

# ESTUDI DE VIABILITAT DE COMUNITATS ENERGÈTIQUES EN ENTORNS URBANS

TREBALL FINAL DE GRAU

---



**Alexandra Benedí López**  
Tutora: Ángeles Vázquez-Castro  
Curs: 2020-2021

**Grau de Gestió de Ciutats Intel·ligents  
i Sostenibles**



## **AGRAÏMENTS**

Vull agrair a la meva tutora del TFG, l'Ángeles Vázquez, per guiar-me i aconsellar-me en tot el procés de realització del treball.

També a la meva tutora de pràctiques externes a l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès, l'Anna Mundet, que m'ha proporcionat l'accés a les eines necessàries i ha resolt tots els dubtes que he tingut durant el desenvolupament del projecte.

## Índex

<b>Resum</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Objectius</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Metodologia</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Introducció i context a les Comunitats Energètiques</b> .....	<b>8</b>
3.1. Què són les energies renovables .....	9
3.2. Què són les Comunitats Energètiques.....	10
3.3. Com es financen les Comunitats Energètiques.....	12
3.4. Instal·lacions de sistemes d'emmagatzematge a escala urbana .....	13
<b>4. Recollida de dades i anàlisi a Sant Cugat del Vallès</b> .....	<b>14</b>
4.1. Escenari 1: Pavelló Voleibol Valldoreix.....	15
4.2. Escenari 2: Escola Joan Maragall, veïnat i empreses privades al centre de Sant Cugat .....	16
4.3. Escenari 3: Comunitat de veïns a l'extraradi de Sant Cugat.....	17
<b>5. Simulació i resultats: requeriments mínims</b> .....	<b>18</b>
5.1. Entorn de simulació.....	18
5.2. Resultats: requeriments mínims.....	19
<b>6. Conclusions finals</b> .....	<b>24</b>
6.1. Conclusions .....	24
6.1. Possibles línies de treball i visions de futur .....	26
<b>7. Referències bibliogràfiques</b> .....	<b>28</b>
<b>8. Annexos</b> .....	<b>30</b>
8.1. Enllaç arxius full de càlcul.....	30
8.2. Enllaç arxius AutoCAD.....	30

## ÍNDEX GRÀFICS

<b>Gràfic 1:</b> Evolució de l'autoconsum de la Fotovoltaica compartit. Font: pròpia.....	8
<b>Gràfic 2:</b> Cost plaques fotovoltaïques Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	20
<b>Gràfic 3:</b> Estalvi vs cost Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	20
<b>Gràfic 4:</b> Percentatge autoconsum Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	20
<b>Gràfic 5:</b> Cost plaques fotovoltaïques Escola Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	21
<b>Gràfic 6:</b> Estalvi vs cost Escola Joan Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	21
<b>Gràfic 7:</b> Percentatge autoconsum Escola Joan Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament .....	21
<b>Gràfic 8:</b> Cost plaques fotovoltaïques Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament.....	22

**Gràfic 9:** Estalvi vs cost Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament.....22

**Gràfic 10:** Percentatge autoconsum Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament.....22

### ÍNDIX FIGURES

**Figura 1:** Objectiu de Desenvolupament Sostenible 7. Font: ONU.....13

**Figura 2:** Coberta Pavelló Valldoreix. Font: Google Earth.....15

**Figura 3:** Càlcul superfície Pavelló Valldoreix. Font: AutoCad.....15

**Figura 4:** Coberta Escola Joan Maragall. Font: Google Earth..... 16

**Figura 5:** Càlcul Superfície Escola Joan Maragall. Font: AutoCad.....16

**Figura 6:** Coberta comunitat de veïns. Font: Google Earth.....17

**Figura 7:** Càlcul superfície Comunitat de veïns. Font: AutoCad.....17

**Figura 8:** Radiació solar Sant Cugat del Vallès. Font: ICGC.....19

### ÍNDIX TAULES

**Taula 1:** Característiques Pavelló Valldoreix. Font: Pròpia .....15

**Taula 2:** Característiques Escola Joan Maragall. Font: Pròpia.....16

**Taula 3:** Característiques Comunitat de veïns. Font: Pròpia.....17

**Taula 4:** Consum electricitat Comunitat de veïns. Font: Pròpia.....18

**Taula 5:** Fórmules full de càlcul. Font: Pròpia .....20

**Taula 6:** Proposta instal·lació Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament .....20

**Taula 7:** Proposta instal·lació Escola Joan Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament .....21

**Taula 8:** Proposta instal·lació Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament.....22

**Taula 9:** Resum resultats full de càlcul. Font: Pròpia.....23

## **Resum**

El projecte consisteix en la realització d'un anàlisi de les Comunitats Energètiques en entorns urbans, agafant com referència tres exemples d'edificis a Sant Cugat del Vallès, una escola al centre de la ciutat, un pavelló municipal i una comunitat de veïns, situats a l'extraradi. S'avaluarà si compleixen els requisits mínims - econòmics, físics i socio-legals -, per a què siguin funcionals i sostenibles energèticament, tenint en compte les característiques de cada zona escollida en quant a tipus d'habitatge, localització geogràfica o possible capacitat d'aplicació dels recursos. També s'han determinat els passos a seguir per crear-ne una de nova o adaptar la infraestructura existent. Aquest anàlisi s'ha portat a terme fent una introducció prèvia dels conceptes més importants i de la normativa general d'aplicació a les Comunitats Energètiques.

## **Abstract**

The project consists of an analysis of Energy Communities in urban environments, taking as a reference three examples of buildings in Sant Cugat del Vallès, a school in the city center, a municipal pavilion and a community of residents, located on the outskirts. It will be assessed whether they meet the minimum requirements - economic, physical and socio-legal - for them to be functional and energy sustainable, taking into account the characteristics of each area chosen in terms of type of housing, geographical location or possible capacity application of resources. The steps to create a new one or adapt the existing infrastructure have also been determined. This analysis has been carried out by making a previous introduction of the most important concepts and the general regulations applicable to the Energy Communities.

## **Paraules clau**

Energies renovables, Comunitats Energètiques, autoconsum, emmagatzematge, Peer to Peer, subvencions, Objectius Desenvolupament Sostenible, canvi climàtic, llei de transició energètica.

## **Keywords**

Renewable energies, Energy Communities, self-consumption, storage, Peer to Peer, subsidies, Sustainable Development Goals, climate change, energy transition law.

## 1. Objectius

L'objectiu principal és identificar i definir els requisits mínims, tant econòmics i físics com socio-legals que una Comunitat Energètica ha de complir per la seva aplicació a qualsevol edifici urbà.

Amb aquest objectiu aquest treball contribueix a donar resposta a les preguntes que tant els ciutadans i com els gestors municipals es fan sobre el concepte, la factibilitat i la posada en marxa de les Comunitats Energètiques.

Per aconseguir aquest objectiu principal s'han identificat els següents subobjectius previs:

### **Subobjectiu 1:** Contextualització

- Estat de l'art o marc teòric en les energies renovables
- Reptes i oportunitats en Comunitats Energètiques
- Marc legal. Llei de transició energètica.

En aquest subobjectiu es pretén introduir les energies renovables que es tractaran al llarg del document i associar-lo al concepte de Comunitat Energètica i les diferents tipologies. També es vol incidir sobre com les energies renovables poden contribuir a millorar la gestió energètica i la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub>.

### **Subobjectiu 2:** Treball de camp

Recollida de dades i anàlisi dels tres casos seleccionats situats a tres barris molt diferents de Sant Cugat del Vallès.

- Edifici 1: Pavelló Voleibol Valldoreix
- Edifici 2: Escola Joan Maragall, veïnat i empreses privades al centre de Sant Cugat
- Edifici 3: Comunitat de veïns a l'extra-radi de Sant Cugat

En aquest objectiu es pretén recollir dades sobre el consum i infraestructura dels edificis seleccionats, les característiques de les cobertes, el tipus d'equipament, la localització, la tarifa i consum anual. Així com calcular de superfície útil per a les plaques fotovoltaïques en funció de la potència energètica a obtenir.

## 2. Metodologia

La metodologia utilitzada per a la consecució dels objectius anteriors és la investigació quantitativa no experimental basada en eines ja treballades en l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès. Les dades s'obtenen a través d'observacions, medicions i dades de consum.

Primerament, per a plantejar l'anàlisi, ens hem de posicionar en la pregunta principal que volem respondre, que en aquest cas seria, "quins són els requisits d'una Comunitat Energètica".

Una vegada plantejada la pregunta, per a realitzar el projecte s'han seguit els següents passos:

- 1) Recerca exhaustiva prèvia sobre les Comunitats Energètiques.
- 2) Tria dels edificis segons les seves característiques i diferències.

Els edificis estan triats en tres zones concretes. El primer és un pavelló esportiu situat a Valldoreix, d'ús públic propietat de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès. El segon, és una escola pública al centre de la ciutat on es veurà un exemple d'alta densitat de població i que, per tant, l'espai del que disposa pot ser més limitat. El tercer és una comunitat de veïns a

l'extraradi on els edificis són de nova construcció i estan millor equipats. La diferència més significativa entre els dos primers casos i el darrer, es veurà amb més detall en l'anàlisi que es fa del consum d'energia segons l'època de l'any, de tal manera que hi haurà mesos en que la despesa sigui mínima.

**3) Treball de camp observant el comportament de la radiació en dies diferents.**

En el mes d'abril es van començar a fer els primers estudis presencials, anant a visitar les tres zones i fent les corresponents observacions durant un període curt de temps. L'objectiu era analitzar el comportament del Sol sobre les cobertes.

**4) Situar al Google Maps i al Catastre les diferents perspectives i orientacions dels edificis.**

Per a tenir una coneixença encara més profunda sobre la seva situació respecte els altres edificis del seu entorn i així poder-la comparar també amb les condicions dels edificis posteriorment estudiats en detall. Aquestes eines ens proporcionen una visió específica de la zona en 3D, vista des de diferents angles.

**5) Recollir les dades del consum extretes de la web d'Endesa sobre els dos edificis municipals.**

Aquesta tasca s'ha fet durant les pràctiques externes a l'Ajuntament de Sant Cugat, concretament al departament de Sostenibilitat i Medi Ambient, on hi ha els experts en l'àmbit de l'energia i que treballen sobre les dades dels comptadors. En el cas de la comunitat de veïns les dades van ser proporcionades per l'Administradora de Finques.

**6) Fer els càlculs sobre les dades de consum.**

Durant el mes de maig s'introdueixen a les taules totes les dades recollides sobre el consum de cada edifici i es fan els càlculs convenients per a determinar la tipologia adequada de Comunitat Energètica.

**7) Calcular superfícies mitjançant l'eina AutoCad.**

Aquesta eina ajuda a calcular la superfície màxima de les teulades i terrats on es posaran les plaques fotovoltaïques.

**8) Classificar les característiques dels tres projectes**

Amb l'ajuda de les eines anomenades anteriorment, s'examinarà la superfície disponible per a la futura instal·lació fotovoltaïca, segons el seu posicionament en funció de la inclinació del sostre i es fa una breu descripció de la situació.

**9) Introduir les dades al full de càlcul proporcionat per l'Ajuntament.**

En aquest arxiu consten les funcions i fórmules necessàries per a l'anàlisi corresponent.

**10) Determinar quin tipus d'autoconsum serà el de cada edifici segons les seves característiques.**

A partir d'aquest punt s'analitza la tipologia d'autoconsum adequada a la qual poden accedir els usuaris de les Comunitats Energètiques d'acord amb les seves possibilitats.

**11) Crear un mapa de situació de la radiació solar a Sant Cugat del Vallès amb l'eina d'ArcMap.**

La metodologia seguida s'explicarà detalladament més endavant.

**12) Extreure els resultats oportuns.**

Aproximació del cost d'una obra d'aquest calibre, estimant un pressupost inicial i seguidament s'informa de les possibles financeracions i ajuts que estan disponibles amb l'objectiu de fomentar la sostenibilitat.

**13) Exposar les conclusions i els requisits mínims necessaris per a crear les Comunitats Energètiques.**

Un cop finalitzat l'estudi s'extreuen els resultats que determinaran els requisits necessaris - econòmics, físics i socio-legals - per a portar a terme les Comunitats Energètiques i s'avalua si en els casos proposats és viable l'instal·lació de les plaques fotovoltaïques.

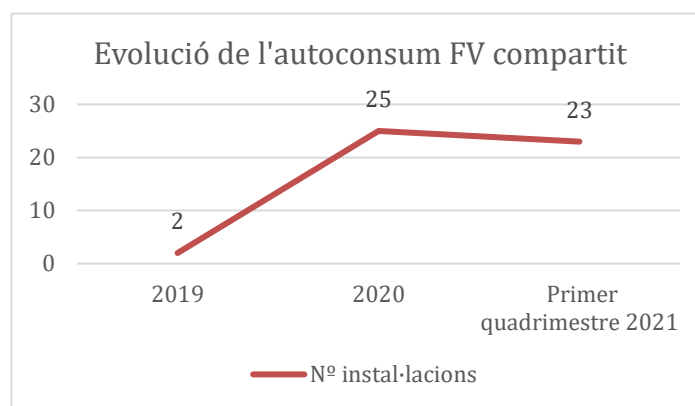
### 3. Introducció i context a les Comunitats Energètiques

La societat es troba actualment en una situació amb molts reptes relacionats amb el canvi climàtic. És per això que és necessària la conscienciació i educació de la població per actuar de manera col·lectiva i intentar fer un canvi significatiu.

Aquest Treball de Final de Grau aprofita els coneixements adquirits durant les pràctiques al Departament de Sostenibilitat i Medi Ambient de l'Ajuntament que m'han permès tenir una visió de la importància que tenen les energies renovables aplicades a una ciutat com és la de Sant Cugat del Vallès. Aquest municipi està situat a la comarca del Vallès Occidental, amb una àrea de 48,23 km<sup>2</sup> i una població de 92.977 habitants (Idescat, 2021).

Les instal·lacions d'autoconsum fotovoltaic poden cobrir una bona part de les necessitats energètiques dels habitatges i de les infraestructures públiques i privades. Això fa possible l'estalvi d'una part de les despeses energètiques i també contribueix a la sostenibilitat mediambiental.

L'anomenat popularment "Impost al Sol" (RD 900/2015) va provocar que els possibles usuaris, desistissin en les energies solars, ja que aquest decret llei regulava que els productors de renovables havien de contribuir al finançament al sistema elèctric igual que la resta de consumidors, tot i que utilitzessin menys aquesta xarxa (Factorenergia, 2018). Per tant, pagaven el mateix doblement. Aquest decret va suposar un gran retrocés per a la instal·lació d'energies renovables, encara que aquest tipus d'energia és una gran aposta de futur al nostre territori degut a la quantitat d'hores solars diàries.



Gràfic 1: Evolució de l'autoconsum de la Fotovoltaica compartit. Font: pròpia

L'autoconsum d'energia fotovoltaica compartida, encara que es troba en una fase molt inicial, ha anat creixent significativament a Catalunya des de l'any 2019, una vegada derogat el decret de l'Impost al Sol i aprovats els decrets RD 15/2018 i RD 244/2019 que estableixen les condicions per a l'autoconsum fotovoltaic (Boletín Oficial del Estado, 2019).

D'aquesta manera, s'ha passat de 25 instal·lacions destinades a aquesta tipologia d'autoconsum al 2020 a un total de 23 només en el primer quadrimestre del 2021, tal i com es mostra al Gràfic 1, elaborat amb dades extretes de l'Institut Català d'Energia (Gencat, n.d). Observant aquestes dades i seguint amb el patró actual, es pot preveure que el creixement continuï en els pròxims anys.

Aquest treball s'endinsa en el món de les energies renovables a través de les Comunitats Energètiques, estudiant tres possibles casos pràctics d'instal·lacions fotovoltaiques.



### 3.1. Què són les energies renovables

És un tipus d'energia generada a partir de fonts naturals. Són energies netes i que no generen gasos hivernacle, per tant no contribueixen al canvi climàtic i són més eficients. Es caracteritzen per no utilitzar combustibles fòssils, sinó que utilitzen recursos que es renoven il·limitadament, amb poc impacte ambiental ja que no generen residus contaminants (Factorenergia, 2018). Són conegudes també com a energies alternatives i verdes.

#### 3.1.1. Tipus d'energies renovables

A la natura es troben les fonts inesgotables per a extreure l'energia (Planas, 2015). L'energia renovable s'obté de la transformació de les fonts naturals. Les principals energies renovables són la hidràulica, la eòlica, la biomassa, el biogàs, l'hidrogen, la mareomotriu i onades, la geotèrmica i per últim, i una de les més rellevants, la solar, que és sobre la que tracta aquest estudi.

L'energia solar és l'energia que aprofita directament la radiació solar. Hi ha dos tipus:

- *L'energia solar tèrmica*: La radiació solar és convertida en energia calorífica.
- *L'energia solar fotovoltaica*: La radiació solar és transformada en electricitat a través de panells solars. Sent aquesta la principal energia renovable d'aquest projecte. L'electricitat produïda pel generador fotovoltaic és de corrent continu i, per tant, s'haurà d'adequar per poder ser injectada a la xarxa interna de l'edifici. Aquesta funció és la que compleix l'inversor.

#### 3.1.2. Avantatges i inconvenients

Entre els principals avantatges de les energies renovables està el fet que no fan malbé el medi ambient al no generar residus en la seva producció. Són més segures ja que no impliquen riscos per la salut. S'obtenen a través de fonts d'energia inesgotable, són alternatives per a les energies nuclears i són recursos naturals gratuïts. És possible produir-les en llocs aïllats que no tenen accés a la xarxa elèctrica convencional. El fet de produir la pròpia energia, permet la independència energètica, i evitar, en alguns casos, haver-la de comprar a països estrangers. Finalment, potencien l'autoconsum ja que els habitatges poden ser autosuficients en el consum d'electricitat (AuraEnergía, n.d).

Però també s'han de tenir en compte els inconvenients, ja que segons el tipus d'energia renovable, pot tenir afectacions sobre l'ecosistema perquè no totes són completament verdes, és a dir, no contaminants. Un exemple seria l'energia geotèrmica, ja que arrossega sals i minerals tòxics a la superfície. També pot tenir un impacte ambiental i paisatgístic. Un altre inconvenient és que l'obtenció d'aquest tipus d'energia és irregular, no sempre es tenen les millors condicions per obtenir-ne i conseqüentment, es necessita un emmagatzematge d'energia lo suficientment potent per acumular una gran quantitat d'aquesta. Per últim, és necessari una inversió inicial per a disposar d'energies renovables.

### **3.2. Què són les Comunitats Energètiques**

Una Comunitat Energètica és un conjunt d'entitats jurídiques de participació oberta que estan formades per la ciutadania, l'administració pública i/o petites i mitjanes empreses (Aiguasol, 2020). L'objectiu és acordar de forma col·lectiva la generació d'energia i l'autoconsum d'un edifici, de cases individuals o altres instal·lacions (Suno, 2020). D'aquesta manera s'assoleix un nivell de gestió de l'energia que es genera i consumeix de la forma més eficient possible (immediari, 2020).

Els usuaris tenen un paper actiu dins l'escenari de la transició energètica, aconseguint un sistema just i democràtic, dins d'uns marcs jurídics, que ajudaran a la reducció les emissions d'efecte hivernacle.

#### **3.2.1. Què aporten**

Les Comunitats Energètiques donen possibilitat de compartir l'energia entre entitats que no tenen capacitat de generació i altres que tenen excedent de producció. Això permet una bona gestió de l'ecosistema energètic, optimitzant la distribució entre els usuaris i potenciant l'autoconsum global. Sempre s'hauran de definir prèviament les quotes de contribució de cada usuari/comunitat per aconseguir l'estalvi econòmic desitjat segons l'aportació energètica de cada part (Emelcat, n.d).

Les Comunitats Energètiques renovables també anomenades CER promouen les instal·lacions renovables que són de proximitat, al igual que les CEC (Comunitats Energètiques Ciutadanes), que aporten altres serveis energètics com la mobilitat elèctrica, l'eficiència energètica i la resta de serveis (Suno, 2020).

La seguretat econòmica que aquestes instal·lacions generen se segueix mantenint, sempre i quan hi hagi una bona gestió dels costos i els recursos de cada comunitat.

#### **3.2.2. Principals funcions**

Les funcions principals que poden desenvolupar les Comunitats Energètiques relacionades amb l'impacte mediambiental i social són (Sapiens & Sacri, 2020):

- Generació d'energia renovable.
- Autoconsum compartit i instal·lacions col·lectives de generació d'energia renovable.
- Manteniment de les instal·lacions i gestió de la distribució d'energia.
- Subministrament de l'energia amb la compra d'energia renovable en el mercat d'electricitat majorista.
- "Peer to peer", és a dir, l'intercanvi de l'energia produïda entre els clients/comunitats.
- Serveis amb flexibilitat de les distribuïdores i l'operador del sistema de xarxes.
- Emmagatzematge d'energia compartida.

### 3.2.3. Com funcionen

Funcionen democràticament, ja que és una iniciativa d'un grup d'individus que s'inicia amb la creació d'una entitat jurídica (Sapiens & Sacri, 2020). Pot ser una societat, cooperativa o associació i el seu objectiu és generar un guany mediambiental i social, portant a terme un model de sostenibilitat tal com ho expressa la directiva europea d'energies renovables.

Pel seu funcionament es necessita que els socis de la Comunitat Local d'Energia facin la corresponent contractació col·lectiva i compartida de subministres i instal·lacions del municipi, polígons industrials o comunitats de veïns on es vol situar (Villar, 2019). La seva finalitat és estalviar mitjançant la generació col·laborativa d'energia verda, assequible i de proximitat.

### 3.2.4. Avantatges

L'avantatge principal de les Comunitats Energètiques, com ja s'ha anat anomenant al llarg del document, és l'accés assequible als recursos d'energia renovable de manera justa, cobrint les necessitats dels consumidors i fomentant la democràcia energètica (Sapiens & Sacri, 2020).

Per altra banda, es generen ocasions d'inversió per a les empreses, comunitats locals i ciutadans, com també, facilita l'augment dels ingressos i promou l'economia de proximitat. D'aquesta manera es garanteixen les necessitats socioeconòmiques i fa possible destinar els beneficis en l'eficiència energètica (Webatt, 2020). També es fomenta la participació ciutadana en benefici propi, col·laborant en el desenvolupament i la posada en pràctica, així com contribueix a la conscienciació social per la sostenibilitat.

### 3.2.5. Reptes i oportunitats

#### Reptes:

Un dels majors reptes a què s'enfronta aquest tipus de comunitat és la conscienciació de la ciutadania sobre la situació en què vivim i aconseguir que s'activi contra el canvi climàtic. Es pretén fomentar una confiança ferma sobre el sector energètic i les seves oportunitats. Mitjançant la col·laboració entre els diferents agents locals i l'acord d'estratègies comunes es pot intentar aixecar la veu per canviar el sistema centralitzat vigent on la ciutadania és la principal consumidora.

#### Oportunitats:

Les oportunitats que ens brinden les Comunitats Energètiques són, reduir les emissions de CO<sub>2</sub>, minimitzar entre 30% i 50% la despesa energètica i consumir energia verda. D'aquesta forma es podrà participar activament en el canvi energètic, impulsant un consum responsable i innovador (Sapiens & Sacri, 2020).

### 3.2.6. Inconvenients

Malgrat algunes facilitats que s'estan donant actualment per a incentivar les Comunitats Energètiques, també es troben barreres significatives com poden ser els canvis en les normatives o possible reducció dels incentius públics. Un dels inconvenients al que ha hagut de fer front l'energia fotovoltaica ha sigut l'impediment legal, així com el tractament desfavorable per part dels organismes

de l'Estat fins fa relativament poc. Degut a que està en desenvolupament, hi ha encara una falta en el marc normatiu i una complexitat notable en el procés administratiu. A més, els usuaris poden trobar dificultat en l'accés a la financiació a causa de la poca confiança dels inversors.

### 3.2.7. Tipologia

Hi ha quatre principals tipologies de Comunitats Energètiques (Ajuntament Sabadell, 2020):

- Comunitat Energètica en un sol edifici on es produeix la despesa i on es generarà l'energia d'autoconsum.
- L'energia es produeix en un altre edifici proper, fent un acord de la zona de l'instal·lació amb els corresponents propietaris.
- Comunitat que té el punt de connexió a la xarxa de baixa tensió en el mateix centre de transformació.
- Comunitat que té una distància màxima de 500 m entre el punt de subministrament dels usuaris i la connexió a la xarxa de baixa tensió.

### 3.3. Com es financen les Comunitats Energètiques

- **A través de fons propis:** El cost de la instal·lació és repartit entre els membres de la comunitat de manera directa, representant un estalvi en les factures de cada membre segons la seva inversió i d'acord amb la distribució de coeficients (Ajuntament Sabadell, 2020).
- **Préstec de bancs o mitjançant tercers:** Hi ha un estalvi en les factures de cada membre, depenent de la inversió i l'acord de la distribució de coeficients però, en aquest cas, afegint interessos del préstec.
- **Mitjançant una ESE (Empresa de Serveis Energètics):** La inversió inicial que suposa la instal·lació l'assumeix l'empresa, que s'emportarà el benefici durant un període establert. Una vegada acabat el termini, la titularitat i els beneficis de la instal·lació passaran a ser dels membres de la comunitat. No hi ha una despesa econòmica inicial per part d'aquests.

#### 3.3.1. Llei transició energètica

L'objectiu d'aquesta llei és determinar els principis legislatius que es fixaran posteriorment a la política energètica i així avançar cap a models de baixes emissions dels que són els principals sectors productius, fent un bon repartiment del consum energètic. Pretén assolir també el menor cost possible, conservant la competitivitat. Té la finalitat d'esdevenir una oportunitat per a impulsar el creixement econòmic, així com assolir una economia i societat de consum de recursos materials mínims, garantint d'aquesta manera els Objectius del Desenvolupament Sostenible (Red Elèctrica de España, 2017).

L'article 19 de la Llei del canvi climàtic (Llei de transició energètica de Catalunya i transformació de l'Institut Català d'Energia en l'Agència d'Energia de Catalunya) estableix que *“les mesures que s'adoptin en matèria d'energia han d'anar encaminades a la transició energètica cap a un model cent per cent renovable, desnuclearitzat i descarbonitzat, neutre en emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, que redueixi la vulnerabilitat del sistema energètic català i garanteixi el dret a l'accés a l'energia com a bé comú”* (Institut Català d'Energia en l'Agència d'Energia de Catalunya, n.d).

### 3.3.2. Objectius agenda 30 (canvi climàtic)

L'alteració del clima i les temperatures de la Terra són un fet, i està començant a afectar de manera irreversible els ecosistemes. L'augment dels gasos d'efecte hivernacle causat per l'activitat humana està provocant un deteriorament de la capa d'ozó (Mans Unides, n.d). És per aquesta raó que es van plantejar els Objectius de Desenvolupament Sostenible enfocats al 2030.



Figura 1: Objectiu de Desenvolupament Sostenible 7. Font: ONU

Un dels objectius que pot fer un gran canvi a nivell mundial és l'Objectiu 7: Energia Assequible i no contaminant, mostrat en la Figura 1.

Aquest treball intenta donar resposta i contribuir a aquest objectiu concret, ja que avui dia el consum d'energia representa al voltant del 60% de les emissions de CO<sub>2</sub> (Sapiens & Sacri, 2020).

### 3.4. Instal·lacions de sistemes d'emmagatzematge a escala urbana

Per mitjà de bons sistemes d'emmagatzematge es pot arribar a nivells d'eficiència majors, per tant es redueixen costos i es té una responsabilitat amb la sostenibilitat gràcies a la regulació d'energia propera (Elmecat, n.d). Avui dia es poden gestionar grans fluxos d'energia de manera flexible. Per això fa falta un emmagatzematge i una bona gestió de la regulació, ja sigui a petita o gran escala de generació d'autoconsum per a que estigui a l'abast de la societat.

Les Comunitats Energètiques poden disposar d'un emmagatzematge a escala urbana, amb instal·lacions municipals o micro-xarxes amb la col·laboració de diferents actors. També hi ha instal·lacions a nivell mitjà, entorn a espais industrials o serveis, de 10KW a 1MW.

Les instal·lacions d'emmagatzematge han de poder adaptar-se als nivells de dimensionalitat de cada cas, de tal manera que permeti ajustar la generació i demanda de la ciutadania (Aiguasol, 2020).

#### 3.4.1. Factors i elements necessaris generals

La diferència principal entre una instal·lació fotovoltaica individual i una d'autoconsum compartit és que s'ha de calcular el repartiment de l'energia generada per a cada consumidor.

Els **aspectes tècnics** no varien (Villar, 2019):

- *Sistemes de generació d'energies renovables*: Plaques fotovoltaïques, inversor.
- *Xarxa de distribució de l'energia*: Un comptador digital per registrar i enviar a la companyia distribuïdora l'energia generada per la instal·lació.
- *Bateries d'emmagatzematge*: Si es volen acumular els excedents d'energia.
- *Sistemes de Control/Seguretat*: Sistema anti-abocament de les instal·lacions sense excedents, per a evitar injeccions d'energia a la xarxa. Cablejat, proteccions elèctriques i altres elements de seguretat.
- *Serveis de manteniment*.
- *Flexibilitat*: capacitat d'adaptació de la demanda a l'oferta d'energia en cada moment.

#### **Aspectes socials:**

Un objectiu important és divulgar el coneixement dels beneficis socials, econòmics i ambientals que comporten les Comunitats Energètiques (Aiguasol, 2020). S'ha de conscienciar la població amb tota la informació disponible, ja que així tindran més confiança cap als actors que col·laboren i també canviar la governança del sistema energètic per encaminar-nos cap a una transició energètica. Es necessiten acords entre totes les parts implicades.

La tipologia d'instal·lació no canvia si es decideix que l'energia es reparteix entre més o menys clients. Només és necessari que tinguin a la seva disposició un comptador digital, i així poder calcular el repartiment de l'energia a través de la empresa distribuïdora elèctrica.

### 3.4.2. Autoconsum

L'autoconsum és el consum d'energia elèctrica directament generada per les plaques fotovoltaïques (Elecsum, n.d).

Els beneficis de l'autoconsum són tant ambientals, reduint les emissions d'efecte hivernacle causades en el procés de generació d'energia, com econòmics, evitant el cost provocat per les pèrdues d'energia en el seu transport i distribució. També comporta un guany pels usuaris, ja que el cost de produir energia a través de fonts renovables és gairebé nul una vegada fetes les instal·lacions necessàries. La repercussió immediata és que disminueix la dependència amb les empreses que gestionen el mercat elèctric.

L'autoconsum pot ser individual o compartit (Ajuntament Sabadell, 2020). En aquest treball es posa èmfasis al consum compartit, ja sigui per impulsar les Comunitats Energètiques, o per estimular les instal·lacions amb més capacitat i així reduir temps i despeses.

### 3.4.3. Modalitats d'autoconsum

Hi ha tres modalitats d'autoconsum (Ajuntament Sabadell, 2020):

#### **Sense excedent:**

El total de l'energia produïda és destinada a l'autoconsum. El sistema fotovoltaic està connectat directament a la xarxa elèctrica, però, mitjançant un sistema anti-bolcament, no hi ha injecció a la xarxa i per tant, si hi ha excedents i no hi ha instal·lacions d'emmagatzematge aquests es perden.

#### **Amb venda d'excedents (sense compensació):**

El total de l'energia produïda es pot consumir pels propis membres de la comunitat però també es pot injectar a la xarxa en cas d'excedent. L'energia no consumida es ven a la comercialitzadora. No hi ha limitació dels ingressos obtinguts amb la instal·lació. Aquesta modalitat és utilitzada en instal·lacions grans (Som Energia, 2020).

#### **Amb compensació d'excedents:**

El total de l'energia produïda es pot consumir pels propis membres de la comunitat, però també es pot injectar a la xarxa en cas d'excedent, permetent una compensació mensual de l'energia que és comprada i pactada amb la comercialitzadora. La compensació automàtica és possible gràcies als comptadors digitals. Aquesta alternativa és viable per les comunitats de veïns per a no dependre del mercat i reduir el tràmits.

La modalitat d'autoconsum amb excedents i compensació és la que ha estat escollida en aquest projecte. També és la d'aplicació preferent a l'Ajuntament de Sant Cugat.

## 4. Recollida de dades i anàlisi a Sant Cugat del Vallès

Aquest estudi busca trobar els requisits mínims (econòmics, físics i socio-legals) i la viabilitat dels tres projectes triats per allotjar una instal·lació solar fotovoltaica basada en dos factors principals proposats per l'Ajuntament:

- El primer és **la màxima superfície disponible**: Quan major número de metres quadrats sense ombres, obstacles o forats hi ha a la coberta, es disposa de més capacitat de mòduls i per tant,

major potència pic possible. Quan es tracta d'una coberta inclinada, també s'ha de tenir en compte l'orientació de la coberta.

- El segon és el **potencial de valoritzar l'energia fotovoltaica produïda**: S'estudia quina quantitat d'energia produïda es podrà autoconsumir, ja sigui pel propi edifici o per a un autoconsum compartit amb altres edificis municipals o colindants. Sempre es pren com a potència instal·lada la més gran que sigui possible i es té en compte un sobrecost al càlcul del pressupost de la instal·lació.

S'ha procedit a fer un estudi per a cada edifici, classificant de les dades i posteriorment fent el càlcul de les cobertes. Les mesures s'han extret del Cadastre i el càlcul de la superfície s'ha realitzat mitjançant l'eina AutoCAD\*:

\*L'autoCad és un programa de disseny assistit mitjançant un ordinador que fa dibuixos i mesures en 2D i 3D.

#### 4.1. Escenari 1: Pavelló Voleibol Valldoreix



Figura 2: Coberta Pavelló Valldoreix. Font: Google Earth

<b>Tipus de coberta</b>	Inclinada
<b>Tipus d'equipament</b>	Poliesportiu
<b>Coordenades</b>	41,454417637841200 (longitud), 2,0416257741426600 (latitud)
<b>Orientació de la coberta</b>	SUD
<b>Ombres</b>	Sí, provocades per les sortides de la calefacció
<b>Obstacles coberta</b>	Sortides calefacció
<b>Forats a la coberta</b>	No
<b>Superfície total de la coberta (m2)</b>	819,818
<b>Consum (kWh/any)</b>	76.301
<b>Tarifa</b>	3.0*
<b>Altres</b>	Coberta pública

Taula 1: Característiques Pavelló Valldoreix. Font: Pròpia

\* Les Tarifes 3.0 estan creades per a tarifes de llum que superen els 15 kW de potència.

Càlcul de la superfície coberta:



Figura 3: Càlcul superfície Pavelló Valldoreix. Font: AutoCad (Annex 4)

El total de superfície de la coberta de la Figura 2, calculada en la Figura 3, és de 819,818 m2.

## 4.2. Escenari 2: Escola Joan Maragall, veïnat i empreses privades al centre de Sant Cugat



Figura 4: Coberta Escola Joan Maragall. Font: Google Earth

<b>Tipus de coberta</b>	Plana
<b>Tipus d'equipament</b>	Escola
<b>Coordenades</b>	41,47416399315200 (longitud), 2,0792484761678700 (latitud)
<b>Orientació de la coberta</b>	SUD
<b>Ombres</b>	No
<b>Obstacles coberta</b>	Sortida d'aire
<b>Forats a la coberta</b>	No
<b>Superfície total de la coberta (m2)</b>	669,6935
<b>Consum (kWh/any)</b>	45.641
<b>Tarifa</b>	3.0
<b>Altres</b>	Coberta pública

Taula 2: Característiques Escola Joan Maragall. Font: Pròpia

Càlcul superfície de la coberta:

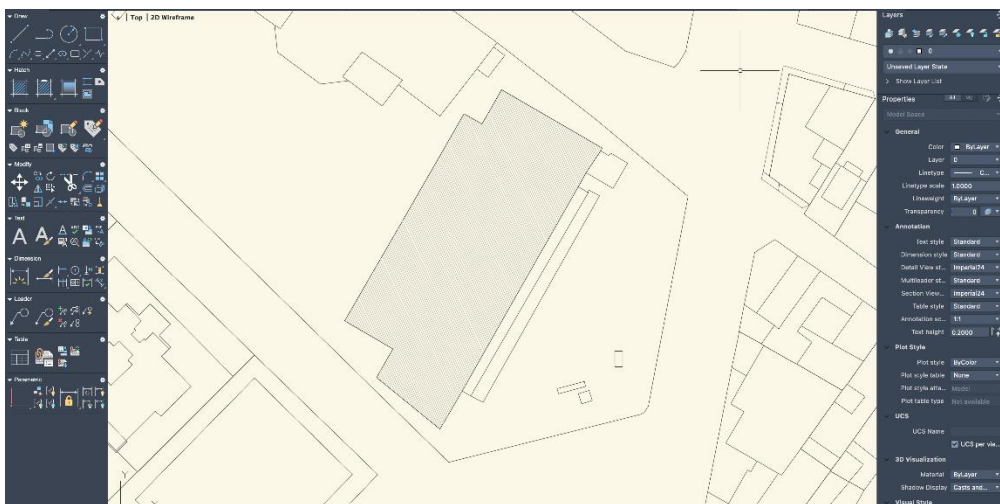


Figura 5: Càlcul Superfície Escola Joan Maragall. Font: AutoCad (Annex 5)

La superfície total de la coberta de la Figura 4, calculada en la Figura 5, és de 669,6935 m2.



### 4.3. Escenari 3: Comunitat de veïns a l'extraradi de Sant Cugat



Figura 6: Coberta comunitat de veïns. Font: Google Earth

<b>Tipus de coberta</b>	Inclinada
<b>Tipus d'equipament</b>	Domèstic
<b>Coordenades</b>	41,48224072603330 (longitud), 2,0906558354682700 (latitud)
<b>Orientació de la coberta</b>	SUD
<b>Ombres</b>	No
<b>Obstacles coberta</b>	Xemeneies
<b>Forats a la coberta</b>	No
<b>Superfície total de la coberta (m2)</b>	662,289
<b>Consum (kWh/any)</b>	100.033
<b>Tarifa</b>	3.0
<b>Altres</b>	Coberta privada

Taula 3: Característiques Comunitat de veïns. Font: Pròpia

Càlcul de la superfície:



Figura 7: Càlcul superfície Comunitat de veïns. Font: AutoCad (Annex 6)

La superfície total de la coberta de la Figura 6, calculada a la Figura 7, és de 662,289 m2.

S'han obtingut les dades de consum d'un dels edificis i s'ha fet una extrapolació del consum aplicant-ho als 12 edificis de la comunitat de veïns, amb la següent configuració: 8 edificis de 8 habitatges i 4 edificis de 16 habitatges cadascun (són edificis dobles).

El consum total de la comunitat de veïns es pot veure seguidament a la Taula 4:

Zona comunitària		Pàrquing		Escala de referència		Total Escales	
Període	Consum (kWh)	Període	Consum (kWh)	Període	Consum (kWh)	Període	Consum (kWh)
12/12/2019 al 13/01/2020	119,51	Desembre-Gener	1807	Desembre-Gener	420	Desembre-Gener	6720
13/01/2020 al 12/02/2020	103,58	Gener-Febrer	2064	Gener-Febrer	421	Gener-Febrer	6736
12/02/2020 al 10/03/2020	99,3	Febrer-Març	1798	Febrer-Març	393	Febrer-Març	6288
10/03/2020 al 14/04/2020	115,05	Març-Abril	2091	Març-Abril	378	Març-Abril	6048
14/04/2020 al 11/05/2020	114,08	Abril-Maig	2047	Abril-Maig	334	Abril-Maig	5344
11/05/2020 al 10/06/2020	228,12	Maig-Juny	1822	Maig-Juny	367	Maig-Juny	5872
10/06/2020 al 12/07/2020	320,69	Juny-Juliol	1984	Juny-Juliol	365	Juny-Juliol	5840
12/07/2020 al 12/08/2020	353,08	Juliol-Agost	2023	Juliol-Agost	399	Juliol-Agost	6384
12/08/2020 al 13/09/2020	412,97	Agost-Setembre	2153	Agost-Setembre	354	Agost-Setembre	5664
13/09/2020 al 13/10/2020	206,89	Setembre-October	2003	Setembre-October	381	Setembre-October	6096
13/10/2020 al 11/11/2020	242,71	October-Novembre	1973	October-Novembre	395	October-Novembre	6320
11/11/2020 al 13/12/2020	265,11	Novembre-Desembre	1911	Novembre-Desembre	404	Novembre-Desembre	6464
<b>Total</b>	<b>2581,09</b>	<b>Total</b>	<b>23676</b>	<b>Total</b>	<b>4611</b>	<b>Total</b>	<b>73776</b>
				<b>Consum total comunitat (kWh)</b>	<b>100033,1</b>		

Taula 4: Consum electricitat Comunitat de veïns. Font: Pròpia

Per a fer un càlcul adequat de les cobertes on estaran situades les instal·lacions, s'ha de tenir en compte que les files de plaques fotovoltaïques han d'estar separades entre elles 1'7 m, degut a la seva inclinació i així evitar que es facin ombres entre elles.

Una vegada classificades totes les dades, es procedirà a determinar quina és la tipologia d'autoconsum de cada edifici segons les seves característiques. Abans, però, es farà una petita introducció a la matèria.

## 5. Simulació i resultats: requeriments mínims

### 5.1. Entorn de simulació

El full de càlcul amb què s'extreuen els resultats és el proporcionat per l'Ajuntament de Sant Cugat durant les meves pràctiques externes, com ja s'ha comentat als punts 5 i 9 de la metodologia. És una eina feta expressament per a calcular cadascuna de les dades que es necessiten per tal d'analitzar els requisits mínims per a posar plaques fotovoltaïques.

Per a fer un estudi encara més detallat sobre els edificis treballats s'ha creat un mapa on apareix la radiació solar de les tres casuístiques amb una mitjana anual.

L'eina ArcMap, que forma part dels SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica), permet l'anàlisi de la ubicació de les instal·lacions fotovoltaïques de forma que aprofitin degudament els recursos naturals. D'aquesta manera es poden extreure conclusions de resultats mitjançant l'observació de les composicions de mapes.

Per tal d'avaluar la radiació a Sant Cugat de Vallès, s'ha dut a terme el següent procediment:

- 1) Primer de tot, s'ha descarregat el ràster de la pàgina web de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICGC, n.d). Després amb l'eina ArcMap, de l'aplicació d'ArcGis Desktop, s'obre el ràster descarregat. Aquesta eina ens permet crear mapes i fer anàlisis espacials per extreure resultats.
- 2) A continuació, per tal de poder treballar amb el format adequat, s'ha convertit l'arxiu descarregat de ràster .TXT a .TIFF, per a visualitzar i mosaicar les sis zones descarregades.

- 3) Seguidament, amb l'eina de Conversion Tools, Spatial Analysis Tools i Solar Radiation s'ha afegit l'àrea de radiació solar.
  - 4) Un cop obtingut el resultat del geo-processament esmentat, es descarrega una ortofoto de la zona a treballar, en aquest cas de Sant Cugat del Vallès, per a posar-la al darrere de la de radiació i poder especificar l'entorn dels tres casos estudiats.
  - 5) Quan ja estan les dues capes una sobre l'altre, es defineix la transparència al 25% i es crea un shapefile per digitalitzar els punts pertanyents als edificis. D'aquesta manera es pot visualitzar els valors de la radiació en kWh/m<sup>2</sup> en els tres punts desitjats, que pertanyen a la mitjana anual.
- El resultat d'aquest procediment es troba a l'apartat 5.2.1.

## 5.2. Resultats: requeriments mínims

### 5.2.1. Mapa de radiació

El mapa descrit anteriorment queda d'aquesta manera:

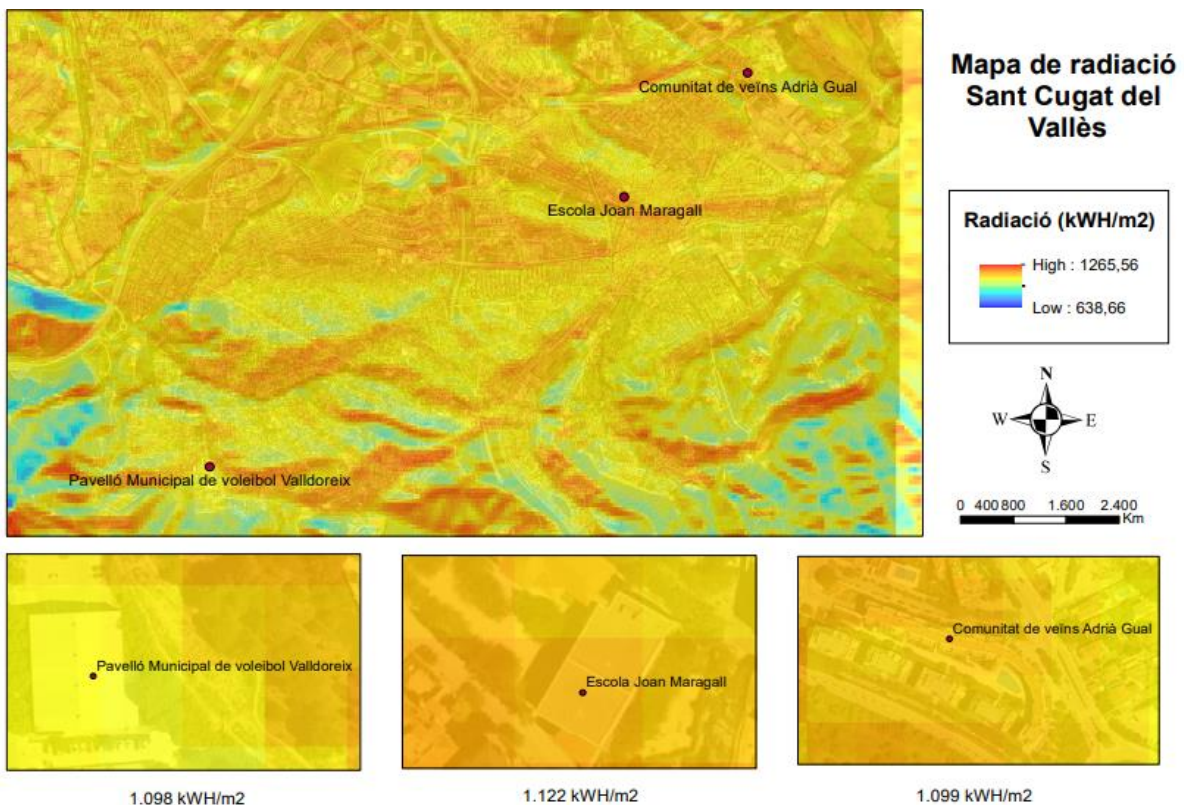


Figura 8: Radiació solar Sant Cugat del Vallès. Font: ArcMap

Com a conclusions, observant detingudament la Figura 8 de radiació solar, es pot veure en primer lloc, que la zona que més en rep, amb un valor de 1.122 kWh/m<sup>2</sup>, és l'Escola Joan Maragall, que seria on les plaques fotovoltaïques traurien més profit fixant-nos només en aquest factor.

El Pavelló Municipal de voleibol de Valldoreix i la Comunitat de veïns d'Adrià Gual tenen uns valors inferiors però gairebé idèntics, només es diferencien en 1 kWh/m<sup>2</sup>. Com que no hi ha un requisit mínim de radiació, qualsevol de les tres cobertes serien adients per instal·lar-hi plaques fotovoltaïques.

Les fórmules considerades - també contingudes en full de càlcul de l'Ajuntament - es poden veure a la Taula 5:

El cost mitjà per a cada kWp és de 1.800€.	<b>Hores Sol Pic (HSP)</b> = producció FV (kWh)/potència pic
<b>Potència pic (kW)</b> = n°panells*potència de cada mòdul (sempre 0,32KW)/1000	<b>Cost de la instal·lació</b> = cost mitjà*potència pic
<b>Nombre de mòduls</b> = potència pic (kWp)/ potència del mòdul (kW)	<b>Estalvi primer any</b> = total terme variable sense FV - total terme variable amb FV
<b>Superfície total mòduls (m2)</b> = n°mòduls * 1,6634m (mòduls tipus Jinko JKM310M-60)	<b>Amortització simple</b> = cost instal·lació/estalvi primer any
<b>Potència nominal aproximada (Kw)</b> = potència pic (kWp)*0,8	<b>VAN*</b> = NPV (taxa de descompte (3,5% fix); cost instal·lació; estalvi anual)
<b>Autoconsum (%)</b> = autoconsum directe/producció FV estimada*	<b>Consum</b> extret de les dades recollides

Taula 5: Fórmules full de càlcul. Font: Pròpia

\*VAN (Valor Actual Net) és un terme que s'utilitza per a avaluar la rendibilitat/viabilitat de les inversions. Per a què es consideri un projecte viable, ha de tenir un VAN superior a 0. Per a calcular-ho s'utilitza la funció financera NPV (Net Present Value, "Valor Actual Neto").

\*Producció FV (Fotovoltaica): Suma de la producció estimada de tots els dies de l'any 2020 durant les 24 h.

## Escenari 1: Pavelló voleibol Valldoreix

### RESULTATS OBTINGUTS



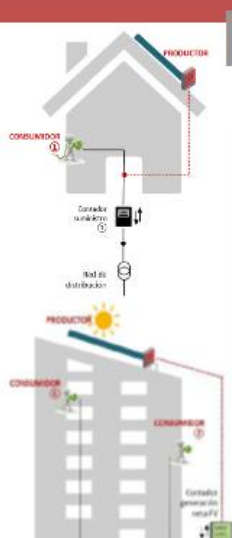
### PROPOSTA D'INSTAL·LACIÓ

Potència pic (kWp)	51,20
Potència nominal aproximada (kW)	40,96
Nombre de mòduls aprox.	160
Superfície total de mòduls (m2)	266,13
Producció estimada útil (kWh/any)	76.786
Potència del panell (kW)	0,32
Orientació	SUD
Inclinació	17º
Hores Sol Pic (HSP)	1.500
Energia primària estalviada (kWh)*	181.828
GEH estalviats (tCO2/any)**	31,48

Taula 6: Proposta instal·lació Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament

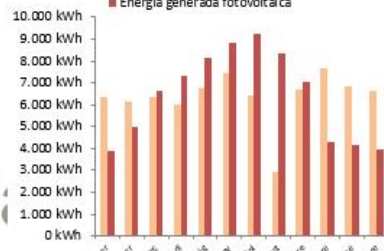
#### Tipologia d'instal·lació

Autoconsum amb excedents i compensació



#### Consum elèctric (kWh) TOTAL EDIFICIS

#### Energia generada fotovoltaica

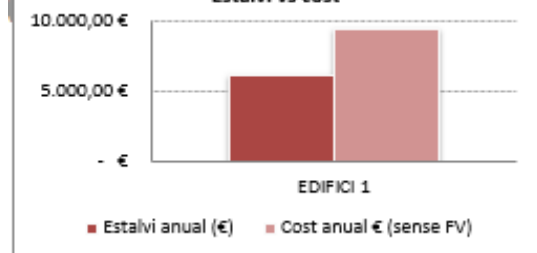


Cost instal·lació FV 92.160,00 €  
Estalvi primer any 6.136,09 €

VAN (20 anys) 25.518,69 €  
Amortització simple 15,02 anys

Gràfic 2: Cost plaques fotovoltaïques Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament

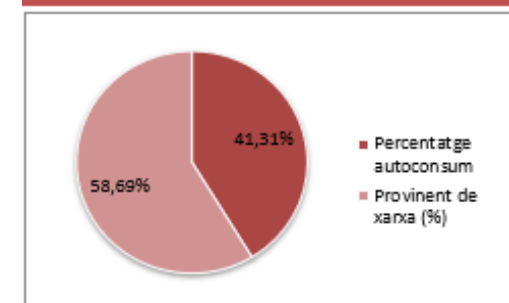
#### Estalvi vs cost



Gràfic 3: Estalvi vs cost Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament

#### Percentatge autoconsum

(Energia autoconsumida en l'edifici del total de l'energia generada)



Gràfic 4: Percentatge autoconsum Pavelló Valldoreix. Font: Full de càlcul Ajuntament

Com es pot veure en el Gràfic 4, el percentatge d'autoconsum al Pavelló Municipal de Valldoreix seria del 43,31%, que representaria 6.136,09€ d'estalvi total l'any i s'amortitzaria en 15,02 anys, com es pot observar en el Gràfic 2 i 3. El cost de la instal·lació seria de 92.160€ a càrrec de l'Ajuntament, ja que és una infraestructura d'ús públic. Comptaria amb un total de 160 mòduls a la coberta que ocuparien 266,13 m2, considerats en la Taula 6. Els resultats es poden veure amb més detall a l'Annex 1.

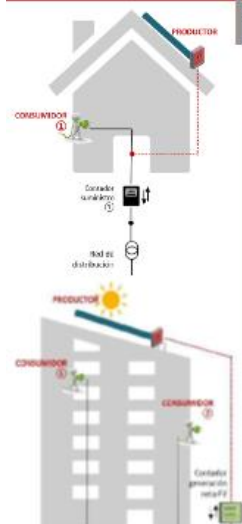
## Escenari 2: Escola Joan Maragall

### RESULTATS OBTINGUTS

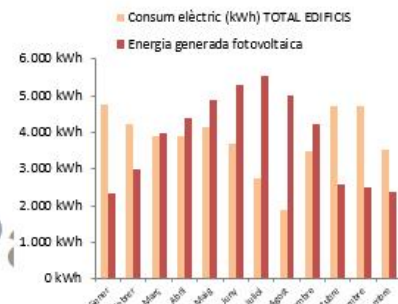


#### Tipologia d'instal·lació

**Autoconsum amb excedents i compensació**



Gràfic 5: Cost plaques fotovoltaïques Escola Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament



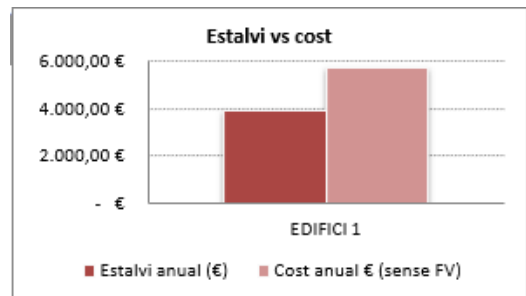
Cost instal·lació FV	55.296,00 €
Estalvi primer any	3.906,13 €
VAN (20 anys)	19.502,11 €
Amortització simple	14,16 anys

### PROPOSTA D'INSTAL·LACIÓ

Potència pic (kWp)	30,72
Potència nominal aproximada (kW)	24,576
Nombre de mòduls aprox.	96
Superfície total de mòduls (m2)	159,68
Producció estimada útil (kWh/any)	46.071
Potència del panell (kW)	0,32
Orientació	SUD
Inclinació	17º
Hores Sol Pic (HSP)	1.500
Energia primària estalviada (kWh)*	109.097
GEH estalviats (tCO2/any)**	18,89



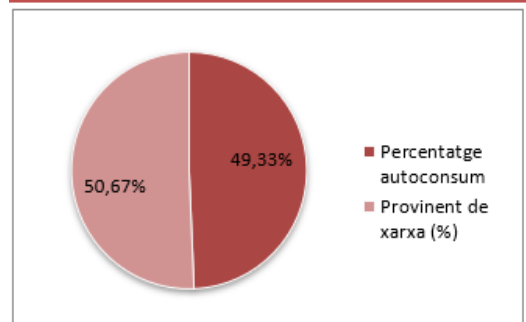
Taula 7: Proposta instal·lació Escola Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament



Gràfic 6: Estalvi vs cost Escola Joan Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament

### Percentatge autoconsum

(Energia autoconsumida en l'edifici del total de l'energia generada)



Gràfic 7: Percentatge autoconsum Escola Joan Maragall. Font: Full de càlcul Ajuntament

A l'Escola Joan Maragall s'hauria de fer una inversió de 55.296€ que s'amortitzaria als 14 anys aproximadament i que suposaria un 49,33% d'estalvi en l'autoconsum, representant 3.906,13€/any com mostra el Gràfic 5 i 6. De totes maneres com s'observa al Gràfic 7, se seguiria necessitant un 50,6% de l'electricitat provinent de la xarxa. Les plaques fotovoltaïques ocuparien un total de 159,68 m2 (96 mòduls), evidenciats en la Taula 7. Els resultats es poden veure amb més detall a l'Annex 2.

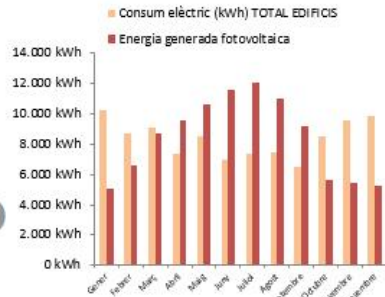
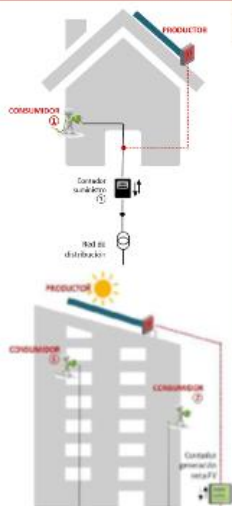
### Escenari 3: Comunitat de veïns Adrià Gual

#### RESULTATS OBTINGUTS



#### Tipologia d'instal·lació

**Autoconsum amb excedents i compensació**



Cost instal·lació FV	120.960,00 €
Estalvi primer any	7.777,45 €
VAN (20 anys)	28.337,12 €
Amortització simple	15,55 anys

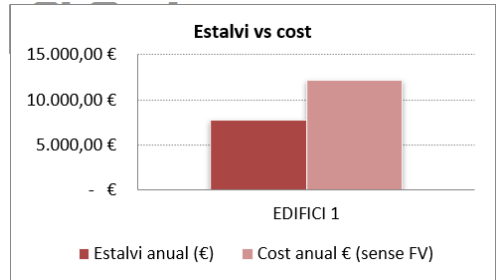
Gràfic 8: Cost plaques fotovoltaïques Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament

#### PROPOSTA D'INSTAL·LACIÓ

Potència pic (kWp)	67,20
Potència nominal aproximada (kW)	53,76
Nombre de mòduls aprox.	210
Superfície total de mòduls (m2)	349,29
Producció estimada útil (kWh/any)	100.781
Potència del panell (kW)	0,32
Orientació	SUD
Inclinació	17º
Hores Sol Pic (HSP)	1.500
Energia primària estalviada (kWh)*	238.650
GEH estalviats (tCO2/any)**	41,32



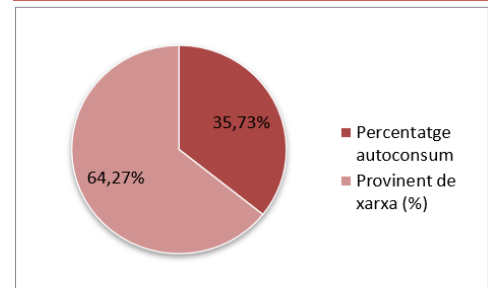
Taula 8: Proposta instal·lació Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament



Gràfic 9: Estalvi vs cost Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament

#### Percentatge autoconsum

(Energia autoconsumida en l'edifici del total de l'energia generada)



Gràfic 10: Percentatge autoconsum Comunitat de veïns. Font: Full de càlcul Ajuntament

L'import total de la instal·lació sense impostos ni manteniments anuals de la comunitat de veïns d'Adrià Gual, és de 120.960€ que, dividit entre 128 habitatges, representaria un cost de 945€/habitatge, observat als Gràfic 8 i 9. D'aquí es poden descomptar la bonificació entre un 5 i un 50% de l'IBI durant 5 anys degut a la instal·lació d'energia solar fotovoltaica.

També es pot sol·licitar una bonificació del 95% de l'Impost d'Obres, Construccions i Instal·lacions (Ajuntament de Sant Cugat del Vallès, 2021). Amb el percentatge d'autoconsum, l'estalvi suposaria un 35,73% anual i la instal·lació comptaria amb 210 plaques en total, com queda plasmat en el Gràfic 10 i la Taula 8, respectivament. Els resultats es poden veure amb més detall a l'Annex 3.

## 5.2.2. Taula resum

	<b>Pavelló voleibol Valldoreix</b>	<b>Escola Joan Maragall</b>	<b>Comunitat de veïns Adrià Gual</b>
<b>Cost instal·lació (€)</b>	92.160	55.296	120.960
<b>Estalvi primer any (€)</b>	6.136,09	3.906,13	7.777,45
<b>VAN 20 anys (€)</b>	25.518,69	19.502,11	28.337,12
<b>Amortització simple (anys)</b>	15,02	14,16	15,55
<b>Potència pic (kWp)</b>	51,20	30,72	67,20
<b>Nombre de mòduls</b>	160	96	210
<b>Superfície total dels mòduls (m2)</b>	266,13	159,68	349,29
<b>Consum</b>	76.301	45.641	100.033
<b>Autoconsum directe (kWh)</b>	31.719	22.729	36.011
<b>Producció FV estimada (kWh/any)</b>	76.786	46.071	100.781
<b>Percentatge autoconsum (%)</b>	41,31	49,33	35,73

Taula 9: Resum resultats full de càlcul. Font: Pròpia

A la Taula 9 es reflecteixen les dades més significatives corresponents a les Taules 1, 2 i 3, vistes amb anterioritat. Comparant entre sí els valors es pot concloure que el cost d'instal·lació és major a la comunitat de veïns d'Adrià Gual, degut a un major nombre de mòduls. El pavelló Municipal de Valldoreix és el segon edifici en superfície instal·lada en plaques, i l'Escola Maragall és la que en té menys. Aquesta superfície calculada es pot comprovar que és proporcional al consum de cadascun dels edificis.

En referència a l'estalvi del primer any podem veure que també es mantenen les mateixes proporcions, obtenint un estalvi major a la comunitat de veïns (7.777,45 €), seguidament el pavelló de Valldoreix (6.136,09 €) i per últim l'Escola Joan Maragall (3.906,13 €). També guarden les mateixes proporcions, les potències pic de les tres instal·lacions, així com l'autoconsum directe.

Contràriament, en el percentatge d'autoconsum les dades s'inverteixen. El que més en té és l'Escola Joan Maragall amb un 49,33%, seguit del Pavelló Municipal de Valldoreix amb un 41,31% i en última posició trobem la Comunitat de veïns d'Adrià Gual que té un 35,73%. Aquest fet es deu a què s'ha de dividir l'autoconsum directe de cada edifici entre la seva producció fotovoltaica estimada.

L'amortització de les tres instal·lacions és molt semblant, oscil·lant entre els 14,16 anys de l'Escola Joan Maragall i els 15,55 anys la comunitat de veïns. S'estima que per a que una instal·lació sigui viable s'hauria d'amortitzar màxim entre els 15 i els 20 anys. Veiem que això s'assoleix àmpliament en els tres casos.

Observant aquestes dades, es pot deduir que la instal·lació més eficient i rentable seria la de les plaques fotovoltaïques situades a l'Escola Joan Maragall, ja que té un menor cost d'instal·lació, al igual que la seva amortització i és l'edifici amb el percentatge d'autoconsum més elevat.

Malgrat que pot semblar un percentatge baix d'autoconsum (35,73%, 41,31% i 49,3%) com que el tipus d'autoconsum és per excedents acollits a compensació, l'import de l'energia excedent que s'injecta a la xarxa, compensa l'import mensual de l'energia consumida directament de la xarxa. És per això, que no és molt rellevant el percentatge d'autoconsum.

### 5.2.3. Requeriments mínims

Tal com s'ha anomenat a l'apartat 1 del projecte, el principal objectiu és identificar i definir els requisits mínims a complir per una Comunitat Energètica i poder-los aplicar a qualsevol edifici. Mitjançant el treball de camp i l'anàlisi dels resultats, s'han determinat els següents requisits:

Requisits mínims (econòmics, físics i socio-legals):

- La VAN ha de ser positiva, ja que com s'ha comentat amb anterioritat, és un indicador de la viabilitat econòmica del projecte.
- L'amortització s'ha de produir en un màxim de 15-20 anys. Aquest fet comporta que l'estalvi anual ha de ser entre una quinzena i una vintena part del cost de la instal·lació.
- L'energia produïda ha de ser suficient per a cobrir com a mínim el consum de l'edifici en qüestió. Per tant, la superfície per instal·lar les plaques fotovoltaïques ha de ser suficient per a produir la potència necessària.
- La inclinació per a que siguin òptimes les plaques ha de ser de 17º i orientades cap al SUD, perquè d'aquesta manera rebí la radiació el màxim temps possible.
- En termes socials, caldria un acord previ de la comunitat d'usuaris.
- La inversió mínima ha de ser de 1.800€ pels kW d'energia necessari. Que és el que costa la instal·lació de plaques fotovoltaïques.

En el projecte s'ha identificat una metodologia per determinar aquests requisits mínims amb casos pràctics i dades reals en edificis concrets/veïnats de Sant Cugat del Vallès. També, s'ha demostrat la dependència dels requisits per la consecució dels objectius de les Comunitats Energètiques.

## 6. Conclusions finals

### 6.1. Conclusions

Aquest estudi pretén fer una introducció general per a que qualsevol persona que estigui interessada, encara que no tingui coneixements previs sobre la matèria, pugui endinsar-se en el món de les Comunitats Energètiques. Va dirigit a consumidors individuals, comunitats de veïns o gestors d'infraestructures públiques/privades que vulguin informar-se, difondre i promoure aquesta tipologia d'autoproducció. També va dirigit als departaments de l'administració pública que vulguin integrar l'energia fotovoltaïca, ja que ofereix una perspectiva de conjunt que pot ser útil per a millorar l'eficiència energètica.

La Comunitat Energètica local és un nou actor en la cadena de valor socio-econòmica del sector energètic. El seu objectiu és la creació de valors socials, econòmics i ambientals, sempre en benefici de la comunitat local.

Per constituir una Comunitat Energètica es necessita bàsicament disposar de:

- Un acord amb els interessats.
- Una superfície per a la instal·lació de les plaques fotovoltaïques.
- El capital necessari per la inversió inicial i el manteniment de la infraestructura o, almenys, tenir el crèdit necessari d'una entitat bancària o amb una empresa de serveis energètics.



Per a posar en marxa una Comunitat Energètica cal:

1. Comprovar quin és el potencial energètic i superfície útil de cadascun dels edificis per a determinar l'orientació dels panells, sent sud, sud-oest les opcions sense que hi hagi ombrejat.
2. Fer una aprovació del projecte mitjançant un acord amb la comunitat de veïns. Abans s'ha de fer un preestudi d'avaluació de la infraestructura en factors de tecnologia i economia així com fer una reunió amb els tècnics professionals.
3. Definir el capital de la inversió inicial i total de cada membre que conforma la Comunitat Energètica i l'estalvi que suposa aquesta tipologia d'instal·lació i el seu funcionament.
4. Determinar quin tipus d'instal·lació serà, amb o sense excedents i si és necessari per compensació.
5. Calcular l'amortització de la instal·lació a llarg termini segons la rendibilitat.
6. Sol·licitar el pressupost de la instal·lació i la legalització essencial.
7. Fer una recerca sobre els ajuts i bonificacions disponibles.
8. Acordar el model que se seguirà per al seu finançament.
9. Comunicar de manera formal a l'Ajuntament la intenció de realitzar la instal·lació en el cas d'una comunitat de veïns, i en el cas d'una instal·lació pública, a l'alcaldesa/alcalde de la ciutat. D'altra banda, s'ha de sol·licitar el corresponent permís d'obra.
10. Aprovar el projecte executiu i d'instal·lació per a poder inscriure'l al Registre d'autoconsum de Catalunya.

Finalment es vol destacar que el que permet fer una Comunitat Energètica va molt més enllà del que pot oferir l'autoconsum domèstic individual. És una nova forma de generar, utilitzar i gestionar l'energia a nivell local mitjançant la participació ciutadana, l'administració local del municipi i les petites i grans empreses privades per a arribar a un sistema energètic descentralitzat, eficient i col·laboratiu.

Si es vol aconseguir un canvi de la gestió energètica a gran escala cal la implicació de les entitats locals i municipals, fent campanyes de comunicació per tal de conscienciar a la població de la importància de l'energia fotovoltaica. Un altre aspecte a informar és l'avantatge que representa la bonificació parcial d'impostos, com l'IBI, així com el benefici directe tant econòmic com ambiental. Les entitats locals també haurien de participar activament a les reunions veïnals aportant tècnics municipals que puguin treballar com a intermediaris entre la empresa instal·ladora i la comercialitzadora d'energia.

Per a poder fer la conscienciació seria recomanable organitzar tallers enfocats a la ciutadania presentant casos d'inversió, generació i d'estalvis en instal·lacions existents en altres municipis. Amb això, es dona una idea concreta de l'energia fotovoltaica i es demostra que és una instal·lació de baixa complexitat tècnica.

En la realització del projecte hi ha hagut nombrosos reptes, com el d'abordar el món de les energies renovables ja que durant el transcurs de la carrera no s'ha pogut estudiar en profunditat. S'ha hagut de fer una recerca exhaustiva sobre les Comunitats Energètiques perquè degut a la novetat d'aquest tema no hi ha molta informació disponible. És per això que he hagut de preguntar a institucions públiques com l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.

Per finalitzar, aquest treball pot contribuir al desenvolupament de les Smart Cities que seran les ciutats del futur i que pel seu correcte funcionament hauran d'estar adaptades a la nova manera de viure de la ciutadania. Els habitatges hauran d'estar adequadament capacitats per ser energèticament eficients i autosuficients, mitjançant les fonts d'energia naturals. Aquestes ens donaran l'oportunitat d'alliberar-nos de la dependència de la xarxa elèctrica que s'abasteix en gran part d'energies contaminants.

## **6.1. Possibles línies de treball i visions de futur**

### **Oportunitats de creixement**

La realització de qualsevol procés d'investigació en l'àmbit tecnològic implica restringir i haver de concretar el camp de l'estudi en dimensions concretes. Al llarg del document s'han descobert noves dimensions de la temàtica treballada que eren desconegudes i han anat apareixent aspectes que es poden considerar interessants per a futures investigacions.

Des d'aquesta perspectiva, es procedeix a enumerar els possibles àmbits d'investigació que poden completar el projecte per a aprofundir en determinats aspectes.

Qualsevol instal·lació realitzada té possibilitat de creixement futur. Seguidament es presentaran propostes per al seu desenvolupament i extensió:

- Augmentar la superfície ocupada per plaques en la coberta, si hi ha suficient espai disponible i la totalitat del consum no està coberta amb la instal·lació existent (en el cas que s'hi afegixin nous usuaris i, per tant augmenti la demanda).
- Posar bateries d'emmagatzematge de l'energia fotovoltaica, per evitar la compensació o la venda d'aquesta a preus desfavorables.
- Fer connexions a la xarxa amb altres instal·lacions de Comunitats Energètiques que estiguin a prop (a menys de 500 m entre els comptadors).

Finalment, seria d'interès un estudi detallat de les possibilitats que té una Comunitat Energètica front les necessitats futures dels usuaris. És per això que un dels treballs exploratoris que afegiran nova informació determinant i una de les possibles continuacions d'aquest Treball de Final de Grau, podria ser l'adaptació de les Comunitats Energètiques i els seus sistemes d'emmagatzematge per a que es puguin instal·lar punts de recàrrega de vehicles elèctrics o híbrids.

Aquesta tipologia de vehicle va guanyant terreny degut a les restriccions imposades per minimitzar la contaminació a les ciutats. Un dels principals aspectes que tenen en compte els possibles compradors a l'hora de comprar un vehicle, és l'autonomia de la bateria i la seva recàrrega (Coves, Josep; LaVanguardia, 2020).

Avui dia és pràcticament imprescindible que els propietaris d'aquest tipus de cotxe disposin d'un circuit exclusiu en el garatge, derivant-lo de la instal·lació elèctrica individual i aprofitant el comptador del subministre elèctric (Xataka, 2014).

Aquest tema s'ha de treballar amb profunditat per afegir-lo al funcionament de les Comunitats Energètiques. S'han d'especificar els passos a seguir depenent si es tracta d'una casa unifamiliar, un edifici de veïns o un edifici destinat a una empresa, ja sigui d'ús públic o privat.

Considero que podria ser una bona línia de treball que ajudaria a desenvolupar el projecte i adaptar-lo a les possibles necessitats futures emergents dels usuaris i la societat.

## 7. Referències bibliogràfiques

- Aiguasol. (2020, Octubre). *COMUNITATS ENERGÈTIQUES LOCALS*. From <https://www.ripollesgesbisaura.org/wp-content/uploads/2020/12/CE-Definitiu.pdf>
- Ajuntament de Sant Cugat del Vallès. (2021). *Bonificacions ambientals*. From <https://www.santcugat.cat/web/bonificacions-ambientals>
- Ajuntament Sabadell. (2020, Juliol). *IMPULS*. From [https://www.ecoserveis.net/wp-content/uploads/2020/11/guia\\_ajuntament\\_sabadell\\_autoconsum.pdf](https://www.ecoserveis.net/wp-content/uploads/2020/11/guia_ajuntament_sabadell_autoconsum.pdf)
- AuraEnergía. (n.d, Mayo 4). *ENERGÍAS RENOVABLES. VENTAJAS DESVENTAJAS INCONVENIENTES*. From <https://www.aura-energia.com/ventajas-e-inconvenientes-de-las-energias-renovables/>
- Boletín Oficial del Estado. (2019, Abril 5). *Real Decreto 244/2019*. From <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244/dof/spa/pdf>
- Coves, Josep; LaVanguardia. (2020, Septiembre 22). *Cómo instalar un punto de recarga en un parking comunitario*. From <https://www.lavanguardia.com/motor/eco/20200922/33111/como-instalar-punto-recarga-parking-comunitario.html>
- Elecsun. (n.d). *Què és l'autoconsum compartit?* From <https://elecsun.com/que-es-lautoconsum-compartit/>
- Emelcat. (n.d). *CLAUS EN MÀ*. From <https://emelcat.cat/productes/>
- Emelcat. (n.d). *COMUNITATS ENERGÈTIQUES*. From <https://emelcat.cat/productes/comunitats-energetiques/>
- Factorenergia. (2018, Agosto 30). *Energies renovables: característiques, tipus i nous reptes*. From <https://www.factorenergia.com/ca/blog/noticies/energies-renovables-caracteristiques-tipus-i-nous-reptes/>
- Factorenergia. (2018, Desembre 24). *Què és l'impost al sol i per què ho van treure?* From <https://www.factorenergia.com/ca/blog/autoconsum-electric/que-impost-al-sol/>
- Gencat. (n.d). *Evolució de l'autoconsum FV compartit*. From <http://icaen.gencat.cat/ca/energia/autoconsum/Observatori-de-lautoconsum-a-catalunya/evolucio-de-lautoconsum-fv-compartit/>
- ICGC. (n.d). *appdownloads*. From <http://www.icc.cat/appdownloads/>
- Idescat. (2021, Juny 20). *Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental)*. From <https://www.idescat.cat/emex/?id=082055>

- immodiari. (2020, Març 12). *Comunitats energètiques locals: una nova forma de viure de manera sostenible*. From <https://immodiari.cat/comunitats-energetiques-locales-una-nova-forma-de-viure-de-manera-sostenible/>
- Institut Català d'Energia en l'Agència d'Energia de Catalunya. (n.d). *Llei de transició energètica de Catalunya*. From <http://icaen.gencat.cat/ca/participacio/llei-de-transicio-energetica-de-catalunya-i-transformacio-de-linstitut-catala-denergia-en-lagencia-denergia-de-catalunya>
- Mans Unides. (n.d). *CANVI CLIMÀTIC*. From [https://www.mansunides.org/observatori/canvi-climatic/que-es-canvi-climatic?gclid=CjwKCAjw6qqDBhB-EiwACBs6x-yIA1ye0myOwtYx0Q9G18ZGc5-zn4IFnTmDP73nPGRc3xoDW8gwhBoCZJ8QAvD\\_BwE](https://www.mansunides.org/observatori/canvi-climatic/que-es-canvi-climatic?gclid=CjwKCAjw6qqDBhB-EiwACBs6x-yIA1ye0myOwtYx0Q9G18ZGc5-zn4IFnTmDP73nPGRc3xoDW8gwhBoCZJ8QAvD_BwE)
- Planas, O. (2015, Abril 10). *Què són les energies renovables?* From <https://ca.solar-energia.net/energies-renovables>
- Red Eléctrica de España. (2017, Septiembre). *Cambio climático y transición*. From [https://www.ree.es/sites/default/files/Cambio\\_climatico\\_y\\_transicion\\_energetica.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/Cambio_climatico_y_transicion_energetica.pdf)
- Sapiens, & Sacri, J. (2020, Mayo 5). From <https://sapiensenergia.es/2020/05/05/que-es-una-comunidad-energetica-conceptos-basicos/>
- Som Energia. (2020, Novembre 27). *Som Energia publica una Guia pràctica sobre l'autoproducció col·lectiva en blocs de pisos*. From <https://blog.somenergia.coop/comunicados-prensa/2020/11/som-energia-publica-una-guia-practica-sobre-lautoproduccio-col%C2%B7lectiva-en-blocs-de-pisos/>
- Suno. (2020, Octubre 29). *Comunitats energètiques, som-hi!* From <https://suno.cat/comunitats-energetiques-som-hi/>
- Villar, D. (2019, Desembre 10). *COMUNITATS ENERGÈTIQUES*. From [https://xarxaenxarxa.diba.cat/sites/xarxaenxarxa.diba.cat/files/3\\_icaen\\_comunitats\\_energetiques.pdf](https://xarxaenxarxa.diba.cat/sites/xarxaenxarxa.diba.cat/files/3_icaen_comunitats_energetiques.pdf)
- Webatt. (2020, Febrer 5). *Flexibilitat a la xarxa elèctrica gràcies a les comunitats energètiques virtuals*. From <https://webatt.energy/ca/flexibilitat-a-la-xarxa-electrica-gracies-a-les-comunitats-energetiques-virtuals/>
- Xataka. (2014, Octubre 2). *Cómo instalar un punto de recarga para vehículos eléctricos en el garaje*. From <https://www.xataka.com/automovil/como-instalar-un-punto-de-recarga-para-vehiculos-electricos-en-el-garaje>

## **8. Annexos**

### **8.1. Enllaç arxius full de càlcul**

**Annex 1:** Full de càlcul: Pavelló Municipal Valldoreix

**Annex 2:** Full de càlcul: Escola Joan Maragall

**Annex 3:** Full de càlcul: Comunitat de veïns

### **8.2. Enllaç arxius AutoCAD**

**Annex 4:** AutoCad: Pavelló Municipal Valldoreix

**Annex 5:** AutoCad: Escola Joan Maragall

**Annex 6:** AutoCad: Comunitat de veïns