		774	14,5%	x		x	x	
La Sala	Calonge	11	Caldera biomassa + Resistència elèctrica	Comptador Únic	30,15	34.807	23.652	23.172	12.019	11.663	49%	3.552	314	1.701	48%	x		x	x	x
Clau Mestra	Sant Cugat del Vallès	11	Caldera biomassa	Comptador Únic	13,6	26.531	15.733	15.467	4.669	11.064	70%	2.403	207	746	31%	x			X	
Cirerers	Barcelona	32	Aerotèrmia	Serveis Comuns	10,8	28.719	7.679	22.872	1.681	5.998	78%	2.726	304	633	23%	x			X	
La Xicoira	Olesa de Montserrat	25	Aerotèrmia	Comptador Únic	10,8	80.947	14.040	69.715	2.808	11.232	80%	10.457	1.127	1.453	14%	x			x	
La Mola	Terrassa	7	Caldera gas	Comptador Únic	3,7	13.276	5.591	9.336	1.651	3.940	70%	1.437	138	329	23%	x		x		
Ponent	Palafugell	4	Caldera gas	FV col·lectiva	4,5	9.222	6.889	3.425	1.092	5.797	84%	650	86	221	34%	x				
La Redolta	Valls	13	Solar tèrmica + Caldera elèctrica	Serveis Comuns	13,48	27.014	12.409	22.374	7.770	4.639	37%	4.093	668	1.634	40%	x		x	x	
Valentí	Sant Joan de Vilatorrada	5	Gas	FV col·lectiva	9,84	13.032	10.882	4.523	2.313	8.509	78%	899	151	441	49%	x		x		
El Turrós	Argelaguer	10	Estufa biomassa + termo elèctric	Comptador Únic	4	9.478	4.889	6.835	2.246	2.643	54%	1.245	182	460	37%	x		X		
Princesa	Barcelona	5	Solar tèrmica + Aerotèrmia	Comptador Únic	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	FV			
Mur	Martorell	14	Solar tèrmica + Termo elèctric		NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x			
Rusc	Manresa	15	Caldera gas		NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x			
Voliana	Lleida	15	Caldera gas	FV col·lectiva	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x			

4 Desenvolupament del model d' IA



Històric de dades per entrenar el model de prediccions:

- Consum elèctric del'edifici i generació elèctrica de l'ISFV
- Dades meteorològiques: temperatura exterior, % nuvolositat, etc.



Neteja i tractament de l'històric:

- Verificació de dades i neteja dels possibles valors erronis
- Normalització i aplicació d'enginyeria de característiques
- Càlcul de la resta de característiques necessàries per entrenar el model: irradiació, index temporal, dies festius, etc.



Entrenament del model de prediccions (Generació i Consum):

- Temporal Fusion Transformer (TFT) amb predicció multi-horitzó a **3 dies vista** (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9) → Quantils
- Ús d'un selector encarregat d'escollir el valor que es trobi dins el quantil que hagi acumulat una major probabilitat durant el seu entrenament amb un **context de 2 setmanes**



Tractament del dataset de sortida per entrenar l'agent:

- Enriquir el dataset amb el **preu de l'energia i potència** a cada instant segons el tipus de tarifa (2.0 TD, 3.0 TD, 6.1 TD ...)



Creació de l'entorn i entrenament de l'agent d'IA:

Aprentatge per reforç (RL): Algoritme **Soft Actor-Critic (SAC)**

$$\pi^* = \arg \max_{\pi} \mathbb{E}_{\tau \sim \pi} \left[\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t (R(s_t, a_t, s_{t+1}) + \alpha H(\pi(\cdot|s_t))) \right]$$

Política òptima d'accions

Expectativa de la seqüència d'estats i accions seguint la política

Factor de descompte de recompenses futures

Recompensa de realitzar una determinada acció a un determinat estat

Factor que permet equilibrar el grau d'incertesa

Incetesa de la política (entropia)

Diferents entorns i aplicacions

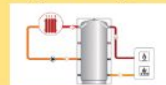
Enmagatzematge elèctric



Veig que demà no farà gaire sol... carrega la bateria ara que el preu és més baix!



Enmagatzematge tèrmic



Escalfa el dipòsit engegant la resistència elèctrica / màquina tèrmica, estalviaràs uns calés!



5 Aplicació en projectes pilot

Pilots en Habitatge Cooperatiu: Clau Mestra

- **Emmagatzematge tèrmic:** aprofitament dels excedents de la instal·lació FV per a sobreescalfar l'acumulador d'ACS amb la resistència elèctrica de suport existent



5 Aplicació en projectes pilot

Pilots en Habitatge Cooperatiu: Cirerers

- **Emmagatzematge tèrmic:** aprofitament dels excedents de la instal·lació FV per a sobreescalfar l'acumulador de clima amb l'aerotèrmia



5 Aplicació en projectes pilot

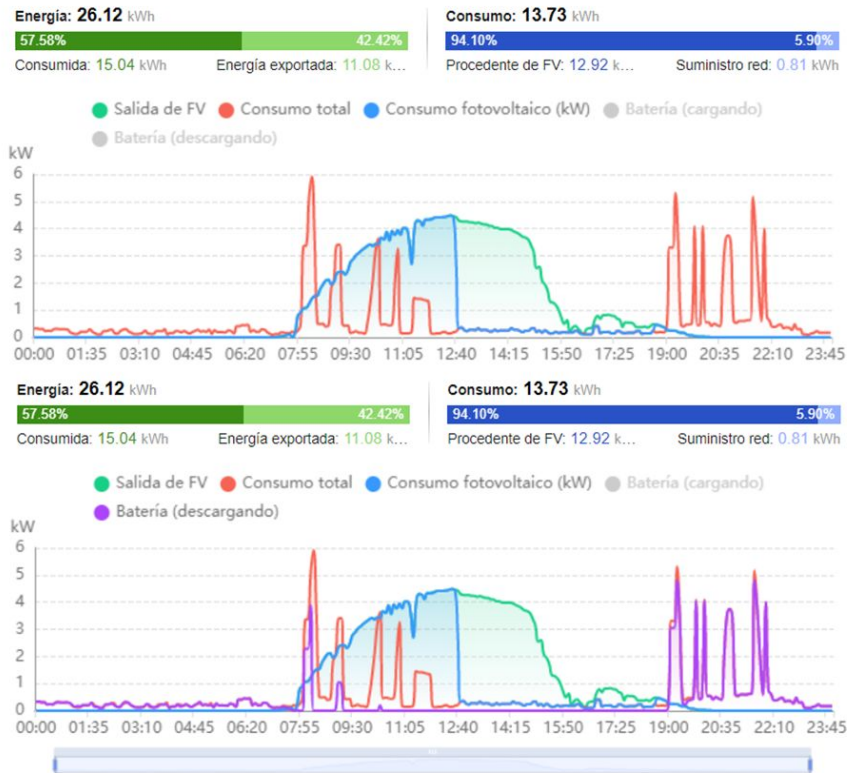
Pilots en Habitatge Cooperatiu: El Turrós

- **Emmagatzematge elèctric:** aprofitament dels excedents de la instal·lació FV per a emmagatzemar-los en una bateria elèctrica.
- **Sistema de back-up**



5 Aplicació en projectes pilot

Pilots en Habitatge Cooperatiu: El Turrós



5 Aplicació en projectes pilot

Pilots en Indústria: Viper

- **Emmagatzematge tèrmic:** gestió dels excedents de la instal·lació FV per baixar temperatura de les càmeres frigorífiques i aprofitar la inèrcia tèrmica fora d'hores solars.
- **Injecció zero en hores de preus negatius:** instal·lació de software que evita l'exportació d'energia generada per la instal·lació FV en hores de preus negatius.



5 Aplicació en projectes pilot

Pilot domèstic: casa unifamiliar

- **Integració de control:** S'ha aprofitat la monitorització existent de diferents equips consumidors per fer una integració conjunta en el nou mòdul del SmartDataSystem amb l'objectiu de poder controlar-los de forma automàtica.



MOLTES GRÀCIES!



info@sostrecivic.cat

info@azimut360.coop

info@arkenova.coop

Promou i finança: la Generalitat de Catalunya - Departament d'Empresa i Treball:

