

PROJECTE DE RECERCA BATXILLERAT CURS 2017-2018

PROJECTE D'OPTIMITZACIÓ ENERGÈTICA DELS EDIFICIS MUNICIPALS DE LA COMARCA D'OSONA



Pseudònim: Riki2000

AGRAÏMENTS

Primer de tot vull donar les gràcies al meu tutor, per haver-me guiat durant la realització del treball i per la seva plena disposició a ajudar-me sempre que ho he necessitat.

Vull agrair, especialment, a Pep Verdaguer i a Gil Salvans el fet d'haver-me proposat la idea del treball, per la confiança que han tingut amb mi donant-me una feina de tanta responsabilitat i per l'ajuda rebuda.

Introducció

La societat actual segueix un ritme creixent i imparable en el consum d'energia. Som una societat consumista i amb l'energia no hem fet cap excepció. El consum energètic mundial és cada vegada més gran, i com adverteixen experts en la matèria, les principals fonts d'energia utilitzades per cobrir la demanda energètica (petroli, gas natural, carbó, i urani) tenen una data de caducitat.

Davant d'aquest problema s'ha trobat una solució dràstica: les energies renovables, aquelles que provenen de fonts energètiques inexhauribles, és a dir, que contínuament s'estan regenerant. Però el problema no s'acaba aquí. La transició cap a un món completament verd (on el 100% de la demanda energètica sigui coberta per energies renovables) és llarga, perquè a part del temps d'adaptació que necessiten les societats, a les grans corporacions energètiques propietàries de jaciments de gas natural, carbó o petroli no els interessa perdre importància dins del sector econòmic més dominant del món.

Per tant, el veritable canvi serà quan les empreses energètiques inverteixin grans quantitats de diners en la investigació i la instal·lació de parcs energètics renovables. I mentrestant, les administracions públiques dels països més rics i democràtics han d'apostar per aquesta transformació energètica, per ser un exemple a seguir per a la resta del món i sobretot pels seus ciutadans i empreses.

Doncs bé, el meu treball de recerca ha consistit a comprovar si seria viable una comarca on el 100% del consum elèctric municipal (que representa el 3,4% del total), estigui cobert amb tecnologia fotovoltaica. Pot semblar que el fet que representi un percentatge tan baix del total de la comarca no tingui un impacte gaire gran. Això és veritat: a nivell d'estalvi de contaminants i econòmic respecte el total de la comarca, semblaria una dada insignificant. Però la influència i els recursos de les administracions, en aquest cas els ajuntaments i els consells comarcals, fa que tinguin una gran responsabilitat sobre els actes i els hàbits dels seus ciutadans. Així, si els ajuntaments regionals aposten per la transició energètica (ja que des del govern central no s'hi ha volgut invertir ni temps ni diners), aquest canvi al món sostenible i autosuficient pot acabar sent possible. Aquest

treball, l'he fet conjuntament amb especialistes del Consell Comarcal d'Osona i de la Diputació de Barcelona, que m'han assessorat des del principi facilitant-me dades i ensenyant-me el funcionament del sector perquè pogués completar-lo. Tota la feina de calcular les superfícies de tots aquells edificis amb bones orientacions (sud, sud-est-oest, est-oest), depenent de la variació de les seves teulades respecte de l'eix d'Azimut, més el posterior càlcul de variables com KW instal·lats en funció de l'espai disponible, KWH produïts per la instal·lació, % d'estalvi energètic, el cost de la instal·lació, l'amortització i l'estalvi econòmic, serviran per assessorar a tots els ajuntaments comarcals dels 51 municipis que formen la comarca d'Osona perquè puguin fer projectes semblants.

Índex

pàgina

BLOC 1- Presentació i introducció al món de l'energia

1.1- Definició i formes d'expressió de l'energia.....	6
1.2- Conceptes i magnituds teòrics de l'energia.....	8
1.3- Història i evolució de l'ús de l'energia.....	9
1.4- Tipus de centrals elèctriques	12
1.5- Energia solar fotovoltaica (característiques tècniques, instal·lacions, motius de la seva utilització, rendibilitat econòmica, energètica i ecològica).....	28
1.6- Situació energètica del sector fotovoltaic actual al món, a Espanya i a Catalunya.....	30

BLOC 2- Projecte d'optimització energètica dels edificis municipals de la comarca d'Osona

2.1- Objectius del projecte.....	32
2.2- Descripció del treball de camp (càlcul de superfícies, HSP, % de cobertura, exemples segons les orientacions, preu instal·lacions, consums elèctric i tèrmic dels edificis, viabilitat del projecte).....	33
2.3- Classificació i exemples d'edificis segons els seus consums.....	40
2.4- Titulars de consum exclosos (consums<1000kwh, sense teulades, règims de consum irregulars, exemples de titulars exclosos accionats per bombes).....	42
2.5-Dificultats sorgides durant el treball (consums unificats, edificis no GEO localitzats, cost inversió).....	44
2.6-Casos pràctics ideals d'autoconsum en edificis municipals d'Osona.....	46
2.7.-Conclusions del treball.....	53

BIBLIOGRAFIA	55
---------------------------	----

BLOC 3-ANNEX

3.1- Anàlisi i interpretació de gràfics i diagrames (classificació segons orientació edificis, gasos contaminants, diagrama funcionament sistema FV).....	56
3.2- Fulls de càlcul excel.....	61

BLOC 1- Presentació i introducció al món de l'energia

1.1- Definició i formes d'energia

És difícil definir el concepte d'energia, ja que és una cosa invisible, no la podem veure, només en podem apreciar les conseqüències materials. *L'Enciclopèdia Catalana* defineix l'energia com “la capacitat que té un cos o substància per generar treball sobre un sistema”. Una bona manera de saber quan hi ha energia és observant les conseqüències que aquesta provoca sobre les substàncies per on passa o es transmet. L'energia, tot i que no sempre en siguem conscients degut a la seva immaterialitat, està al darrere de tots els processos i accions relacionades amb la natura: utilitzem energia per desplaçar-nos, per moure'ns, per moure un objecte, per parlar, per escalfar aigua, per il·luminar els carrers... Per exemple, quan una persona arrossega un objecte, ho pot fer gràcies a l'energia mecànica muscular generada a partir d'un seguit de reaccions químiques internes. El canvi de posició de l'objecte és l'indicador que en aplicar una força sobre el cos, l'energia d'un cos ha passat a l'altre, (transmissió) que és una de les propietats de l'energia.

L'energia la trobem expressada de diferents formes, tot i així, aquesta pot passar d'una forma a l'altra fàcilment. Hi ha un gran nombre de processos i situacions de la vida on l'energia es transmet d'un cos a un altre o passa d'expressar-se d'una forma a una altra. Un exemple molt clar seria el d'una reacció química: dos reactius (elements, compostos o molècules inicials de qualsevol reacció) reaccionen gràcies a una energia química, que instantàniament es transforma en energia tèrmica, augmentant o disminuint la temperatura del recipient i del producte (element, compost o molècula resultant de la reacció). Les diferents formes d'expressió de l'energia són: energia elèctrica, energia mecànica, energia tèrmica, energia interna, energia sonora, energia radiant i energia nuclear¹

1.1.1.- Energia elèctrica: És l'energia cinètica² (de velocitat) i potencial (de posició)³

¹ Totes les definicions són tretes de *Tecnologia Industrial. 1r de Batxillerat*, McGrawHill.

² Energia cinètica (Ec): Energia que té un cos quan està en moviment. Augmenta proporcionalment a la velocitat de l'objecte.

Fórmula: $\frac{1}{2} * m * v^2$

³ Energia potencial (Ep): Energia que un cos o substància va adquirint a mesura que augmenta la seva posició. Fórmula: $m * g * h$

que tenen els electrons (partícules subatòmiques de càrrega negativa) en circular en forma de corrent dins d'un circuit elèctric.

Aquest tipus d'energia és la responsable d'un gran nombre de processos: de carregar i fer funcionar màquines elèctriques (aparells d'aire condicionat, mòbils, vehicles elèctrics, electrodomèstics...), de la il·luminació de carrers i edificis, del transport ferroviari...

1.1.2.- Energia química: És l'energia que es manifesta en els enllaços entre àtoms que formen les molècules. Quan hi ha una reacció química, l'energia química que la provoca genera un canvi en la naturalesa d'aquella o aquelles molècules. Per exemple, la digestió de tots els organismes animals, la fotosíntesis de les plantes, l'oxidació dels metalls... Tot són reaccions químiques.

1.1.3.- Energia nuclear: És l'energia que es produeix quan hi ha alguna modificació del nucli d'un àtom, ja sigui perquè es parteix (reacció de fissió) o perquè s'uneix amb el nucli d'un altre àtom (reacció de fusió). Aquestes reaccions alliberen una gran quantitat d'energia en forma d'energia tèrmica (calor), radiant i cinètica (pel moviment de les partícules subatòmiques).

1.1.4.- Energia mecànica⁴: És la suma de les energies cinètica i potencial que té un cos en un sistema dinàmic⁵, on s'utilitzen les propietats físiques de posició i moviment de l'objecte per generar energia.

1.1.5.- Energia tèrmica (calor): L'energia tèrmica, directament relacionada amb l'energia interna dels cossos, és l'energia que es transmet en forma de calor d'un cos que està a més temperatura a un altre que està a menys temperatura. L'energia tèrmica o calor es pot transmetre de diferents maneres depenent de la naturalesa física dels objectes o substàncies sobre els/les quals es transmet.

-Conducció: Quan la calor es transmet entre dos cossos sòlids. Es transmet del

⁴ Energia mecànica (E)= $E_c + E_p$ gravitatòria + E_p elàstica.

⁵ Dinàmica: Part de la física que estudia el moviment dels cossos.

cos més calent al que ho és menys. Una de les propietats de la conducció és que si els dos cossos o substàncies es mantenen en contacte físic el temps necessari les temperatures s'igualaran.

-Convecció: Transmissió de la calor pròpia dels sòlids. Quan s'escalfa l'aigua, la part calenta del fluid (com que és menys densa) passa a la zona més alta i deixa el fluid més fred a la zona més baixa.

-Radiació: És la propagació de la calor en forma d'ones electromagnètiques que travessen els medis transparents com l'aire sense gairebé ni escalfar-los però que quan incideixen sobre medis opacs com el nostre cos o les parets d'una habitació n'augmenten la temperatura.

1.1.6.- Energia radiant: La radiació és la transferència d'energia a través de l'espai sense necessitat d'un suport material. L'energia radiant es transmet mitjançant ones electromagnètiques, com la llum, les ones de ràdio, les radiacions ultraviolades, els rajos X...

1.1.7.- Energia sonora: És l'energia cinètica del moviment de vibració que es desplaça a través de les molècules d'aire. Gràcies a l'energia sonora, la vibració de les nostres cordes vocals, de la corda d'un violí o d'un altaveu es propaga fins als nostres tímpanes a través de l'aire.

1.2- Conceptes i magnituds teòrics de l'energia

Producció energètica: És la generació d'energia per mitjà d'un sistema elèctric. Per generar energia s'han de complir dues coses: s'ha de generar en alguna central energètica (nuclear, tèrmica, eòlica, solar, mareomotriu, biomassa...) i s'ha d'utilitzar algun recurs natural per aconseguir-la (aigua, sol, vent, carbó, petroli, urani, gas natural).

Consum energètic: És el valor d'energia que degut a una activitat (industrial, física,

administrativa, domèstica) es consumeix o es perd. Per tal de garantir el consum energètic necessari per a la supervivència humana, l'hem de produir.

KWH: És una unitat de representació de l'energia. S'utilitza per a comparar el consum amb la producció. 1 kwh equival a $3,6 \cdot 10^6$ joules (unitat del SI). 1kwh= energia consumida per un aparell d'una potència de 1000W durant una hora.

KW: Unitat de representació de la potència instal·lada d'una instal·lació o d'un aparell elèctric qualsevol. També ho podem definir com la potència consumida instantàniament per un aparell o sistema elèctric. Gràcies a aquesta variable podem trobar la producció energètica i el consum d'un sistema o aparell elèctric per unitat de temps (kwh/t).

1.3- Història i evolució de l'ús de l'energia⁶

L'ésser humà, des dels seus inicis, ha utilitzat l'energia per sobreviure i progressar. Durant la prehistòria, inicialment, només utilitzaven la força muscular, amb la qual podien caçar, construir les cases, lluitar... Però fa 1.500.000 d'anys, gràcies a la caiguda d'un llamp que encengué una flama, es va descobrir el foc. Al principi el feien servir només per a il·luminar-se i escalfar-se, ja que el foc és degut a una reacció química exotèrmica (que allibera llum i calor), però més endavant el començaren també a utilitzar per a cuinar els aliments; així es mataven els gèrmens que té la carn crua i es reduïren considerablement les infeccions per malalties d'origen bacterià.

Durant l'Edat Antiga, gràcies al domini del foc i al descobriment del carbó, van trobar una nova forma d'escalfar-se i cuinar (utilitzant carbó com a combustible) més segura i eficaç que la llenya. A més a més, es començaren a construir les primeres rodes hidràuliques que els imperis més innovadors de l'època (Mesopotàmia, Egipte, Grècia i Roma) utilitzaven per a accionar tot tipus de maquinària: molins de cereals i de minerals, serradores (instal·lacions industrials o artesanals on es tallava la fusta)...

⁶ Tota la informació de la part històrica és tret de *Polis*, Educació Secundària. Ed. Vicens Vives i de llocs webs.

A partir del segle V dC, amb l'inici de l'Edat Mitjana, i fins al XV dC, el món i, especialment, Europa, pateix una gran regressió econòmica, social i demogràfica. És deguda a les males collites provocades per la inestabilitat meteorològica i les plagues, al sorgiment de malalties infeccioses com la pesta negra, la lepra i el tifus (que provocaren la mort d'un terç de la població) i la instauració dels règims absolutistes que deterioraren les societats i n'estancaren el creixement.

En aquest període no hi va haver descobriments energètics significatius: l'únic invent significatiu fou el molí de vent, que a partir dels primers prototips elaborats durant l'Edat Antiga es perfeccionà i tingué una gran rellevància en l'activitat artesana de l'època.

El període de l'Edat Moderna es caracteritza per grans moviments literaris, musicals i socials que trencaren amb les societats absolutistes de l'Edat Mitjana. Durant aquests tres segles de contínua evolució i que acabaren amb la Revolució Industrial (1750), podem destacar la invenció i el perfeccionament de la màquina de vapor (invent que propicià la Revolució Industrial, i motor de funcionament de la indústria tèxtil i del transport), en mans de grans científics com Newcomen⁷ i James Watt⁸. També destaquen l'explotació del carbó com a principal font d'energia, i del ferro com a metall essencial per al desenvolupament de la indústria metal·lúrgica, que durant la revolució industrial va patir un gran creixement.

En l'última gran etapa de la història de la humanitat, l'Edat Contemporània (finals s. XVIII - s. XXI), els éssers humans hem experimentat un creixement industrial exponencial degut als nombrosos descobriments i invents relacionats amb les fonts energètiques i la seva utilitat. Un dels més importants va ser la perforació del primer pou de petroli a Titusville (EUA) i el descobriment del pou de petroli més gran del món, Ghawar, a Aràbia Saudita, entre els anys 1848 -1850. Pocs anys més tard el petroli es començà a comercialitzar de forma generalitzada i això va propiciar la invenció del motor de combustió.

⁷ **Thomas Newcomen:** (Anglaterra, 1663 - 1729) Enginyer i inventor britànic. Va perfeccionar una màquina de vapor per extreure aigua. Sovint se'l coneix com el pare de la Revolució Industrial.

⁸ **James Watt:** (Escòcia, 1736 – Anglaterra 1819). Matemàtic, inventor i enginyer escocès que va perfeccionar la màquina de vapor de Newcomen.

L'altre gran descobriment pel que fa a fonts energètiques va ser la del primer jaciment de gas natural trobat a Fridonia, EUA, l'any 1820 que, juntament amb la invenció dels primers generadors de corrent continu i altern en mans de Nicolas Tesla⁹ (1880), permeteren la construcció de la primera central tèrmica del món als EUA, el 1892, i més endavant, amb el descobriment de la tecnologia nuclear, també de la primera central nuclear del món a l'URSS, l'any 1954.

Per tant, durant els últims 60 anys d'industrialització massiva la major part de l'energia necessària per a dur a terme totes les activitats industrials del món s'ha generat en centrals tèrmiques, nuclears i més recentment també en centrals hidroelèctriques, gràcies a la seva capacitat de generar grans quantitats d'energia.

Però més tard hi va haver una colla d'accidents relacionats amb l'energia nuclear: el de la localitat de Three Mile Island, a Pensilvània, EUA (1979); el de Txernòbil, Ucraïna (1986), i el més recent, el de Fukushima, el Japó (2011), que han desencadenat una forta oposició social i dins de la mateixa comunitat científica sobre l'ús de l'energia nuclear i la tèrmica per la perillositat (en el cas de la nuclear) i la contaminació que generen: des del 1980, després de l'accident de Three Mile Island, la comunitat científica ha anat advertint de la perillositat i l'impacte que les energies nuclear i tèrmica tenen sobre el nostre planeta, degut principalment als efectes nocius dels gasos alliberats durant la generació d'energia. A aquest moviment que busca canviar el sistema energètic mundial, s'hi han anat afegint associacions ecologistes que han pressionat els governs dels països més industrialitzats i, per tant, també els més responsables de la crítica situació, perquè comencessin polítiques per fomentar l'ús de les energies renovables. Per això s'ha començat a apostar per les energies renovables, que són més netes (contaminen molt menys), menys perilloses i tenen una vida il·limitada, a diferència dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural), les reserves dels quals tenen data de caducitat.

I així és que des de l'any 2000, s'ha apostat per la substitució de les energies no renovables (tèrmica i nuclear) per les renovables (hidràulica, biomassa, eòlica, solar i mareomotriu) mitjançant l'aplicació de polítiques energètiques estrictes que inclouen la creació de departaments d'investigació d'energies renovables arreu del món,

⁹ **Nicolas Tesla:** (Croàcia, 1856 – Nova York 1943). Físic i un dels inventors més importants del s. XIX. En un principi els seus mèrits foren atribuïts a altres científics com Edison o Marconi. És considerat el pare de la ràdio i del corrent altern.

subvencions a particulars que utilitzin energies renovables per impulsar-ne la instauració i la prohibició de la fabricació de diversos productes per ser contaminants (com les bombetes incandescentes, que la UE en va prohibir la fabricació l'any 2012).

1.4- Tipus de centrals elèctriques

El món necessita contínuament energia, i cada vegada en necessita més, ja que pràcticament totes les activitats humanes (engegar un electrodomèstic, fabricar una màquina o un producte, fer funcionar un cotxe...) requereixen energia. I per generar-la necessitem unes instal·lacions capaces de cobrir la demanda energètica d'una societat terriblement consumista; són les centrals elèctriques. Hi ha molts tipus de centrals elèctriques, i tot seguit se n'explicarà el funcionament de les més importants: central tèrmica, nuclear, hidroelèctrica, solar, eòlica, geotèrmica, de biomassa i mareomotriu.

1.4.1.- Centrals termoelèctriques

Les centrals termoelèctriques utilitzen la combustió de combustibles fòssils (carbó, fuel o gas natural) per a generar energia elèctrica i tèrmica. Hi ha quatre tipus de centrals tèrmiques: les centrals tèrmiques convencionals (utilitzen carbó o fuel), les centrals tèrmiques mixtes (utilitzen carbó i gas natural), les centrals de cicle combinat (utilitzen gas natural o carbó gasificat) i les centrals de cogeneració (que a partir d'un combustible generen energia elèctrica i tèrmica simultàniament).

1.4.1.1- Central termoelèctrica convencional

El carbó es desplaça per unes cintes transportadores fins a un molí triturador que el transforma en pols de carbó per facilitar-ne la combustió. Aquesta pols es barreja amb aire preescalfat i s'aboca als cremadors de la caldera, on es produeix la combustió. La calor despresa durant la combustió escalfa l'aigua que circula per dins d'uns tubs situats al voltant de la caldera. Aquesta aigua pateix un procés d'ebullició i s'evapora (es transforma en vapor calent a alta pressió). Aquest vapor circula per uns tubs fins a arribar a una turbina de vapor formada per tres cossos: el d'alta pressió (àleps més

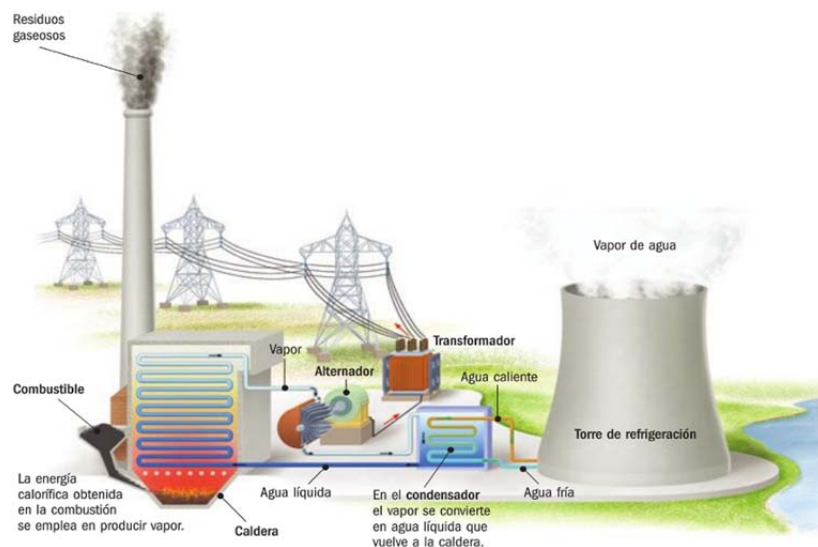
petits), mitjana pressió (àleps mitjans) i el de baixa pressió (àleps més grans), per on va circulant el vapor a mesura que perd pressió. El vapor d'aigua passa per un condensador on gràcies a l'aigua freda refrigerada en la torre de refrigeració es condensa i passa a ser aigua que tornarà a circular per la caldera, formant així un circuit tancat d'aigua, que s'anirà vaporitzant i condensant indefinidament.

Els àleps de la turbina giren i amb ells l'eix, que pel fet d'estar acoblat al rotor d'un alternador o generador elèctric fa girar el rotor i aquest les bobines de coure de l'interior del motor, que generen un camp magnètic i aquest, posteriorment, un camp elèctric que crea l'electricitat (energia elèctrica). L'electricitat surt del generador a una tensió de 20kv (20.000 volts) i per tal de minimitzar les pèrdues de potència i no haver d'augmentar la secció dels cables durant el transport fins als centres consumidors, s'eleva la tensió fins a 400 kv (400.000 volts) en l'estació transformadora primària del parc de distribució situat a la mateixa central. Les centrals termoelèctriques convencionals tenen un rendiment del 35%.

Diagrama del funcionament d'una central termoelèctrica

Font:

<http://davidllagil.blogspot.com.es>



1.4.1.2- Central termoelèctrica mixta

El funcionament és idèntic al de les centrals termoelèctriques convencionals, l'única diferència és que les mixtes estan dissenyades per a utilitzar diferents combustibles, per exemple, carbó i gas natural.

1.4.1.3- Central termoelèctrica de cycle combinat

Per reduir l'emissió de gasos contaminants que es generen durant la combustió del petroli les centrals de cycle combinat utilitzen gas natural (combustible fòssil menys contaminant i amb més disponibilitat que el petroli). En aquest tipus de centrals termoelèctriques s'utilitzen dos tipus de turbines (una de gas i una de vapor), i així s'augmenta el rendiment, que és del 52%.

A la cambra de combustió, s'hi barregen el gas natural amb l'aire provinent d'un compressor i hi ha combustió. La combustió del gas natural allibera uns gasos a alta temperatura (1300 °C) i alta pressió (entre 1, 5-3 Mpa) que quan arriben a la turbina de gas en fan girar als àleps, el moviment dels quals fa girar l'eix de la turbina, i com que aquest eix està acoblat al rotor de l'alternador, el fa girar, cosa que crea un camp magnètic intern i aquest, un camp elèctric (es genera electricitat).

Després el gas, que encara està a alta temperatura (600 °C), entra a la caldera de recuperació per on passa aigua líquida provinent del condensador. Aquesta aigua s'evapora a mesura que passa per dins de la caldera i el vapor viatja fins a la turbina de vapor, des d'on igual que en la termoelèctrica convencional farà girar els àleps; aquests faran girar l'eix del rotor del generador elèctric, i així es produirà energia elèctrica.

1.4.1.4- Central termoelèctrica de cogeneració

Durant el procés de generació d'energia elèctrica, concretament durant la combustió, es desprèn calor, que en les centrals de cogeneració s'aprofita per escalfar l'aigua de la caldera per fer funcionar sistemes de calefacció, vapor, fluids escalfats, etc. Per tant, aquest tipus de sistemes de generació elèctrica tenen molta aplicació en indústries, hospitals, hotels, escoles, on les despeses d'energia elèctrica són similars a les despeses d'energia tèrmica. A més a més, aquest tipus de centrals termoelèctriques tenen un rendiment del 80%, molt superior al 35% de les termoelèctriques convencionals i del 52% de les termoelèctriques de cycle combinat.

El combustible (carbó, gas natural, petroli) es crema en un generador de vapor (caldera). El vapor resultant viatja fins a la turbina de vapor, que acoblada a un alternador genera electricitat. L'energia elèctrica resultant passarà pel transformador de la mateixa central

que n'augmentarà la tensió per al seu transport. Després, si el vapor que surt de la turbina està a una temperatura adequada passarà per la caldera i escalfarà l'aigua freda que circula per dins d'uns tubs, la qual s'escalfarà i servirà per a serveis domèstics o processos industrials. L'aigua calenta, un cop utilitzada, és retornada a la caldera on es produeix la combustió per a tornar a convertir-se en vapor i generar energia elèctrica i tèrmica.

Efectes per al medi ambient de les centrals termoelèctriques

Cal tenir en compte que durant la combustió dels combustibles fòssils s'alliberen molts productes químics contaminants responsables de l'efecte hivernacle (en el cas del CO₂ i el vapor d'aigua), de la pluja àcida (amb els òxids de sofre i del nitrogen) i de les boires fotoquímiques (en el cas dels hidrocarburs, les partícules sòlides i els metalls pesants). A més a més, l'aigua que es retorna al riu ha de passar prèviament per la torre de refrigeració per tal de reduir al màxim la variació tèrmica, i tota l'aigua provinent de la caldera, de la neteja de diversos elements de la central, procedent de les pluges de vapor s'ha de depurar abans de ser vessada al riu per evitar la contaminació d'aquest i, per tant, de tota la flora i la fauna que hi habita.

1.4.2.- Tipus de centrals nuclears

Les centrals nuclears es diferencien de les centrals termoelèctriques en la forma com aconseguen el vapor d'aigua que farà girar les turbines. En les centrals termoelèctriques s'utilitza la combustió de combustibles fòssils (gas natural, carbó o petroli) per a generar vapor, mentre que en les centrals nuclears s'utilitzen la reacció de fissió d'àtoms d'urani per a generar la calor necessària per a crear vapor. Hi ha tres tipus de centrals nuclears: centrals amb reactor d'aigua a pressió (PWR), centrals amb reactor d'aigua en ebullició (BWR) i centrals amb reactors de neutrons ràpids.

Funcionament d'una central nuclear

Les centrals nuclears, independentment del tipus de central (determinat pel tipus de reactor), tenen un mateix funcionament. Al reactor nuclear, (el component més important de la central), es produeix una reacció de fissió que allibera molta calor.

Aquesta reacció consisteix a bombardejar àtoms d'urani amb neutrons, provocant així la divisió dels àtoms i l'alliberació de diversos neutrons que seguiran impactant contra els àtoms d'urani i d'aquesta manera es mantindrà la reacció en cadena. L'energia tèrmica generada en el reactor que circula pel circuit primari es transmet al circuit secundari a través d'un generador de vapor (intercanviador). Surt en forma de vapor de dins de l'intercanviador i aquest és dirigit a alta pressió i temperatura a l'edifici de turbines, on (com en les centrals tèrmiques) hi ha el grup turbina-alternador que estan acoblats i generen energia elèctrica, la tensió inicial de la qual és de 20kv (20000 volts) i és elevada per al transport fins a 400kv (400.000 volts) dins del transformador de la mateixa central.

1.4.2.1.- Centrals amb reactor d'aigua a pressió

Aquest tipus de centrals nuclears té dos circuits de refrigeració; en el circuit primari (el de dins del reactor) el refrigerant (substància líquida que evita el sobreescalfament del reactor i permet el transport de l'energia tèrmica) és impulsat per una bomba fins a dins del reactor. Degut a la reacció de fissió nuclear es desprèn una calor que es transporta per l'aigua fins al pressionador (on se n'eleva la pressió per evitar l'ebullició precoç) i després a l'intercanviador o generador de vapor (aparell de dins del reactor que transmet la calor del circuit primari al circuit secundari evitant així la contaminació de l'aigua del segon circuit). El vapor d'aigua que circula pel circuit secundari que s'ha escalfat i s'ha evaporat dins de l'intercanviador es dirigeix al grup turbina-alternador i es genera energia elèctrica. Després, el vapor, quan surt per la turbina, passa pel condensador, on gràcies a un tercer circuit d'aigua freda es condensa i torna en estat líquid cap a l'intercanviador; d'aquesta manera es mantenen els dos circuits de refrigeració tancats. L'aigua refrigerada que permet la condensació del vapor que circula pel circuit secundari prové directament del riu, on s'aboca directament, ja que no ha entrat en contacte amb l'aigua radioactiva del reactor. Tot i així, en algunes centrals nuclears, el tercer circuit de refrigeració també és tancat i l'aigua es refreda en una torre de refrigeració. El 50% de les centrals nuclears utilitzen aquesta tecnologia.

1.4.2.2.- Centrals amb reactor d'aigua en ebullició

A diferència de les centrals de reactor d'aigua a pressió, en aquest cas només hi ha un

circuit de refrigeració i, per tant, el funcionament és més simple. L'aigua freda és impulsada per una bomba fins a dins del reactor, on degut a la calor despresada per la reacció de fissió nuclear s'escalfa i s'evapora. Aquest vapor d'aigua viatja fins al grup turbina-alternador i en fer girar els àleps de la turbina que està acoblada a l'alternador (generador elèctric), genera electricitat. Quan el vapor surt de la turbina passa per un condensador i gràcies a l'aigua refrigerant provinent del riu o de la torre de refrigeració, (depèn del tipus de central), es condensa i torna a ser aigua líquida que torna a ser bombada cap al reactor per garantir un funcionament continu de les instal·lacions.

1.4.2.3.- Centrals amb reactor de neutrons ràpids

En aquest tipus de centrals nuclears no s'utilitza moderador (substància líquida que redueix la velocitat dels neutrons per assegurar l'impacte amb altres àtoms fissionables), i per tant les fissions d'àtoms d'urani es fan amb neutrons ràpids. En aquest tipus d'instal·lacions hi ha tres circuits. En el circuit primari, hi circula sodi que, en escalfar-se per la calor despresada durant la reacció de fissió, escalfa el sodi que circula pel circuit secundari fora del reactor. Finalment, el sodi líquid a alta temperatura del segon circuit passa per un generador de vapor (intercanviador) on transmet la calor a l'aigua del tercer circuit provocant-ne l'evaporació. Aquest vapor viatja al grup turbina-alternador i es genera energia elèctrica. Després el vapor passa per un condensador, passa a estat líquid i és bombat una altra vegada fins a l'intercanviador. Aquest sistema compta amb una bomba per a bombar la substància refrigerant de cada circuit.

Efectes per al medi ambient de les centrals nuclears

Les centrals nuclears, igualment que les centrals tèrmiques, poden provocar la contaminació tèrmica i química de les aigües, però a diferència de les centrals tèrmiques no alliberen contaminants atmosfèrics excepte quan hi ha un desastre nuclear, que s'alliberen residus radioactius altament perillosos per a la població i el medi ambient. Degut a la perillositat dels residus radioactius, totes les centrals nuclears han de complir unes normes molt estrictes de seguretat per tal d'evitar situacions de risc, com la zona de construcció de la central, els materials utilitzats per a construir-la, professionals molt ben formats i preparats per a accidents nuclears, sensors que detecten qualsevol anomalia...

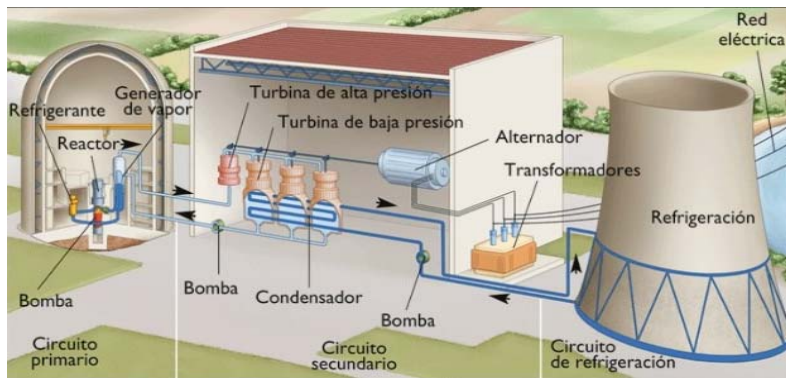


Diagrama del funcionament d'una central nuclear Font: <https://es.slideshare.net/ialbelda/les-centrals-nuclears-5863938>

1.4.3.- Centrals hidroelèctriques

Les centrals hidroelèctriques són un tipus de centrals elèctriques que utilitzen l'energia potencial i posteriorment la cinètica de l'aigua per a generar energia elèctrica. Les centrals hidroelèctriques es construeixen perpendicularment al pas d'un riu, alterant-ne així el cabal i retenint-ne l'aigua en forma d'energia potencial (energia adquirida amb l'alçada) que després es transformarà en energia cinètica (energia que augmenta amb la velocitat) i aquesta en energia elèctrica.

La construcció d'un mur de retenció (presa) a la llera del riu provoca un estancament de l'aigua que hi passa i, per tant, un augment del nivell del riu. Aquesta aigua arriba a les turbines de la sala de màquines mitjançant unes canonades equipades amb comportes i reixats per regular-ne el pas i també la producció energètica, i per evitar l'entrada de troncs o altres objectes que puguin danyar les turbines. Un cop l'aigua arriba a la sala de màquines, fa girar les turbines d'aigua (*pelton*, *francis* o *kaplan*) que hi hagi instal·lades a la central, i que depenen de les característiques físiques del terreny: la turbina *pelton* és per a desnivells alts i cabals baixos; la turbina *kaplan*, per a desnivells suaus i cabals grans, i la turbina *francis*, per a cabals i desnivells variables. Com que la turbina està acoblada a un generador elèctric, quan giren els àleps de la turbina també ho fa el rotor del motor i amb aquest les bobines de coure del generador, que creen un camp magnètic i posteriorment un camp elèctric, i es crea electricitat. I en el parc de transformació i distribució s'augmenta la tensió de l'electricitat, de 6kv (6.000 volts) a 110 kv (110.000 volts). Llavors en l'estació d'interconnexió la tensió s'eleva fins als 400.000 volts que circulen per les línies d'alta tensió fins als centres consumidors.

Efectes per al medi ambient de les centrals hidroelèctriques

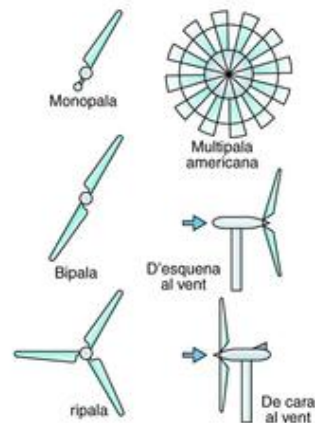
L'avantatge de les centrals hidroelèctriques és que no generen contaminants atmosfèrics, ja que no utilitzen combustibles fòssils, asseguren una reserva d'aigua per regar, un cabal mínim, i poden evitar inundacions gràcies a la regulació del cabal del riu. I com a inconvenients cal destacar la variació del cabal del riu, l'afectació cap a la fauna i la flora, problemes d'erosió, i pèrdua de terrenys i poblacions per la construcció dels embassaments.

1.4.4.- Centrals eòliques

A les centrals eòliques s'aprofita l'energia mecànica del vent per generar energia elèctrica. Els aerogeneradors o molins de vent són les estructures que fan aquesta conversió; la força mecànica de l'aire fa girar les aspes o àleps del molí i així es provoca el moviment del rotor d'aquest.

El rotor es comença a moure a una velocitat d'entre 2-4 m/s en forma d'energia mecànica, després passa al generador a través d'un multiplicador (conjunt d'engranatges que augmenten la velocitat de rotació de l'eix fins a 5 m/s) i, finalment, un cop al generador/alternador, l'energia mecànica es transforma en energia elèctrica mitjançant la generació d'un camp magnètic i posteriorment d'un camp elèctric.

Segons el tipus d'eix es poden classificar en aerogeneradors d'eix vertical i aerogeneradors d'eix horitzontal. Segons el nombre d'aspes, en molins d'1 aspa, de 2 aspes i de 3 aspes. I finalment, també es classifiquen entre molins orientats de cara al vent i d'esquena al vent.



Classificació dels molins segons el tipus de pales i l'orientació

Font: <https://tecnomac.wikispaces.com/E%C3%92LICA>

A més, depenent del tipus d'instal·lació eòlica, els parcs eòlics es poden classificar en: parcs eòlics desconnectats de la xarxa elèctrica (destinats a l'autoconsum i situats en zones agrícoles o per a senyalitzacions), parcs eòlics connectats a la xarxa elèctrica per

a la disminució de la despesa energètica, i els parcs eòlics productors d'energia elèctrica per a la venda a la xarxa. Aquests últims compten amb una logística molt complexa (agrupacions d'entre 5-6 aerogeneradors connectats en paral·lel i connectats a un alternador que n'eleva la tensió per al transport). Aquest tipus de centrals eòliques tenen unes potències instal·lades d'aproximadament 1 MW per aerogenerador .

1.4.5.- Centrals geotèrmiques

Utilitzen l'energia tèrmica dels fluids de les capes subterrànies de la terra per a generar energia elèctrica. Es fan uns jaciments a una certa profunditat respecte de la superfície terrestre i mitjançant bombes de fluids es transporta el fluid calent provinent de les capes subterrànies fins a un intercanviador on escalfa un altre fluid amb un punt d'ebullició més baix (l'aigua). El vapor, en aquest cas d'aigua, viatja fins al grup turboalternador, es genera energia elèctrica igual que en la resta de turboalternadors i aquest vapor passa per un condensador des d'on es condensa i torna a ser escalfat amb el fluid terrestre per tal de seguir amb el procés. Un cop l'electricitat és generada, igual que amb la resta de centrals elèctriques de producció per a la comercialització de l'energia, aquest electricitat passa per un alternador que n'augmenta la tensió (voltage) fins a valors aptes per al transport i la distribució. Actualment les centrals geotèrmiques tenen una potència instal·lada de l'ordre de 400MW.

Tot i així, les centrals geotèrmiques es poden classificar segons el nombre de circuits de fluid i segons si aquests es realitzen:

-Centrals de condensació: El vapor s'escalfa a l'intercanviador, passa pel grup turboalternador i en passar pel condensador es reutilitza per a fer un altre cicle.

-Centrals de no-condensació: El vapor s'escalfa a l'intercanviador mitjançant l'escalfor del fluid subterrani, passa pel grup turboalternador i s'allibera, sense possibilitat de repetir el cicle.

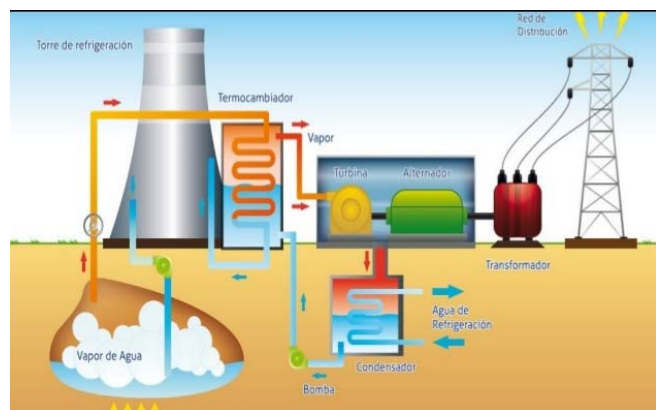


Diagrama de funció d'una central geotèrmica.

Font: <https://www.slideshare.net/andrescamiloarevalo/central-geotermic>

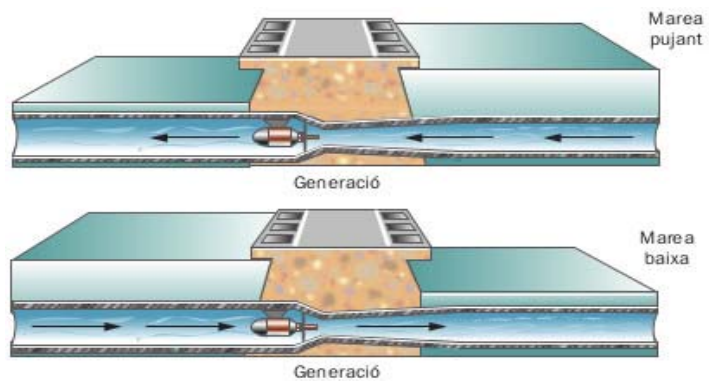
-Centrals de jaciments de baixa temperatura: S'utilitza l'aigua calenta per evaporar un altre fluid de baix punt de fusió, aconseguint així que aquest fagi girar el grup turboalternador.

1.4.6.- Centrals mareomotrius

Les centrals mareomotrius aprofiten l'energia de les mareas, de les ones o l'energia tèrmica dels oceans per a generar energia elèctrica. Segons facin una cosa o una altra es classifiquen en:

-Centrals aprofitadores d'energia de les mareas: aprofiten la variació del nivell del mar a les zones costaneres (badia, cala) que oscil·len entre 15 m fins a menys de 0,5 m (en zones mediterrànies), per generar energia elèctrica. Aquest tipus de centrals són molt costoses perquè requereixen de la construcció d'un dic de terra on s'obren uns canals per on passa l'aigua, tant quan la marea puja (plenamar) com quan baixa (baixamar). I enmig d'aquests canals hi ha unes turbines de doble sentit que són funcionals en els dos sentits, tant quan l'aigua puja

com quan l'aigua baixa i se'n va cap al mar. Tot i així, la irregularitat d'aquests fenòmens i el fet que les variacions del nivell del mar més grans siguin de nit (quan el consum és menor) les fa menys competitives.



Font: Mc Graw Hill digital, energies alternatives

-Centrals aprofitadores d'energia de les ones: En aquest cas, aprofiten l'energia transmesa per les ones per a generar electricitat. Tot i l'alta densitat de potència generada en aquest tipus de tecnologia, el fet que no siguin previsibles les oscil·lacions de les ones i, per tant, l'arribada d'energia, dificulta establir un sistema elèctric basat amb aquest tipus de tecnologia. El nombre d'oscil·lacions oscil·la entre 3-30 per minut. Aquestes centrals consisteixen en un conjunt de pales unides a un eix comú per on passa un fluid (aire o aigua). Quan les pales es mouen per l'impacte de les ones, un motor accionat pel moviment mecànic de les pales acciona un motor que comprimeix el fluid de dins de l'eix fins a una turbina. Aquest fluid comprimit (a gran velocitat), fa girar els àleps de la turbina i aquesta, pel fet d'estar acoblada amb un alternador/generador,

genera energia elèctrica, que després passa per un transformador on se n'eleva la tensió per al correcte transport i distribució.

-Centrals aprofitadores de l'energia tèrmica del mar: probablement és la tecnologia renovable menys desenvolupada i que presenta uns rendiments més baixos. El rendiment d'aquestes instal·lacions oscil·la pel 7%. A més, el fet que el gradient tèrmic (la diferència de temperatura entre les profunditats dels oceans i la superfície) sigui petit, dificulta l'aprofitament. També, l'energia necessària per bombar l'aigua freda del fons marí fins a la superfície i per moure l'aigua calenta de la superfície al fons suposa un cost molt important que fa encara més disfuncional aquest tipus d'instal·lacions.

1.4.7.- Centrals de biomassa

En aquest tipus de centrals s'utilitza la biomassa (la matèria orgànica d'origen animal o vegetal originada de forma natural o artificial) per a transformar-la en un combustible apte per a la generació d'energia. Es fa mitjançant tres processos: procés físic, procés termoquímic i procés bioquímic.

-Procés físic: consisteix en tres fases. La primera és l'homogeneïtzació o refinament, en la qual es prepara la biomassa per a unes condicions de granulometria, humitat o composició; la segona fase és la densificació, és a dir, la millora de les propietats de la biomassa transformant-la en pèl·lets per a millorar-ne el pes específic i facilitar-ne el transport i l'emmagatzematge. I finalment, la fase de la fermentació, durant la qual es fermenta la biomassa amb la presència d'oxigen de l'aire i així s'obté bioalcohol (etanol).

I un cop la biomassa ja ha estat adequada per a la seva combustió, mitjançant uns processos termoquímics o bioquímics, es transforma en gas per a fer girar un grup turboalternador, o com a combustible gasos per a la generació d'energia en les centrals tèrmiques de cogeneració.

El tractament de la biomassa per a la generació d'energia serveix per a l'elaboració de dos tipus de combustibles que acabaran substituint els combustibles fòssils: els biodièlsels i els bioalcohols.

1.4.8.- Centrals d'aprofitament de RSU (residus sòlids urbans)

En aquestes centrals s'aprofiten els residus urbans per a generar energia. Hi ha diferents maneres de tractar aquests residus: l'abocament (consisteix a enterrar les escombraries urbanes en grans forats, tot i que suposa un important risc de contaminació de les aigües residuals), el compostatge (deixar fermentar l'orgànic per donar-hi un ús posterior com a adob natural), el reciclatge (mitjançant el qual se separen els diferents residus urbans segons les seves característiques físiques per reutilitzar aquells que puguin tornar a servir) i, finalment, la incineració de residus mitjançant la combustió (aquest tipus de tractament, però, suposa l'alliberament de grans quantitats de contaminants a l'aire).

1.4.9.- Tipus de centrals solars

Hi ha dues formes d'aprofitament de l'energia solar: la via tèrmica, que consisteix en la transformació de la radiació solar en energia tèrmica per escalfar aigua o per transformar-la posteriorment en elèctrica, i la conversió fotovoltaica, quan la radiació solar es transforma directament en energia elèctrica.

1.4.9.1. -Conversió tèrmica: Les instal·lacions solars que usen la conversió tèrmica obtenen uns rendiments de fins al 65% (que vol dir que el 65% de la radiació solar es transforma en calor). Dins de les centrals que funcionen amb la conversió tèrmica les podem classificar en sistemes actius (captadors amb o sense concentració de la radiació, centrals termosolars per la producció d'energia elèctrica) i en sistemes passius (quan es construeixen edificis tenint en compte l'entorn i el clima per donar el màxim d'utilitat a la radiació solar, sense haver de generar cap tipus d'energia —arquitectura bioclimàtica—). Els sistemes actius es poden classificar en tres grups depenent dels sistemes que usen: sistemes de baixa temperatura (s'escalfa l'aigua per sota del seu punt d'ebullició, $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$), i s'utilitzen per a la producció d'aigua calenta sanitària o per a la climatització); sistemes de mitjana temperatura (on s'escalfa l'aigua entre $100\text{-}300\text{ }^{\circ}\text{C}$ i s'utilitza per a produir vapor o proporcionar calor en processos industrials) i, finalment, els sistemes d'alta temperatura (on s'escalfa el líquid fins a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ per a produir directament energia elèctrica). Aquest sistema és propi de les centrals termosolars.

Energia solar tèrmica de baixa temperatura

En els sistemes actius de baixa temperatura s'utilitzen col·lectors (captadors solars) com

a elements essencials que, acompanyats de canonades, bombes i condensadors, permeten aprofitar la radiació solar per escalfar aigua dels sanitaris de l'edifici. Aquest tipus d'instal·lacions són aïllades (funcionen únicament per escalfar l'aigua de l'edifici on han estat instal·lades).

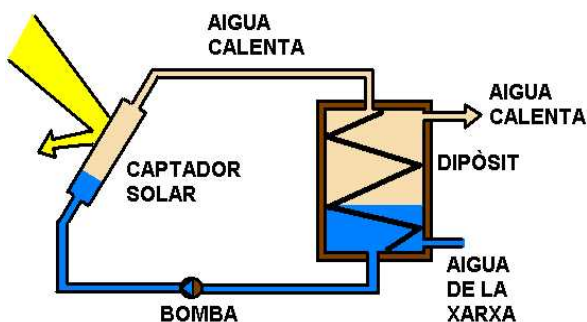
Els raigs solars incideixen sobre els col·lectors, dins dels quals (independentment de quin tipus de col·lectors siguin) hi ha un fluid (aigua o aire) que s'escalfa gràcies a les altes temperatures assolides a l'interior del col·lector degut a l'efecte hivernacle. Aquest procés és gràcies a les cobertes dels col·lectors, que són capaces de deixar entrar els raigs solars però de no deixar-los reflexar i per tant, retenir molta més calor.

Aquest tipus d'instal·lacions es poden classificar en sistemes oberts i sistemes tancats, depenent de la forma de transmetre la calor.

Sistemes oberts: Consisteix en un únic circuit per on circula el fluid tèrmic (aigua o aire), que en passar pel col·lector s'escalfa. L'aigua escalfada es dirigeix al termosifó, des d'on es distribueix per a l'ús posterior. Com que hi ha un únic circuit, l'aigua de consum serà la mateixa que passa pel col·lector.

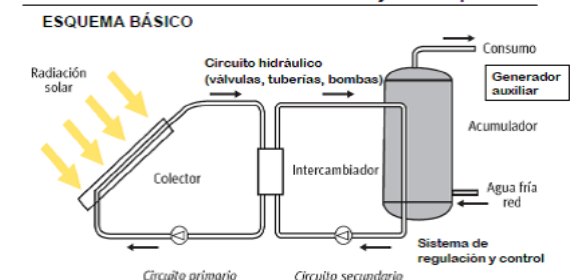
Sistemes tancats: En aquest cas la instal·lació compta amb dos circuits; un primer per on circula el fluid que passarà pel col·lector on s'escalfarà, i després en un intercanviador (condensador) transferirà la calor al fluid secundari (probablement també aigua), el qual serà usat per al consum. En cas que la temperatura adquirida pel segon fluid i transmesa per conducció sigui inferior al valor requerit, s'utilitzarà una altra font de calor (caldera) per a augmentar-ne la temperatura fins al valor requerit.

Circuit obert



Circuit tancat

Instal·lació Solar Tèrmica de Baja Temperatura

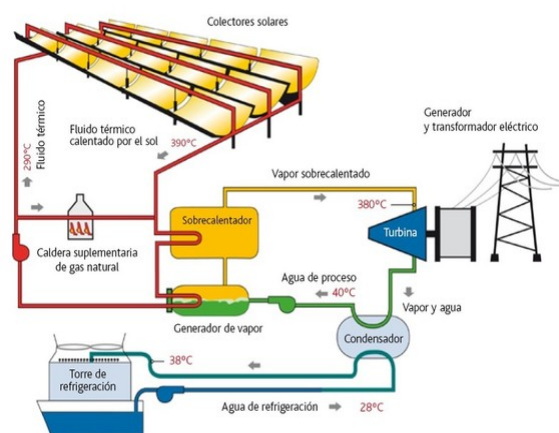


Energia solar tèrmica d'alta temperatura; tipus de centrals termosolars

Una central termosolar és una instal·lació que aprofita l'energia radiant del sol per a transformar-la en energia tèrmica i aquesta posteriorment en energia elèctrica. Hi ha tres tipus de centrals termosolars: centrals amb col·lectors distribuïts (DCS), centrals solars de torre central (CRS) i centrals solars de disc parabòlic (CSP).

Centrals solars amb col·lectors distribuïts¹⁰

Aquest tipus d'instal·lacions estan formades per diverses files de col·lectors de concentració i a cada fila n'hi pot haver varis de connectats en sèrie, cosa que permet que el fluid transferidor de calor vagi passant per varis col·lectors fins arribar a la temperatura necessària per passar a vapor.



D

Diagrama del funcionament d'una central solar amb col·lectors distribuïts.

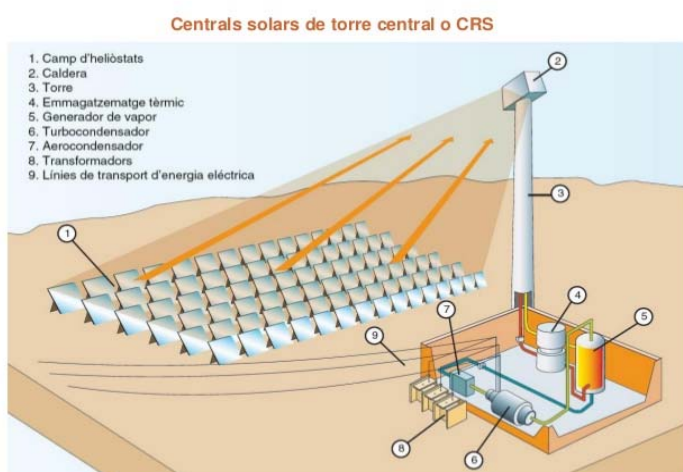
Cada col·lector reflexa els rajos solars cap a un tub metàl·lic, que passa horitzontalment a uns centímetres per sobre del centre dels col·lectors i per on circula un fluid tèrmic que va augmentant la temperatura fins a evaporar-se. Aquest fluid, que pot arribar fins a 300 °C, es desplaça fins a un dipòsit on se n'emmagatzema una part per tal d'evitar parades en la producció energètica durant els moments de poca radiació solar. Després, aquest fluid passa per una caldera on, depenent del tipus d'instal·lació, es transferirà la calor d'un circuit a un altre mitjançant radiació (vegeu la imatge de la dreta) o s'evaporarà i farà girar la turbina el mateix fluid mantenint així un únic circuit tancat.

¹⁰ Tipus de col·lectors solars: col·lectors plans (T° entre 50-60°C, no tenen coberta transparent de vidre, menor rendiment i més manteniment); col·lectors plans amb vidre (T° entre 50-60°C, tenen coberta transparent de vidre que deixa passar els raigs solars però és opaca als raigs ultraviolats); col·lectors al buit (T° entre 80-90°C, tubs cilíndrics transparents (pyrex), instal·lats sobre una superfície metàl·lica (coure). Tenen més rendiment que els altres tipus de col·lectors.

Després, el vapor generat a alta pressió i temperatura, igual que en les centrals elèctriques que hem vist anteriorment, fa girar els àleps de la turbina que acoblada a un alternador genera energia elèctrica. Aquest fluid tèrmic, després de passar per un condensador, torna a estat líquid i torna a fer el mateix recorregut per dins del tub constituint així un circuit tancat.

Centrals solars de torre central

En aquestes centrals solars s'utilitza un receptor muntat dalt d'una torre que està rodejada d'heliòstats (miralls mòbils independents que segueixen la posició del sol en tot moment i orienten el raig solar cap al receptor de la torre mitjançant la reflexió). La torre receptora absorbeix l'energia escalfant així un fluid de transmissió de calor (sodi, aigua, o sal fosa), fins a temperatures d'entre 500-1000 C. Després aquest líquid descendeix per la torre fins a la sala de màquines, on primer passa per un dipòsit d'emmagatzematge (on se n'hi queda una part per tal d'evitar parades en la generació d'energia elèctrica durant els moments de poc rendiment solar), i després passa per un generador de vapor des d'on el fluid transmissor passarà la calor al fluid del segon circuit (normalment aigua) que s'evaporarà i serà enviat a alta pressió fins al grup turboalternador i es generarà electricitat. I igual que en les centrals amb col·lectors distribuïts, el fluid del circuit secundari passarà posteriorment per un condensador i es tornarà en estat líquid per poder repetir el cicle. Les centrals de torre central tenen un rendiment termodinàmic més gran que les centrals amb col·lectors distribuïts, ja que la temperatura aconseguida en el fluid primari, normalment sodi, és molt superior.

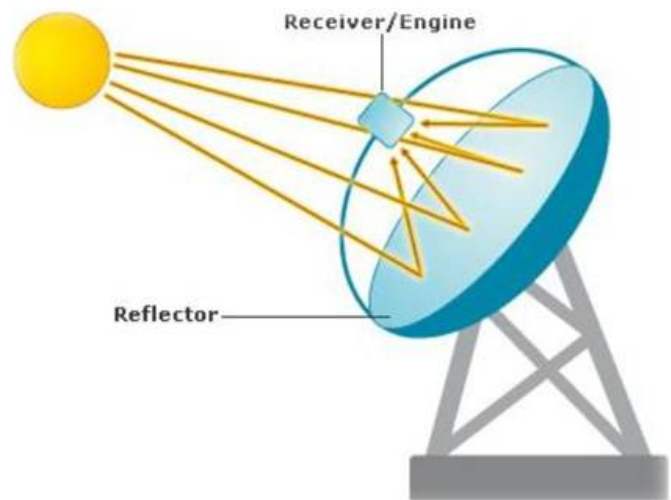


Font: Slideshare, energies alternatives

Centrals solars de discos parabòlics

Els discos parabòlics, els podem trobar fent una gran varietat de funcions: com a antenes de ràdio, plats de televisió per satèl·lit, antenes de radars militars, antenes de control aeri, i com a miralls parabòlics en centrals termosolars per a la generació d'energia elèctrica. En les centrals termosolars els miralls còncaus parabòlics reflecteixen la radiació solar cap al receptor (aparell metàl·lic o de plàstic que gràcies a la seva posició lineal respecte del centre del reflector es converteix en el punt de màxima absorció de raigs, assolint així temperatures d'entre 600-1200 °C, molt superiors a les temperatures assolides en els sistemes anteriors. Acoblats al receptor hi trobem: el motor Stirling (capaç de generar energia cinètica mitjançant l'escalfor aconseguida pel receptor), i el generador (que acoblat al motor Stirling transforma l'energia cinètica del seu rotor en energia elèctrica).

Quant a reflectors, cal diferenciar entre dos tipus: els que són metàl·lics i units amb el motor Stirling, el generador i el receptor es van movent seguint la trajectòria del sol i buscant l'angle idoni per a la major captació solar, i els reflectors mòbils fets de plàstic i reforçats amb fibra de vidre, que concentren la llum en un receptor fix.



Imatge d'un disc solar parabòlic

Font: <https://ca.solar-energia.net/energia-solar-termica/alta-temperatura>

1.5.- Energia solar fotovoltaica (característiques tècniques, instal·lacions, motius de la seva utilització, rendibilitat econòmica, energètica i ecològica)

La conversió fotovoltaica¹¹, que consisteix a transformar la radiació solar directament en energia elèctrica, començà a adquirir rellevància comercial durant les dècades del 1960-70 amb la incorporació d'aquesta tecnologia com a forma de subministrament energètic per a instal·lacions i vehicles especials. I més endavant, durant la crisi energètica del 1970, es començaren a plantejar com a alternativa als combustibles fòssils. A partir de llavors el seu ús s'ha estès com a font de subministrament energètic en molts d'altres sectors i activitats com ara en sistemes elèctrics de zones rurals i determinades feines agrícoles, per a senyalitzacions urbanes, en repetidors de comunicació (tots aquests com a exemples d'instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica comercial) i també per a altres usos com les centrals fotovoltaïques i els sistemes integrats en edificis (com a instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica).

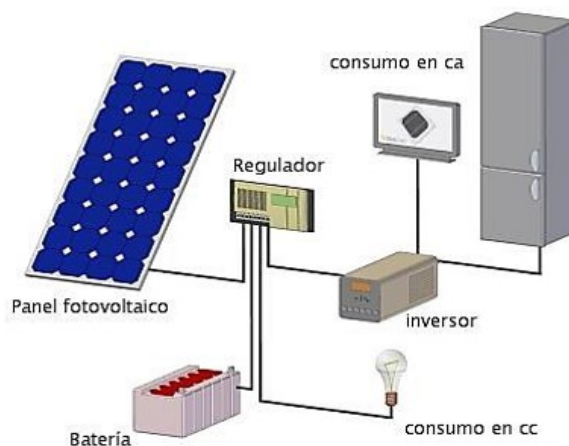
Aquesta forma de transformació de l'energia radiant del sol en energia elèctrica és possible gràcies a l'efecte fotovoltaic. Els raigs del sol incideixen sobre la superfície de la placa (constituïda essencialment per dues regions: la primera, la que rep els rajos de sol, i que està formada per àtoms de silici (Si), (semiconductor) i de fòsfor (P), i la segona, formada per àtoms de silici (Si) i de bor (B). Com que els àtoms de fòsfor tenen més electrons que els àtoms de silici aquesta primera regió queda carregada negativament (és l'elèctrode negatiu, l'ànode, del circuit). Mentre que com que els àtoms de bor que constitueixen la 2a regió tenen menys electrons que els àtoms de silici, la regió queda carregada positivament, (és l'elèctrode positiu, el càtode, del circuit). Per tant, tenim un circuit elèctric, que igual que tots els circuits elèctrics, té un generador, en aquest cas el mòdul o panell fotovoltaic format per desenes de cèl·lules (normalment 36 cèl·lules), cadascuna de les quals té un born positiu i un de negatiu. En el moment que la llum solar incideix sobre les cèl·lules, i al estar unides les dues regions, es genera un camp electrostàtic constant, que produeix un moviment d'electrons (que circulen del pol

¹¹ Tipus de cèl·lules fotovoltaïques: monocristal·lines (18% rendiment, 20 anys vida, preu alt); policristal·lines (13-15%, 20 anys, barates); pel·lícula prima amb silici amorf (5-13% rendiment, 10 anys, les més econòmiques). Les cèl·lules solars fotovoltaïques d'un mòdul (36 cèl·lules) es connecten en sèrie o en paral·lel, per tal d'obtenir la tensió més ajustada al tipus de consum. Estan unides amb resina i col·locades entre dues làmines (l'exterior de vidre i la inferior opaca o també de vidre, depenent del tipus de placa).

negatiu al positiu), que es mouen en la direcció contrària a la del corrent (del pol positiu al negatiu). Aquest corrent surt en forma de corrent continu (cc). En el moment que circula corrent per dins del circuit ja podem parlar d'energia elèctrica o electricitat. El rendiment mitjà de les instal·lacions fotovoltaïques és d'entre el 15-20%, molt més baix que el 65% que tenen les centrals utilitzadores de la conversió tèrmica.

Un cop generada l'electricitat a partir de la tecnologia de l'efecte fotovoltaic, l'electricitat en cc ha de passar abans per altres transformacions per estar llesta per al transport o emmagatzematge, depenent de si volem l'electricitat per a l'autoconsum o per injectar a la xarxa. En cas que l'energia elèctrica es vulgui emmagatzemar per al consum propi, haurà de passar per un regulador de càrrega (aparell destinat a regular l'entrada i la sortida de corrent que va a la bateria o acumulador elèctric) i per un inversor (ja que encara que sigui per a l'autoconsum, els electrodomèstics només funcionen amb corrent altern).

Aquest control del flux del corrent és necessari perquè una sobrecàrrega de les bateries o una descàrrega excessiva podrien provocar una important disminució de la vida de les bateries o una afectació en la futura capacitat de càrrega d'aquestes. Un cop estigui emmagatzemada en les bateries fotovoltaïques (amb 100 hores d'autonomia i amb un 85% de rendiment) aquesta energia es podrà gastar sense haver de dependre de la disponibilitat solar. Tot i així, en el cas que el consum de l'electricitat es vulgui fer amb corrent continu haurà de passar igualment per l'inversor (aparell capaç de transformar el corrent) per igualar les tensions entre els dispositius a connectar i la de les plaques, que sovint són diferents. En canvi, si volem injectar l'electricitat directament a la xarxa, abans haurà de passar per un inversor (aparell capaç de transformar el corrent continu en corrent altern) i posteriorment per un transformador que n'eleva la tensió per tal de garantir les millors condicions de transport, minimitzant les pèrdues de potència durant el transport i evitant l'eixamplament del diàmetre (secció) dels cables de transport.



Font: greenenergy-latinamerica

Efectes al medi ambient de les centrals solars

La utilització de les centrals solars per a la generació d'energia no suposa cap impacte negatiu per al medi ambient: no hi ha emissió de gasos durant el seu funcionament, la seva instal·lació no afecta greument ni la fauna ni la flora, i com a font d'energia renovable que és, es podrà utilitzar il·limitadament. L'únic handicap, com en tot, és la seva fabricació¹², que és quan s'alliberen diferents òxids com CO₂, SO₂, i diferents òxids de nitrogen (NO_x).

1.6. Situació energètica mundial, a Espanya i a Catalunya

L'economia energètica mundial és el sector econòmic més important i influent del món. Les polítiques energètiques dels últims 70 anys han estat sempre enfocades a interessos diplomàtics entre països. El monopoli energètic mundial des de la 2a Guerra Mundial, amb la Guerra Freda i la posterior crisi del petroli dels anys 70, se l'han repartit les grans potències, afavorint així un món totalment dependent dels combustibles fòssils (carbó, petroli, gas natural i urani). No és fins l'any 2000 quan hi ha un consens mundial per començar la transició energètica cap a les energies renovables. Tot i així, 17 anys després, els combustibles fòssils segueixen representant encara més del 90% dels recursos naturals utilitzats per a la generació d'energia.

Les energies renovables, de totes maneres, han experimentat un gran creixement en pocs anys, però segueixen representant un percentatge molt baix de l'energia generada a tot el món, menys d'un 10%. S'han hagut d'enfrontar a polítiques conservadores d'aquests grans països que han vist perillar la seva condició de potència si perdien importància en el sector energètic. Això, evidentment, ha dificultat la implantació dels sistemes renovables com a substituïts definitius dels combustibles fòssils utilitzats en les centrals energètiques convencionals (nuclear i tèrmica). Però gràcies a la fàcil accessibilitat ciutadana a les energies renovables, s'han aconseguit implantar definitivament com a futures substituïdes de les energies no-renovables.

¹² En la majoria dels casos les cèl·lules fotovoltaïques estan fetes de silici (Si), tot i que també poden ser d'altres materials amb propietats conductores semblants com ara el silici amorf, tel·luri de cadmi (CdTe), diselenur índic de coure (CuInSe₂), l'arseniür de gal·li (GaAs).

Les constants millores tècniques en generació d'energia alternativa, l'acceptació per part d'alguns països que ha portat a elaboració de lleis específiques a favor de les renovables, les subvencions estatals per incentivar-ne l'ús i el creixent interès per construir un món sostenible i autosuficient han facilitat l'acceptació social d'aquest model energètic.

Tot i així, encara queden moltes millores tècniques per fer el pas definitiu a les renovables i abandonar els combustibles fòssils. Un dels inconvenients més grans és el transport de mercaderies: camions, vaixells, trens, avions o autobusos són vehicles que necessiten molta energia per funcionar, i amb els sistemes fotovoltaics (els que s'adaptarien millor a aquest tipus de vehicles) encara no són compatibles amb les característiques funcionals d'aquests transports. Segueixen sent també una limitació tècnica que dificulta aquesta transició, els sistemes de calefacció i refrigeració degut també a la incompatibilitat entre l'actual tecnologia FV i el funcionament d'aquests sistemes, perquè no poden funcionar íntegrament amb aquesta energia.

A nivell Estatal¹³, durant aquest 2017 el Govern Central ha apostat per augmentar la dependència energètica del carbó, defensant que les centrals convencionals tèrmiques (que utilitzen el carbó per a fer energia elèctrica) són les que més riquesa econòmica i llocs de treball aporten a Espanya. Aquesta decisió, com d'altres propostes energètiques, es va aprovar al Congrés dels Diputats amb contrarietat amb el PSOE, que apostava per una política energètica més respectuosa amb el mediambient i que, per tant, afavorís el creixement de les renovables.

I a Catalunya, amb l'actual pla energètic aprovat aquest mateix any, es preveu aconseguir un país on el 100% de l'energia sigui renovable. La intensió és apropar ciutadans i forces polítiques per a un mateix objectiu: la transició a les energies renovables a Catalunya. Es busca disminuir la dependència energètica que tenia fins ara i reduir les emissions de CO2 de forma dràstica. Es calcula que l'any 2027, si se segueix aquest pla, el 27% de l'energia a Catalunya haurà de provenir de fonts renovables; així Catalunya serà un país amb un 30% d'autosuficiència energètica, i les emissions de gasos contaminants es reduiran fins a només el 40%.

13. <https://elpais.com/economia/2017/11/25/actualida>

BLOC 2- Projecte d'optimització dels edificis municipals de la comarca d'Osona

Aquest treball ha consistit a comprovar la viabilitat d'instal·lar tecnologia fotovoltaica en els edificis municipals de la comarca d'Osona. A Osona hi ha uns 700 titulars de consum que són propietat dels ajuntaments, entre els quals n'hi ha uns 100 amb consums < 1000 kwh/any, 155 que no tenen teulades (dipòsits, bombes d'aigua...) i la resta, uns 433, que tenen teulades i consums majors de 1000 kwh/any. Per tant, per fer el treball m'he centrat en aquests darrers, perquè el fet de tenir garantits uns consums mínims i tenir teulades, són les dues condicions indispensables per a instal·lar plaques solars fotovoltaiques. Hi ha altres tipus d'energies renovables que també funcionen bé en edificis públics o comunitaris (biomassa o solar tèrmica), però hem volgut agafar la solar fotovoltaica, ja que és una energia molt neta i la que, segons els experts, ens portarà a una nova era energètica. Davant d'això, els organismes públics tenen una important responsabilitat, i hauran d'apostar cada vegada més per fer el pas definitiu cap a les renovables. Per fer el projecte he comptat amb l'ajut de Pep Verdaguer, economista i especialista en gestió de projectes energètics de la Diputació de Barcelona, i amb Gil Salvans, especialista en energies renovables del Consell Comarcal d'Osona.

2.1.- Objectius del treball

L'objectiu del treball era buscar una font energètica que contaminés molt poc, fos senzilla d'aprofitar, s'adaptés correctament a la climatologia de la comarca i, sobretot, que tingués una fàcil accessibilitat per a particulars i ajuntaments del territori. La intenció no era aconseguir unes produccions energètiques excedentàries per a la venda a la xarxa, sinó comprovar la viabilitat de les instal·lacions d'autoconsum elèctric. Atès que el consum elèctric suposa una despesa econòmica molt elevada i que els inconvenients de les fonts energètiques convencionals (nuclear i tèrmica) són molts, he optat per la fotovoltaica, la qual permet reduir molt significativament el cost i a més té un impacte pràcticament nul en el medi.

També vull destacar que la meva implicació en aquest projecte pilot de comprovar la viabilitat d'una comarca on el 100% dels edificis municipals funcionin amb

fotovoltaica, ha facilitat la feina dels professionals del sector perquè ara compten amb dades indispensables com les orientacions i les superfícies utilitzables, per aconseguir així unes estimacions de rendibilitat molt precises.

El treball s'ha fet amb edificis municipals perquè són fàcils de localitzar, en coneixia tots els consums i sabia quines activitats s'hi feien, ja que al ser edificis públics estan controlats pels òrgans de gestió energètica del territori, com són el Consell Comarcal d'Osona i la Diputació de Barcelona. Un altre motiu pel qual he utilitzat edificis municipals és perquè aquesta revolució energètica de transició definitiva a les renovables l'han de fomentar les administracions, ja que són les que tenen recursos, tant econòmics com legislatius per a facilitar la implantació del que serà el nou model energètic mundial. I aquí a la comarca, com en altres zones del país, aquesta responsabilitat hi és molt present, i tot i les centralistes polítiques energètiques de l'Estat (un monopoli energètic reduït a poques grans empreses), des dels ajuntaments i diputacions del territori català s'hi està treballant molt a fons. Cal dir que en varis edificis, sobretot en equipaments esportius i escoles, ja hi ha plaques solars, sobretot tèrmiques (per a escalfar aigua), perquè el sistema fotovoltaic fins ara no ha estat gaire present a la comarca, tot i ser la font renovable, juntament amb la biomassa, que més potencial té per a l'autoconsum a Catalunya. A més, fins ara, el fet que les instal·lacions fotovoltaïques (FV) estiguessin encarades a la venda de l'electricitat a la xarxa i no pas per a l'autoconsum, limitava aquest recurs al sector privat.

2.2.- Descripció del treball de camp (càlcul de superfícies, HSP, % de cobertura, preu de les instal·lacions, consums elèctric i tèrmic dels edificis, viabilitat del projecte...)

S'ha utilitzat el programa Vissir 3 de l'ICGC per calcular les superfícies dels edificis, localitzant-los a partir de les seves coordenades amb el suport de l'inventari del Gemweb i del Google Maps. El treball de camp ha consistit a localitzar aquests edificis, valorar les orientacions i inclinacions de les teulades (amb una inclinació general de 17°) i, després, calcular les superfícies de les teulades amb millor orientació i inclinació, per tal de garantir el màxim rendiment de la instal·lacions.

He reduït els prop de 700 edificis municipals repartits entre 51 municipis de la comarca

d'Osona en prop de 600, descartant tots aquells equipaments (uns 100) amb un consum elèctric menor a 1000 kwh/any (consum molt baix) per evitar instal·lacions relativament costoses i poc rendibles. També he descartat aquells titulars de consum que no tenien teulades per a instal·lar-hi panells fotovoltaics (depuradores, dipòsits d'aigua, estacions de bombament, pous, i pisos d'una comunitat de veïns). M'he trobat amb diversos edificis que tenen més d'un comptador de consum elèctric; sobretot son escoles, piscines o camps de futbol. Per tal de facilitar la lectura de les dades, he suprimit els comptadors amb consums més baixos per no haver de dividir la superfície de la teulada de l'edifici per a tots els comptadors que té l'edifici. Així es deixa un consum elèctric per a cada edifici i es facilita, per tant, la posterior lectura de les dades per part dels òrgans de gestió energètica comarcals que estiguin interessats en el projecte.

Després de calcular les superfícies de les teulades on es podrien instal·lar panells fotovoltaics he calculat KW instal·lats, HSP, Kwh/any, % cobertura anual (estalvi energètic anual) i cost aproximat de la instal·lació.

1) Per calcular els KW instal·lats (quantitat de KW que es podrien instal·lar tenint en compte la superfície de la teulada i les característiques tècniques del panell fotovoltaic utilitzat) he

Mòdul FV	Model ND-RG250 (250-255W)
Pes/Dimensions	18,5 kg/1640*992*40 mm
Número de cèl·lules	60 cèl·lules
Càrrega de vent/neu	2400 Pa
Anys de garantia	10 anys

agafat un model de panell amb unes dimensions determinades (1640*992*40 mm). He passat les unitats a SI (m) per poder calcular la superfície del panell: 1,63 m² (arrodonit a centèsimes). Per tant, aquest és l'espai que ocupa cadascun d'aquests panells. Per trobar els quilowatts que hi ha per cada panell s'han de dividir els 250 W que el mòdul fotovoltaic té instal·lats amb la superfície del panell. I a partir d'aquesta dada, (KW/m²) multiplicar pels m² de la teulada de l'edifici estudiat. Així s'aconsegueix el total de KW que es poden instal·lar a la teulada.

$$KW(\text{instal·lats}) = m^2 \text{ de teulada} * \frac{250}{1,63 * 1000} (KW)$$

2) El concepte HSP (Horas Solar Pic) representa el nombre d'hores (en aquest cas durant tot un any) de màxima irradiació solar sobre una zona determinada. I per tant, és una aproximació del total d'hores que el panell fotovoltaic estarà treballant al màxim rendiment i generant la quantitat més gran d'energia. El programa utilitzat és el Pvgis, que a partir de dades meteorològiques que el programa té i dels ajustaments que s'hi fan (com la selecció de la tecnologia utilitzada, el tipus d'instal·lació, el tipus de base de dades, la inclinació i orientació de l'edifici...) et fa una estimació de les hores que aquella instal·lació estaria funcionant al màxim rendiment, per poder així procedir a calcular altres variables com la producció, l'estalvi energètic i econòmic, el preu de la inversió o l'amortització del projecte. Evidentment, el resultat no és exacte, perquè el programa té en compte uns patrons meteorològics que poden variar i, per tant, el nombre real d'HSP pot arribar a ser substancialment diferent. No obstant, és un programa creat per organismes públics europeus i aconsegueix unes estimacions suficientment fiables i útils per al meu estudi.

Per poder diferenciar entre les diferents orientacions possibles dels edificis municipals els he dividit en tres grups: els que tenen orientació **sud** (0° respecte d'azimut fins a $+30^\circ$), els edificis amb orientació **sud-est-oest** ($+30^\circ < \text{azimut} > +60^\circ$ respecte d'azimut) i els edificis orientats a **est-oest** (aquells que tenen orientacions d'entre 60° - 90° respecte d'azimut). Aquesta diferenciació em permet obtenir tres resultats de HSP. Els edificis orientats perfectament a sud tenen un major potencial per a l'energia fotovoltaica, ja que la incidència solar és més homogènia per tota la teulada (incideix el sol per igual en totes les parts de la teulada) i també tenen més hores d'insolació, ja que des de que surt el sol (per llevant, est) fins que es pon (per ponent, oest), i gràcies al seu recorregut (entre -90° ; 90° azimut), tant a l'estiu com a l'hivern, els rajos solars hi arribaran durant totes les hores del dia. En canvi, com més desplaçament tingui la teulada respecte del 0° o azimut, més complicada, irregular i heterogènia serà la incidència solar sobre aquella teulada. Ja que a més del desfasament orientatiu hem de contemplar la inclinació de la teulada, que crearà una ombra sobre la teulada que no és contigua a la incidència solar del moment. I finalment, en els casos de teulades amb orientacions de 90° respecte d'azimut, el nombre d'hores de màxim insolació, i per tant, les que determinaran la producció, serà el més baix de totes.

El municipi que he agafat com a referència per a calcular les HSP de tots els edificis ha estat Vic, per això hi haurà una lleugera variació en els valors d'HSP, perquè cada

municipi té uns valors una mica diferents. També cal tenir en compte que depenent de si el desfasament orientatiu respecte d'azimut és positiu (cap a la dreta) o negatiu (cap a l'esquerra), les Hores Solar Pic poden ser lleugerament diferents, però amb un marge de variació menor a l'1%(10 hores). A més a més, com que he decidit utilitzar panells integrats en l'estructura de la teulada, evitant la col·locació d'estructures de suport per a corregir les orientacions i inclinacions no favorables d'aquesta, les plaques no seran mòbils, cosa que vol dir que sempre mantindran la mateixa inclinació i orientació. Això limita el potencial energètic de la instal·lació tot i que també n'abarateix el cost.

Orientacions(+/- azimut)	
+0/-0	1230/1230
+30/-30	1210/1210
+60/-60	1150/1160
+90/-90	1080/1080

Aquest factor és degut al fet que el sol durant l'estiu segueix una trajectòria molt més vertical (74° respecte del terra) i per tant els panells necessitarien menor inclinació; en canvi, a l'hivern, el sol segueix una trajectòria més horitzontal (14° respecte del terra) i per aconseguir el rendiment òptim els panells haurien de tenir major inclinació per garantir així un contacte més homogeni amb els rajos solars. El motiu pel qual no utilitzo estructures de suport ni de seguiment del sol per als panells és l'increment de preu que això suposa i la disfuncionalitat d'aquests complements davant de factors meteorològics (com el vent o la neu,) i l'impacte visual desfavorable que tindrien sobre edificis públics.

HSP en funció de l'azimut (-180;180)	Base de dades (Classic Pvgis)	Tecnologia (Silici amorf)	Potència FV pico instal·lada (1kwp)	Pèrdues estimades del sistema (14%)	Posició de muntatge (integrada a l'edifici)	Inclinació (17°)
Sud	1230					
Sud-est-oest	1210					
est-oest	1150					

Tot el projecte s'ha realitzat agafant les dades del consum d'energia elèctrica, ja que en la majoria d'edificis representa un percentatge superior de consum respecte de l'energia tèrmica. Les instal·lacions són sense bateries, perquè la incorporació de bateries suposa un increment molt gran del cost.

Exemples de classificació d'edificis comarcals segons orientació:



Exemple d'edifici amb orientació a sud (entre 0° - 30° respecte d'azimut): Institut Pere Barnils, Centelles. A la foto veiem l'orientació de diverses teulades d'un edifici municipal de Centelles. Les teulades marcades amb taronja són les que tenen orientació a Sud amb una màxima desviació de 30°

est i oest respecte d'azimut, (en aquest cas, d'entre 10° - 15°). Aquestes teulades, per tant, seran les que obtindran un major rendiment FV, ja que sobre elles la incidència solar serà molt més homogènia i més constant. En canvi, les teulades que veiem de color gris (no marcades) són planes (no tenen inclinació respecte del sol). Els dos tipus de teulada formen part del grup de les que tenen orientació sud, ja que tot i que les planes no tinguin inclinació, el fet de ser planes els dona més potencial fotovoltaic que una teulada amb inclinació però amb orientacions més desviades del punt azimut. Cal destacar, però, que a efectes pràctics el rendiment dels panells FV instal·lats a la superfície de les teulades marcades amb taronja seria major al de la resta de teulades. En aquest tipus d'edificis el valor aproximat d'HSP serà d'unes 1230 hores/any. Els panells fotovoltaics hauran d'anar distribuïts arreu de la superfície taronja mirant sempre cap a sud, així l'aprofitament de l'espai serà pràcticament màxim.



Exemple d'edifici amb orientació sud-est-oest (entre 30° - 60° respecte d'azimut): Magatzem municipal de Centelles. Les dues cares de la teulada marcades amb taronja tenen orientació sud-est-oest (aproximadament $+45^{\circ}$ oest respecte d'azimut). Mentre que les dues cares oposades tenen orientació nord-est, i per tant no són aptes per a posar-hi panells. En el cas d'aquest edifici,

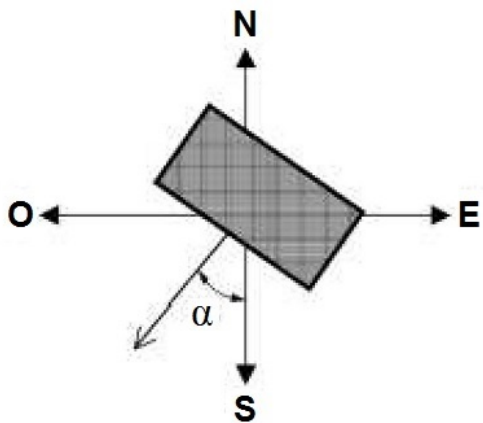
són uns 1120 m^2 de teulada utilitzables, i tenint en compte el règim de consum (que coincideix amb les hores d'activitat) i el baix consum energètic que tenen els magatzems municipals, amb una instal·lació d'aquestes dimensions suplir amb escreix la demanda energètica total de l'edifici. Al tenir una inclinació sud-est-oest, el valor HSP estimat serà de 1210 hores/any, un 2% menys que en les orientacions sud. Segons aquesta orientació veiem que la incidència solar serà major a partir del migdia, quan el

sol ja hagi passat la línia d'azimut i es desplaça cap a ponent (oest). Com en totes les instal·lacions FV, els panells per aconseguir el major rendiment s'hauran de col·locar mirant cap a sud. Aquesta distribució dels panells faran reduir l'espai ocupat per fotovoltaica.

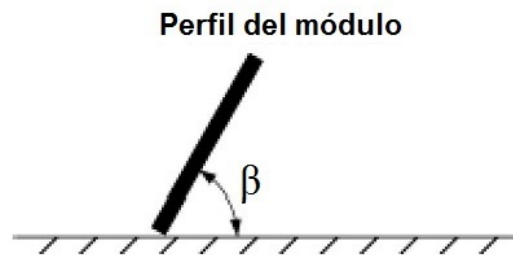


Exemple d'edifici amb orientació est-oest (entre 60°-90° respecte d'azimut):

Ajuntament de Manlleu. Les dues teulades, tant la que mira a llevant com la que mira a ponent, estan desfasades uns 90° respecte d'azimut. Dins del ventall d'orientacions de est-oest aquest seria una de les pitjors, amb un desfasament per a l'aprofitament FV gairebé límit. Al ser un Ajuntament municipal, el règim (hores) de consum coincidiria bastant amb el de producció. Els panells haurien d'anar col·locats mirant a sud, però sobretot a l'hivern (quan el sol segueix una trajectòria més baixa) la incidència solar sobre la teulada seria alterna: al matí fins al migdia hi hauria una incidència a la cara est i durant la tarda només a la cara oest. Segons les estimacions del PVGIS, el valor d'HSP seria de 1150 hores/any, un 7% menys que en les orientacions sud. Els mòduls fotovoltaics anirien mirant a sud, i si es volgués rectificar les orientacions es podrien alçar mitjançant suports, però com he comentat abans, els desavantatges (estètics, estructurals, costos) ara com ara superen els avantatges. Per tant, com en la resta d'orientacions les plaques anirien enclades a la teulada amb un grau d'inclinació dels panells de 0°.



Representación del ángulo azimut



Inclinación del módulo fotovoltaico

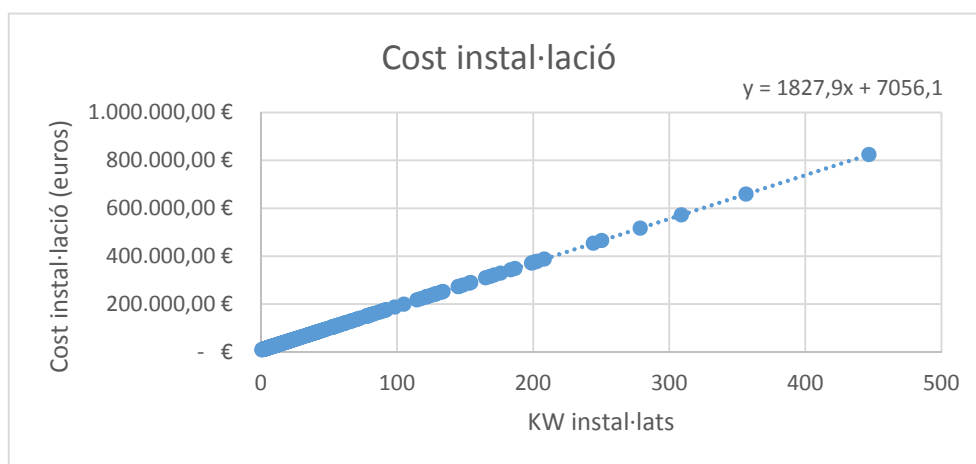
Foto de *ingemecanica*. En el dibuix de l'esquerra es mostra l'angle d'azimut; quan un panell està mirant directament a sud l'angle d'azimut és 0°, i a mesura que es desplaça a la dreta (est i negatiu) o a l'esquerra (oest i positiu) l'angle de desviació respecte d'azimut va augmentant. I si ho calculéssim des de nord també aniria variant a mesura que es desplaçés. En la imatge de la dreta, veiem la inclinació d'un mòdul fotovoltaic instal·lat al terra. La inclinació òptima per als mòduls fotovoltaics és de 15°, però en el cas dels edificis amb teulada, com que el valor estàndard d'inclinació de les teulades és de 17°, no és necessari inclinar-los més.

3) Per calcular l'estalvi energètic anual (% de cobertura elèctrica) he dividit la producció energètica anual (KWH produïts amb el sistema FV) amb el consum energètic anual (KWH que l'edifici consumeix cada any), i ho he multiplicat per 100 per trobar el percentatge de cobertura elèctrica que aconseguiria aquest edifici si tingués una instal·lació solar fotovoltaica. Les dades de l'energia elèctrica consumida són de l'any 2016 i me les han facilitat des del Consell Comarcal d'Osona.

$$\% \text{ de cobertura anual} = \frac{KWH \text{ ANY (PRODUCCIÓ)} * 100}{KWH \text{ ANY (CONSUM)}}$$

4) El cost aproximat de la instal·lació, l'he obtingut a partir d'una fórmula del treball de fi de grau d'Adrià Garimany Palau. La fórmula relaciona els quilowatts instal·lats en FV amb el cost del projecte.

$$\text{Cost instal·lació (euros)} = 1827,9 * KW \text{ (instal·lats)} + 7056,1$$



En el gràfic es mostra una línia de tendència del preu estimat de 434 edificis municipals amb teulada de la comarca d'Osona. S'ha calculat a partir de la fórmula del lateral superior, que permet relacionar els KW instal·lats amb el cost de la inversió

Estalvi econòmic anual i amortització de la inversió

L'estalvi econòmic anual no l'he calculat per falta d'informació sobre aquests edificis. Independentment de la producció elèctrica generada pels panells fotovoltaics instal·lats en un edifici, i per tant, de % de cobertura elèctrica, l'estalvi energètic depèn de més factors. Un és segons el tipus d'activitat realitzada en l'edifici: si és un centre educatiu, l'activitat i per tant també el consum, estaran concentrats durant el matí, coincidint amb les hores de producció i estalviant l'ús de bateries. En canvi, en el cas de magatzems, ajuntaments, poliesportius o camps de futbol, les activitats es realitzen més homogèniament durant tot el dia, deixant uns consums importants durant les tardes quan el producció fotovoltaica disminueix. En aquests últims casos sí que seria necessari l'ús de bateries per a emmagatzemar l'energia elèctrica durant les hores de màxima producció per després, en els moments de gran consum i baixa productivitat, poder suplir la demanda energètica. Així, en els edificis on coincideixen les hores de consum amb les hores de producció FV sí que seria real un valor general d'estalvi energètic, en canvi, en la resta de casos, l'homogeneïtat de consums o la incompatibilitat horària entre la producció i el consum provocaria un sistema d'autoconsum molt irregular i inestable (havent d'injectar importants quantitats d'electricitat a la xarxa durant les hores d'excedent i havent de comprar a les hores d'alts consums). Per aquest motiu, és molt important que les instal·lacions d'aquest tipus es dimensionin molt bé abans de fer la instal·lació per tal de fer-la el màxim de rendible possible.

Així, sense tenir un valor aproximat de l'estalvi econòmic anual dels diferents tipus d'edifici, no es pot calcular tampoc l'amortització de les inversions. No obstant, actualment des de Diputació de Barcelona i el Consell Comarcal estan buscant la fórmula que permeti trobar una aproximació de l'estalvi energètic i del temps d'amortització per al perfil d'edifici municipal que tenim a Catalunya i, concretament, a Osona.

2.3.- Classificació i exemples d'edificis segons el seu consum

He classificat els edificis municipals utilitzats en el treball segons la seva activitat: equipaments esportius (piscines, pavellons municipals, poliesportius, vestuaris, camps de futbol i de tennis), edificis socials (que inclouen pisos socials, habitatges socials,

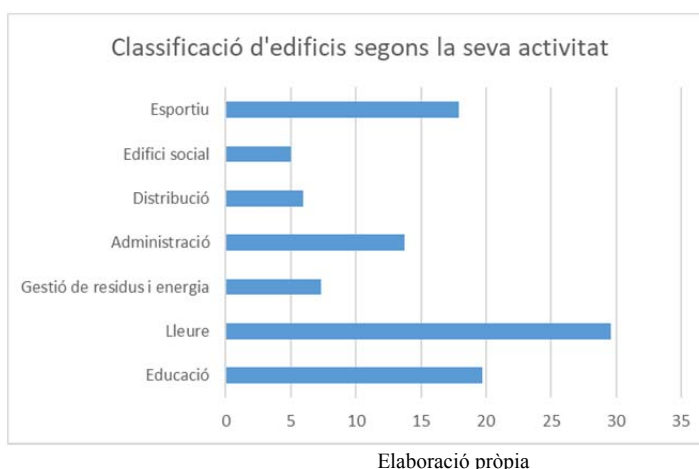
banc d'aliments), distribució (amb magatzems municipals, naus brigades municipals), administració (ajuntaments, oficines, oficines de serveis socials...), gestió de residus i energia (EDARS, deixalleries, central tèrmica) i, finalment, també en Educació (escoles, guardaries i instituts).

Els equipaments **esportius** suposen un 18% del total d'edificis municipals d'Osona, i tenen uns consums molt alts. Els règims de consum d'aquests edificis són poc compatibles amb la tecnologia FV, ja que la major part de les activitats esportives es fan fora de l'horari escolar, durant la tarda, quan la incidència solar és menor. Per aquest tipus d'edifici seria millor una instal·lació FV amb bateries; tot i així, hi ha molts equipaments esportius que produeixen part de l'energia elèctrica i tèrmica amb plaques FV i tèrmiques. Els consums oscil·len entre els 20000-500000 kwh/any.

Els **edificis socials** representen només el 5% del total d'edificis municipals i tenen uns consums relativament baixos (d'entre 2000-5000 kwh/any). Els règims de consum són com els de qualsevol altre habitatge i per tant força regulars durant tot el dia, però amb pics durant el vespre.

Els edificis que formen part del grup de **distribució** representen el 6% del total de la Comarca d'Osona. Acostumen a tenir molta superfície de teulades que no és necessària per a la FV, ja que són els edificis amb consums més baixos (d'entre 1000-4000 kwh/any). En aquest tipus d'edificis el gran potencial FV que tenen es podria utilitzar per a suplir les deficiències elèctriques d'altres edificis propers.

Tots aquells que he englobat dins **d'Administració** suposen un 13% dels edificis municipals, i presenten uns consums elevats (d'entre 10.000-20.000 kwh/any). Els seu règim de consum és bastant constant durant tot el dia;



per això, una instal·lació fotovoltaica s'adaptaria molt bé a les dimensions d'aquest tipus d'edifici (teulades mitjanes i generalment ben orientades). Seria interessant que,

com han fet ja alguns ajuntaments, es possessin panells a totes les teulades dels ajuntaments.

Els titulars de consum classificats dins de **Gestió de residus i energia** inclouen un tipus d'edificis generalment amb poca superfície de teulada, perquè en la major part dels casos són plantes de neteja d'aigües residuals de pobles petits. Com veiem a la gràfica, representen el 7% del total dels edificis, i tenen els consums més alts, ja que per a fer funcionar les bombes d'aigua per aconseguir depurar-la es gasten grans quantitats d'energia elèctrica (d'entre 50.000-500.000 kwh/any).

En el cas del grup de **Lleure**, són edificis on es fan activitats culturals relacionades amb el teatre, la gent gran i els joves. Representen gairebé un 30% dels edificis d'Osona i tenen uns consums mitjans i les hores de màxim consum són a la tarda-vespre. Per tant, en aquest tipus d'edificis per anar bé hauríem de comptar amb bateries.

I els edificis del grup de **l'Educació** són els que millor encaixen quant a compatibilitat horària amb la tecnologia FV, ja que generalment funcionen durant el matí fins al migdia (el moment de màxima oscil·lació horària). Tot i així, cal tenir en compte la presència de la boira a Osona perquè aquest fenomen meteorològic reduiria substancialment el rendiment de les plaques durant les primeres hores del matí. Aquest grup representa gairebé el 21% dels edificis municipals de la comarca, i acostumen a tenir teulades molt grans que gairebé sempre supleixen amb escreix el consum elèctric.

2.4.- Titulars de consum exclosos

Com ja he comentat anteriorment, dels titulars de consum inicials, uns 700, n'he acabat agafant només uns 433 (vegeu l'annex), perquè abans n'he exclòs 267 perquè o bé tenien uns consums molt baixos (<1000kwh/any) o bé no tenien teulades. En el cas dels edificis sense teulada (dipòsits d'aigua, bombes d'aigua, estacions de bombament i algunes EDAR de petits municipis) he tingut en compte els irregulars règims de consum que tenen les bombes d'aigua. Funcionen en moments molt puntuals però necessiten grans quantitats d'energia en molt poc temps per a generar la potència hidràulica necessària per a bombar grans volums d'aigua. Per tant, tot i que en algunes d'aquestes

estacions de bombament repartides per tot el territori de la comarca d'Osona hi hagi espai suficient per a una instal·lació fotovoltaica relativament gran, el règim de consum elèctric tan irregular impossibilita la viabilitat d'aquest tipus d'instal·lació.

En el cas dels dipòsits municipals, tot i que molts són coberts i, per tant, tenen una teulada de forma plana i circular, el fet que el seu consum sigui també per les bombes d'aigua torna a impossibilitar una instal·lació fotovoltaica.

Exemples comarcals de titulars exclosos accionats per bombes



Exemples d'estació de bombament. Estació de bombament de les Masies de Voltregà. Mitjançant el gemweb he identificat aquest titular de consum de l'Ajuntament de Masies de Voltregà i amb el Vissir 3 de ICGC he calculat la superfície delimitada per unes tanques on hi ha l'estació de bombament. El fet que les bombes estiguin soterrades ens dona tot aquest espai marcat en taronja de 50,2 m², que no podem aprofitar degut a la irregularitat del consum de les bombes.



Exemple de depuradora. Depuradora de Montesquiú. En aquesta imatge veiem una superfície de 20 m² calculats per el Vissir 3 de l'ICGC d'una depuradora d'un poble petit que en aquest cas no té cap teulada per a aprofitar. Igual que en les estacions de bombament, en les depuradores els consums acostumen a ser molt alts, però a diferència d'aquestes, tenen uns règims de consums més regulars ja que sempre estan funcionant.



Exemple de dipòsit d'aigua. Dipòsit d'aigua de Santa Maria de Corcó (l'Esquirol). Té una superfície plana i circular de 20 m² que per les dimensions, la inclinació (0°) i el fet que no tingui orientació, seria un bon exemple per a posar-hi plaques FV per a suplir part del consum elèctric, però com que funciona amb bombes d'aigua també queda exclòs. En aquest cas les bombes s'utilitzen per concentrar aigua per al reg agrícola.



Exemple de pou d'aigua. Pou d'aigua d'Espinelves. Com que els pous emmagatzemen l'aigua mitjançant dipòsits soterrats, no hi ha pràcticament espai per a posar-hi plaques solars. I a més, el fet que siguin dipòsits molt profunds i relativament estrets, fa que les bombes necessitin també gran quantitat d'energia per a salvar els metres de desnivell de l'aigua i permetre'n després una sortida a suficientment pressió per a regar. Per tant, igual que en els casos anteriors, tenen uns règims de consum molt alts i irregulars.

2.5.- Dificultats sorgides durant el treball de camp

Durant la part del treball de camp m'he trobat amb diverses dificultats (com els consums unificats o superfícies de teulades dividides, edificis no GEO localitzats, errors de localització, cost i amortització de les inversions...) que ja he esmentat anteriorment i que ara explicaré amb més detall.

2.5.1- Consums unificats o superfícies de teulades dividides

Quan vaig començar a calcular les superfícies de les teulades dels edificis municipals, em vaig adonar que alguns edificis tenien més d'un comptador; generalment eren edificis amb consums molt grans. Davant d'això se'm va acudir fer dues coses: podia suprimir els consums més petits d'aquell edifici i deixar només el consum més gran (suprimint i per tant perdent algunes dades però facilitant-ne la lectura) o podia dividir la superfície de la teulada de l'edifici per tants comptadors com hi hagués (evitant haver d'esborrar dades però complicant-ne la lectura). Ho vaig comentar amb els professionals que m'han portat el treball, i em van recomanar unificar els consums deixant només el més gran, perquè tot i que perdéssim dades i ens allunyéssim una mica dels consums elèctrics reals d'alguns edificis, generalment els comptadors secundaris eren d'uns consums baixos de l'ordre dels 1000 kwh aproximadament.

2.5.2.- Edificis NO GEO localitzats

Per a localitzar els edificis comptava amb una clau d'accés al programa gemweb des d'on tenia accés als 700 edificis municipals dels 51 municipis de la comarca d'Osona. Seleccionava un municipi i llavors sortien tots els seus centres o titulars de consum (escoles, magatzems, depuradores, instituts, guardaries, teatres, sales polivalents, antenes de telefonia, dipòsits d'aigua, pous, locals socials...) i s'obria un mapa on sortien marcats amb el dibuix d'una caseta on s'indicava; el nom de centre de consum, la superfície en m², tipus d'activitat realitzada (ensenyament, esportiva, administrativa...). Però en alguns casos hi havia edificis no localitzats. Llavors jo utilitzava el Google Maps per a intentar trobar l'edifici, però només funcionava amb edificis rellevants com els ajuntaments, les escoles i els poliesportius. Per trobar els edificis que ni amb el Google Maps podia trobar utilitzava les coordenades geogràfiques (amb els graus de longitud i el de latitud) que hi havia a l'arxiu Excel amb el qual he treballat. Després ho copiava al Google Maps i trobava el centre de consum. Gràcies a això gairebé vaig poder trobar tots els edificis de difícil localització, però encara n'hi havia alguns que no trobava. Amb aquests últims, me'ls vaig apuntar i en una de les reunions que vaig tenir amb els tècnics que dirigien el projecte, els vam anar trobant a tots.

2.5.3- Cost de les inversions

Per a trobar el cost de la inversió he fet servir una fórmula que relaciona els KW instal·lats amb el preu de la instal·lació. Aquesta fórmula contempla la lleugera variació quan a orientacions d'edificis, ja que es va treure de forma experimental agafant com a mostra edificis amb orientacions i règims o horaris de consum variats. Per tant, l'ús d'aquesta fórmula m'ha facilitat molt el càlcul del cost dels projectes, ja que si no se'm plantejaven molts dubtes com ara la diferència de costos d'instal·lació entre edificis segons la orientació de les seves teulades, segons els seus règims de consum (ja que depenent de les hores durant les quals hi hagi consum en aquell edifici s'hauria de fer un tipus d'instal·lació o un altre, i en alguns casos comptar amb bateries).

2.6.- Casos pràctics ideals d'autoconsum en edificis municipals d'Osona

En aquest apartat he fet tres projectes pràctics ideals amb tres edificis municipals de la comarca d'Osona. L'objectiu és donar una idea de quins resultats podria obtenir un tipus d'instal·lació d'aquestes característiques a la comarca, no només per a organismes municipals, sinó també per a particulars que hi estiguin interessats. Tots tres edificis han estat seleccionats per la compatibilitat entre les hores de consum amb les de producció fotovoltaica (hores de sol), facilitant-me una millor lectura i interpretació de les dades. Són tots tres casos ideals, ja que no contemplen consums extrems fora d'horaris de treball. Perquè llavors hi hauria d'haver una compra d'energia elèctrica a la xarxa per aquells moments quan hi ha consum a l'edifici però no hi ha llum solar. Tot i així, els valors d'HSP són unes estimacions força fiables perquè contemplen la possibilitat de dies sense sortir el sol, i de la mitjana d'hores diàries de sol d'un dia qualsevol.

Els tres exemples s'ordenen de major a menor consum, per demostrar que com més baix és el consum més anys d'amortització es necessiten, i amb això explico el fet d'haver descartat anteriorment tots els edificis amb consums menors de 1000 kwh/any. Aquesta incompatibilitat cada vegada estarà més resolta, amb el sorgiment de nous models de panells més eficients i amb més esperança de vida, però actualment, la mitjana de vida d'un panell fotovoltaic oscil·la en els 20-25 anys, ja que després el seu rendiment baixa exponencialment.

2.6.1.- Cas pràctic ideal d'instal·lació fotovoltaica 1: Escola Joan XXIII, Balenyà

He triat aquest edifici perquè té una orientació sud-est-oest (1210 HSP), que tenen el 57% dels edificis municipals de la comarca d'Osona. També l'he triat perquè al ser una escola, les hores de consum coincideixen amb les hores de màxima producció fotovoltaica, reduint molt les pèrdues energètiques i consegüentment també econòmiques.



Aquest edifici té una superfície disponible per a FV de 458 m², (descartant la teulada de la pista coberta per mala orientació), que suposaria el 138% de la cobertura energètica anual. Però com que volem aconseguir només un 100% per poder desconnectar l'edifici de la xarxa, només farem ús de 355 m² (marcats amb taronja) que permeten suplir tot el consum elèctric anual. Utilitzarem el model de mòdul: ND-RG250 (250-255W), que ocupa una superfície de 1,63 m². El consum elèctric de l'edifici és de 65.672 kwh/any.

Per calcular els KW que podríem instal·lar segons aquests m² de teulada i els l'espai que ocupa cada panell, tenint també en compte els 250W que van instal·lats a cada panell tindriem:

$$KW(instal \cdot lats) = 355m^2teulda * \frac{250 W panell}{1,63m^2panell * 1000}$$

$$= 54,44 KWinstal \cdot lats.$$

Ara hem de buscar la producció elèctrica capaç de generar aquesta instal·lació. El resultat ha de ser igual al consum anual (65672 kwh/any). Ho calculem segons la fórmula:

$$Producció elèctrica anual = 1210 HSP * 54,44 m^2instal \cdot lats = 65.872 \frac{KWH}{ANY}$$

El resultat és pràcticament igual al del consum, només uns 200 kwh d'excedent que no suposaran cap problema perquè és una quantitat molt insignificant que suposarà una pèrdua de aproximadament 42€ anuals. $200 KWH * 0,21 \frac{€}{KWH} = 42€$

I per tant, el percentatge de cobertura serà del 100% com ja hem dit anteriorment:

$$\frac{65872}{65672} * 100 = 100\%$$

Per calcular el cost de la inversió utilitzo la fórmula de final de grau d'Adrià Garimany, trobada experimentalment amb instal·lacions sense ús de bateries. En la fórmula es relacionen els KW instal·lats a la teulada per mitjà dels panells FV amb unes constants ja establertes:

$$Cost instal \cdot lació = (1827,9 * 54,44 KW instal \cdot lats) + 7056,1 = 106.566 €$$

Per trobar l'estalvi econòmic anual hem de saber quin percentatge de cobertura elèctrica tenim (en aquest cas del 100%), per tant, haurem de multiplicar els KWH consumits=KWH produïts per 0,21€ (preu del KWH).

$$65672 \left(\frac{kwh}{any} \right) * 0,21 \left(\frac{€}{kwh} \right) = 13.791,12€ \text{ estalvi anual}$$

I finalment ens falta calcular els anys que trigarem a recuperar la inversió (l'amortització de la instal·lació). Per calcular-ho hem de dividir el cost de la instal·lació amb l'estalvi econòmic anual, i ens donarà els anys que faran falta perquè la instal·lació comenci a ser rendible:

$$\text{Amortització de la inversió: } \frac{106.566€}{13.791 \frac{€}{any}} = 7 \text{ anys}$$

Tenint en compte que la vida mitjana de les instal·lacions fotovoltaïques ara com ara és d'aproximadament 20 anys, ens quedarien 13 anys d'estalvi econòmic real, aconseguint així un estalvi total de 179.283€ en la factura elèctrica de l'escola. Passats els 20 anys, la instal·lació començaria a reduir substancialment el seu rendiment fins a fer-la inviable i llavors s'hauria de tornar a fer una nova inversió.

És un resultat molt optimista però també molt aproximat, ja que els factors que influeixen negativament en aquest resultat (boira, la compatibilitat energètica entre consum i producció) en aquest cas concret estan contemplats en el mètode de càlcul de rendibilitat de la instal·lació utilitzat. En altres edificis, però, com magatzems, ajuntaments o centres esportius el càlcul del rendiment no serà tan optimista degut a la important incompatibilitat horària entre les hores de consum i les de producció, cosa que suposaria la implantació de bateries i n'augmentaria el cost de la instal·lació i del manteniment, reduint així l'estalvi i augmentant els anys d'amortització de la inversió.

Hem d'assumir que aquest tipus d'inversió l'hauria de fer l'Ajuntament, la Diputació o el Consell Comarcal del territori, ja que el cost és difícilment assumible per a una escola pública del territori.

2.6.2.- Cas pràctic ideal d'instal·lació fotovoltaica 2: Ajuntament de Muntanyola

He triat aquest edifici perquè té una orientació sud, (amb un desfasament màxim d'uns 20°) i perquè el seu règim de consum és compatible amb una instal·lació d'autoconsum fotovoltaic, ja que majoritàriament concentra la seva activitat, i per tant el seu consum, als matins. Segons la seva orientació les HSP estimades són de 1230 a l'any.



Aquest edifici té una superfície disponible per a FV de 66 m², que cobreixen el 79% del consum elèctric anual. En aquest cas, a diferència de l'altra instal·lació, haurem d'aprofitar tot l'espai disponible per aconseguir el màxim de rendiment de la instal·lació. El model de mòdul utilitzat serà: RG250 (250-255W), que ocupa 1,63m². El consum de l'edifici és de 15.714 kwh/any.

Per calcular els KW que es podrien instal·lar a la teulada, s'ha de tenir en compte la superfície ocupada per cada panell (1,63m²), la superfície de teulada disponible (66m²) i els W instal·lats a cada panell (250 W):

$$KW (instal \cdot lats) = 66m^2 * \frac{250 W \text{ panell}}{1,63m^2 \text{ panell} * 1000} = 10,12 KW \text{ instal} \cdot lats$$

Ara cal buscar l'energia elèctrica capaç de generar aquesta instal·lació en un any. I es fa agafant els KW instal·lats a la teulada de l'edifici, i les 1230 HSP (hores de màxima irradiació solar a l'any).

$$Producció elèctrica anual = 10,12 KW \text{ instal} \cdot lats * 1230 HSP = 12.447 \frac{KWH}{ANY}$$

Per calcular el % de cobertura, i sabent que és menor al 100%, hem de dividir la producció pel consum i multiplicar per cent:

$$\%cobertura elèctrica = \frac{12.447KWH \text{ producció}}{15.714 KWH \text{ consum}} * 100 = 79\%$$

Tot seguit s'ha de calcular el cost de la inversió, i igual que en el cas anterior utilitzarem la fórmula que relaciona els KW instal·lats amb el preu:

$$\text{Cost instal·lació} = (1827,9 * 10,12 \text{ KW instal·lats}) + 7056,1 = \mathbf{25.554\text{€}}$$

En aquest cas l'estalvi anual no coincidirà amb el cost total de la factura elèctrica, ja que la cobertura no és del cent per cent. Aquest valor, el calcularem multiplicant els KWH produïts amb el preu del KWH (0,21€/KWH):

$$\text{Estalvi econòmic anual} = 12.447 \text{ KWH} * 0,21 \frac{\text{€}}{\text{KWH}} = \mathbf{2.614\text{€ estalvi anual}}$$

Finalment, s'han de calcular els anys d'amortització d'aquesta inversió per veure si és viable (amortització < 20 anys) o si no és viable (amortització > 20 anys).

$$\text{Amortització de la inversió} = \frac{25.554\text{€}}{2.614\text{€/any}} = 10 \text{ anys (viable)}$$

A diferència del cas anterior, com que no s'aconsegueix suplir el 100% del consum amb autogeneració elèctrica, i per tant, es necessita seguir connectats a la xarxa, els anys d'amortització de la inversió són més. Tot així, segons les meves estimacions de durabilitat de les instal·lacions fotovoltaïques en bones condicions (20 anys), aconseguiríem 10 anys de descompte del 79% de la factura elèctrica de l'edifici, i això suposaria un estalvi total de **26.140 euros**.

2.6.3.- Cas pràctic ideal d'instal·lació fotovoltaica 3: Consultori mèdic d'Alpens

He triat aquest edifici perquè té una orientació sud-est-oest (d'uns 50° oest respecte d'azimut). També l'he escollit perquè el seu règim de consum, juntament amb els dos edificis anteriors (l'escola Joan XXIII i l'Ajuntament de Muntanyola) és matinal (l'activitat i per tant també el consum es concentren durant el matí, coincidint amb les hores



de producció elèctrica dels panells fotovoltaics). Això facilita la lectura i interpretació de les dades, i em permet fer una aproximació més real de la rendibilitat de la instal·lació. Segons la seva orientació aquest edifici tindrà un total de 1210 HSP/ any.

Aquest edifici té una superfície utilitzable de 33m², que tenint en compte el baix consum elèctric que té, suposaria cobrir el 245% de tota la despesa elèctrica de l'any, si utilitzéssim tot l'espai de la teulada. Però com que només volem aconseguir un 100% de la cobertura elèctrica, utilitzarem només 13,5m² (espai marcat amb taronja). El model de mòdul FV que utilitzarem és: RG250 (250-255W), que ocupa un espai de 1,63 m². El consum elèctric anual de l'edifici és de 2.491 kwh/any.

En primer lloc, per calcular els KW hora que instal·laríem a la teulada hem de tenir en compte la superfície del panell (1,63m²), la superfície de teulada utilitzada (13,5m²) i la potència instal·lada en cada panell (250 W).

$$KW (instal \cdot lats) = 14,2 m^2 teulada * \frac{250}{1,63 * 1000} = 2,2 KW$$

Per calcular la producció elèctrica al llarg d'un any hauré de multiplicar els KW instal·lats (2,2 KW), amb les 1210 HSP que aquest tipus d'edifici rebria.

$$Producció elèctrica anual = 2,2KW instal \cdot lats * 1210 HSP = 2662 \frac{KWH}{ANY}$$

I per tant, el percentatge de cobertura el trobarem de dividir aquest valor (lleugerament superior al del consum) pel del consum. Veiem que la producció sobrepassa lleugerament el consum (uns 170 KWH/ANY), que suposa haver d'injectar aquest discret excedent energètic a la xarxa sense retribució (sense que les empreses comercialitzadores t'ho paguin). Aquesta quantitat té un valor aproximat de 35 € anuals llençats a xarxa per excedent productiu.

$$\% cobertura elèctrica = \frac{2662 KWH producció}{2491 KWH consum} * 100 = 106\% = 100\%$$

Ara s'ha de calcular el cost de la instal·lació amb la fórmula que ja hem usat anteriorment.

$$\text{Cost instal·lació} = (1827,4 * 2,2 \text{ KW instal} \cdot \text{lats}) + 7056,1 = 11076€$$

L'estalvi econòmic anual el trobem en funció de la cobertura energètica anual i el cost del KWH en euros. Com que el % de cobertura energètica és del 100%, l'estalvi econòmic és també del 100%. Per tant:

$$\text{Estalvi econòmic anual} = 2491 \text{ KWH} * 0,21 \frac{€}{\text{KWH}} = 528€ \text{ estalvi anual}$$

Per calcular els anys d'amortització de la inversió he de dividir el cost d'aquesta per l'estalvi econòmic anual que em suposa funcionar íntegrament amb energia FV:

$$\text{Amortització de la inversió} = \frac{11.076}{528} = 21 \text{ anys (no viable)}$$

Com podem veure, en aquest últim cas no hi haurà cap estalvi net de diners.

Hem vist que com menor és el consum de l'edifici més anys es necessiten per amortitzar la inversió, i per aquest motiu, en aquest cas particular, no seria viable la utilització de panells fotovoltaics per a la generació elèctrica, perquè segons les estimacions, quan s'hagués amortitzat la inversió s'hauria de tornar a fer perquè la instal·lació hauria perdut el 80% del seu rendiment que es manté fins als 20 anys de vida. Tot i així, degut a la seva condició d'edifici públic, i per tant de referent davant dels ciutadans, s'hauria de buscar una altra energia d'origen renovable per a suplir tant la demanda elèctrica com la tèrmica de l'edifici. Una bona solució per a suplir part del consum tèrmic seria posar plaques tèrmiques per escalfar l'aigua dels sanitaris.

Els dos casos anteriors són exemples ideals que contempen unes situacions concretes i que condicionarien substancialment la activitat realitzada en l'edifici. En els dos casos, tant en l'escola com en l'Ajuntament, per tal de fer viable aquesta instal·lació els horaris de treball s'haurien concentrar durant les hores d'insolació (de les 8 del matí fins a les 7 tarda), per tal d'establir un horari apte tant per a l'estiu com per a l'hivern. En un cas real, una instal·lació d'aquest tipus no podria estar del tot aïllada de la xarxa, ja que en alguns moments necessitaria regalar o vendre (quan la producció elèctrica fos excedentària), i en d'altres comprar-ne (quan la producció fos deficitària o no hi hagués producció).

2.7.- Conclusions del treball

La intenció d'aquest treball era comprovar si seria viable una comarca d'Osona on el 100% de la despesa elèctrica municipal estigués compensada únicament amb energia fotovoltaica. L'objectiu inicial era utilitzar els espais exteriors no-funcionals dels edificis (com teulades) per a instal·lar-hi panells fotovoltaics que generessin l'energia necessària per a l'autoconsum elèctric. I així, aconseguir uns edificis autosuficients elèctricament, cosa que suposaria una disminució molt important de la factura energètica comarcal.

Però durant la realització del projecte he anat veient que aquesta era una idea molt optimista, i que ara com ara, tot i el gran potencial fotovoltaic que tenen aquest tipus d'edificis, no és possible implantar-ho en tots els centres de consum municipals. He comprovat que en el cas dels edificis amb consums elèctrics menors als 1000 kwh/any, no són viables les instal·lacions fotovoltaïques, perquè requereixen de grans inversions, i si l'estalvi econòmic anual és baix, la viabilitat baixarà. També he pogut comprovar que aquells centres de consum que funcionen amb bombes d'aigua són totalment incompatibles amb els sistemes FV, ja que, degut als irregulars règims de consum amb què funcionen les bombes hidràuliques actuals, es necessitarien grans potències de forma instantània, i els sistemes fotovoltaics, contràriament a això, només funcionen amb edificis amb consums regulars (sense grans variacions espontànies).

No obstant, en 433 edificis municipals he comprovat que una instal·lació fotovoltaica adaptada a cada cas en particular (segons el tipus d'edifici, el consum, l'orientació...) seria viable. Tot i així, he observat que els perfils d'edifici més compatibles amb la tecnologia fotovoltaica de l'autoconsum sense bateries són aquells que tenen consums mitjans d'entre 10.000-100.000 kwh/any, teulades molt grans i compatibilitat horària entre consum i funcionament dels panells. Entre aquest tipus d'edifici hi ha bàsicament escoles, guardaries i ajuntaments.

Llavors, hi ha un segon grup d'edificis que tot i complir les dues característiques essencials —consums mitjans-elevats i grans superfícies disponibles— tenen uns règims de consum incompatibles o no perfectament compatibles amb les hores de funcionament

de la instal·lació FV. En aquest grup hi ha tots aquells edificis l'activitat dels quals és constant durant tot el dia o només durant la tarda-nit: pavellons municipals, sales polivalents, piscines i gimnasos.

El fet que hi hagi tants edificis diferents, i tantes variables que influeixin en el rendiment d'una instal·lació fotovoltaica, ha propiciat que hi hagi un ventall molt variat de % de cobertura energètica. Aquests valors van des dels edificis on el potencial fotovoltaic és tan gran que arriba fins al 2000% de cobertura energètica, i que per tant, per a l'autoconsum és excessiu, fins a d'altres edificis amb un potencial baix degut a elevats consums i poca superfície de la teulada utilitzable amb estalvis energètics del voltant del 10%. Tot i així, la mitjana de % de cobertura solar és de 454%. Això demostra que de mitjana, aquests edificis municipals tenen un gran potencial fotovoltaic, que si no s'acaba utilitzant per a l'autoconsum elèctric pot servir per a la comercialització de l'electricitat.

Per tant, davant d'aquesta oportunitat que tenim aquí a la comarca d'Osona amb les energies renovables, i concretament amb la fotovoltaica (gràcies a la nostra geografia i climatologia), les administracions locals hauran d'apostar per un model energètic regional que funcioni només amb renovables, alternant-les amb diferents energies com la solar fotovoltaica i tèrmica, la hidràulica o la biomassa, per aconseguir una comarca 100% eficient energèticament. D'aquesta manera, no només estalviarem grans sumes de diners en energia, sinó que també en emissions de gasos contaminants com el CO₂. A més a més, l'autoabastiment energètic dona molta estabilitat a l'economia del territori, perquè es deixa d'estar condicionat per les relacions polítiques entre països. Evidentment, és impossible, a priori, que totes les regions siguin autosuficients, però les que sí que tenen recursos per ser-ho hi haurien d'apostar.

2.8.- Bibliografia

2.8.1.- Bibliograafia

-ALMONACID, Alicia. *Tecnologia Industrial 1r de Batxillerat*. Madrid, Mc Graw Hill, 2008.

-CREUS, Antonio. *Energías renovables*. Madrid, Ediciones Ceysa, 2004.

-Enciclopèdia Catalana. *Gran Enciclopèdia Catalana, volum 5*. Barcelona, Columna, 1973.

-GARCIA, M.; GATELL, C; ALBET, A; BENEJAM, P. *Nou Polis. Ciències socials, geografia i història*. Ed. Vicens Vives.

2.8.2- Webgrafia

-asibèric. *Portal de productes de as-ibèric* [en línia]. [consulta: 10.11.2017]

<https://drive.google.com/file/d/0B4OZKfVwRfcUZTF0VXdmUkVSbVvk/view>

-CROSAS, Xevi. *Com pot afrontar Osona la transició cap a una economia menys dependent dels combustibles fòssils*. [en línia]. [consulta: 9.12.2017]

<file:///C:/1r%20de%20Batxillerat/Treball%20de%20recerca/Treballs%20inspiradors/Treball%20inspirador%20!!!.pdf>

-GALIMANY, Adrià. *Estudi del potencial fotovoltaic d'autoconsum dels edificis municipals de la Granada* [en línia]. [consulta: 8.10.2017]

[file:///C:/Users/usuario/Downloads/PresentacioLaGranada%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/PresentacioLaGranada%20(1).pdf)

-TUDEL, Marta; MASIP, Guillem. *Energia solar fotovoltaica*. [en línia]. [consulta: 7.12.2017]

[file:///C:/1r%20de%20Batxillerat/Treball%20de%20recerca/Treballs%20inspiradors/Text%20instructiu%20gencat%20FV\(conceptes%20tècnics\).pdf](file:///C:/1r%20de%20Batxillerat/Treball%20de%20recerca/Treballs%20inspiradors/Text%20instructiu%20gencat%20FV(conceptes%20tècnics).pdf)

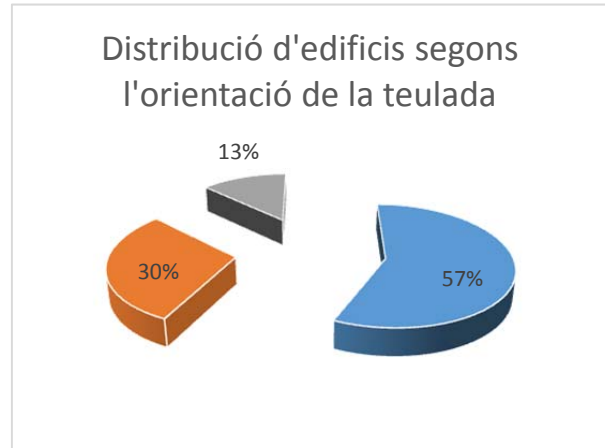
-Pvgis. Photovoltaic Geographic Information System. [en línia]. [consulta: 4.12.2017]

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>

BLOC 3 – ANNEX

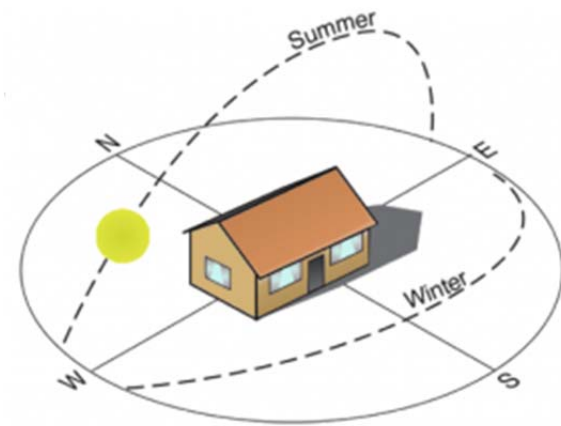
3.1.1.- Anàlisi i interpretació de dades

Com podem veure en el gràfic de la dreta, he determinat tres tipus d'orientacions respecte d'azimut (angle = 0° de desfasament). Cadascuna d'aquestes orientacions, com ja he dit anteriorment, garanteix un potencial diferent a la teulada de l'edifici per a instal·lar-hi fotovoltaica.



Elaboració pròpia

3.1.2.- Diagrama de la trajectòria solar segons l'època de l'any



Representació de la trajectòria solar a l'estiu i a l'hivern. Durant els mesos d'estiu el sol segueix una trajectòria molt més vertical, rondant els 70° d'inclinació respecte de la superfície de la terra. Mentre que durant els mesos d'hivern el sol segueix una trajectòria molt més horitzontal, al voltant dels

30° respecte de la superfície terrestre. El valor aproximat de les HSP calculades per el Pvgis que he utilitzat en el treball, contempla aquesta substancial variació de la trajectòria que afecta directament en el nombre d'hores d'insolació sobre la teulada de l'edifici.

3.1.3.- Taula de representació de kg de CO2 per cada kwh generat en funció del combustible

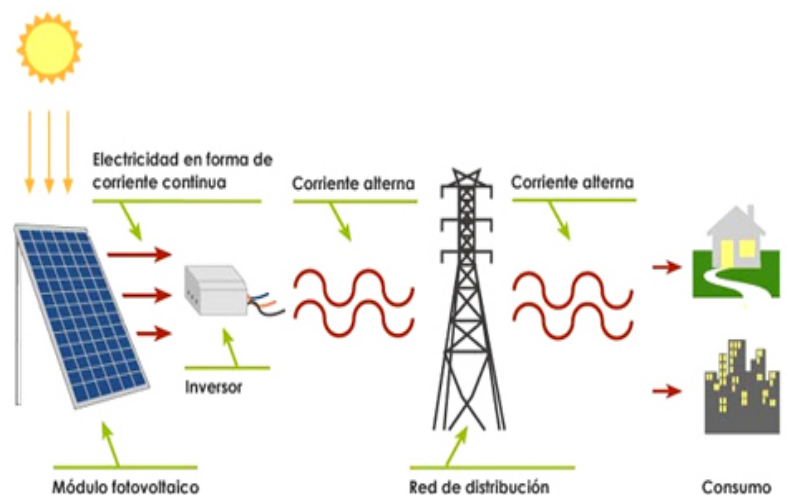
COMBUSTIBLE	FACTOR D'EMISSIÓ ²³
Gas natural (kWh)	0,18 kg CO ₂ /kWh de gas natural ²⁴
Gas butà (kWh)	0,24 kg CO ₂ /kWh de gas butà
Gas propà (kWh)	0,23 kg CO ₂ /kWh de gas propà
Gasoil (kWh)	0,27 kg CO ₂ /kWh de gasoil
Fuel (kWh)	0,28 kg CO ₂ /kWh de fuel
GLP genèric (kWh)	0,23 kg CO ₂ /kWh de GLP genèric
Carbó nacional (kWh)	0,36 kg CO ₂ /kWh de carbó nacional
Carbó d'importació (kWh)	0,36 kg CO ₂ /kWh de carbó d'importació
Coc de petroli (kWh)	0,35 kg CO ₂ /kWh de coc de petroli

Emissions de CO2 per cada Kwh produït en funció del combustible fòssil utilitzat

Font: *Oficina Catalana del Canvi Climàtic*

3.1.4- Diagrama dels processos de generació, transformació i distribució de l'energia elèctrica generada mitjançant sistemes fotovoltaics

L'energia elèctrica que generaren els panells fotovoltaics mitjançant la connexió de diferents cèl·lules fotovoltaïques, surt en forma de cc (corrent continu), i abans de ser transportat i distribuït per les xarxes de transport elèctric, ha de passar per un inversor que transformarà l'electricitat en cc a ca (corrent altern) permetent així el transport, distribució i posterior consum de l'electricitat.



3.1.5- Mix de producció energètica a Espanya durant l'any 2016



3.1.6- Càlcul del consum elèctric municipal i la seva proporció en el consum total comarcal

A la Comarca d'Osona el consum elèctric municipal total l'any 2016 va ser de: 15.761.870kwh/any. Mentre que el consum elèctric comarcal va ser de 461.177.885 kwh/any. Per tant, el consum municipal representa:

$$\begin{aligned} \text{Proporció del consum municipal respecte del total} &= \frac{15.761.870}{461.177.885} * 100 \\ &= 3,42\% \end{aligned}$$

3.1.7- Càlcul estimatori de HSP segons orientacions amb el programa Pvgis

Orientació Sud: 0° respecte d'azimut

NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it [here](#) and try it out!

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power 1 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Building integrated

Slope [0;90] 17° Optimize slope

Azimuth [-180;180] 0° Also optimize azimuth

(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] 0° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] 0° Optimize

2-axis tracking

Horizon file Tria un fixer No s'ha triat cap fixer

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

Calculate [help]

Fixed system: inclination=17°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.04	63.1	2.62	81.3
Feb	2.57	71.9	3.34	93.5
Mar	3.49	108	4.69	145
Apr	3.86	116	5.32	160
May	4.26	132	5.96	185
Jun	4.59	138	6.56	197
Jul	4.71	146	6.81	211
Aug	4.22	131	6.10	189
Sep	3.69	111	5.22	157
Oct	2.83	87.8	3.88	120
Nov	2.09	62.6	2.75	82.4
Dec	1.90	58.9	2.47	76.5
Yearly average	3.36	102	4.65	141
Total for year		1230		1700

Orientació Sud-est-oest(+30° → +60° respecte d'azimut)

NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it [here](#) and try it out!

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power 1 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Building integrated

Slope [0;90] 17° Optimize slope

Azimuth [-180;180] 30° Also optimize azimuth

(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] 0° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] 0° Optimize

2-axis tracking

Horizon file Tria un fixer No s'ha triat cap fixer

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

Calculate [help]

Fixed system: inclination=17°, orientation=30°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	1.95	60.4	2.52	78.0
Feb	2.49	69.6	3.23	90.5
Mar	3.41	106	4.59	142
Apr	3.83	115	5.26	158
May	4.25	132	5.93	184
Jun	4.59	138	6.56	197
Jul	4.71	146	6.80	211
Aug	4.19	130	6.05	188
Sep	3.63	109	5.12	154
Oct	2.75	85.4	3.77	117
Nov	2.00	60.1	2.64	79.3
Dec	1.81	56.2	2.36	73.2
Yearly average	3.31	101	4.58	139
Total for year		1210		1670

Orientació est-oest (+60→+90 graus respecte d'azimut)

NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it here and try it out!

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS [What is this?]
 PV technology: Crystalline silicon
 Installed peak PV power 1 kWp
 Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:
 Mounting position: Building integrated
 Slope [0;90] 17 ° Optimize slope
 Azimuth [-180;180] 60 ° Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)

Tracking options:
 Vertical axis Slope [0;90] 0 ° Optimize
 Inclined axis Slope [0;90] 0 ° Optimize
 2-axis tracking

Horizon file Tria un fixer No s'ha triat cap fixer

Output options
 Show graphs Show horizon
 Web page Text file PDF

Calculate [help]


PV power estimate information - ...

re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php

Fixed system: inclination=17°, orientation=60°

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	1.72	53.3	2.24	69.3
Feb	2.28	63.7	2.96	82.9
Mar	3.22	100.0	4.32	134
Apr	3.72	112	5.10	153
May	4.20	130	5.85	181
Jun	4.59	138	6.53	196
Jul	4.67	145	6.73	209
Aug	4.10	127	5.89	183
Sep	3.46	104	4.86	146
Oct	2.55	79.0	3.48	108
Nov	1.79	53.7	2.37	71.2
Dec	1.58	48.8	2.07	64.3
Yearly average	3.16	96.1	4.37	133
Total for year		1150		1600

E_d : Average daily electricity production from the given



Other maps

3.2-Fulls càlcul excel

Població	Nom	Consum total 2l m2 FV	Orientació t	kW	HSP	kWh / ANY	cobertura anu	Cost instal·lació	estalvi €	amortització
Alpens	AJUNTAMENT	4.632	11 Sud	1,683	1230	2070,09	45%	10.132,46 €	434,7189	23,30806344
Alpens	EDAR ALPENS	52.840	11,97 Sud-est-oest	1,83141	1210	2216,0061	4%	10.403,73 €	465,361281	22,35625258
Alpens	LLAR INFANTS EL CAU	9.823	28 Sud-est-oest	4,284	1210	5183,64	53%	14.886,82 €	1088,5644	13,67564804
Alpens	ESCOLA LA FORJA	4.730	70 Sud-est-oest	10,71	1210	12959,1	274%	26.632,91 €	2721,411	9,786433949
Alpens	CONSULTORI MÈDIC +	2.491	33 est-oest	5,049	1150	5806,35	233%	16.285,17 €	1219,3335	13,35579405
Balenya	AJUNTAMENT	18.268	86 Sud	13,158	1230	16184,34	89%	31.107,61 €	3398,7114	9,152765428
Balenya	ESCOLA JOAN XXIII	65.672	458 Sud-est-oest	70,074	1210	84789,54	129%	135.144,36 €	17805,8034	7,589905469
Balenya	PISCINES	22.059	18 Sud-est-oest	2,754	1210	3332,34	15%	12.090,14 €	699,7914	17,27677219
Balenya	LLAR D'INFANTS EL RC	20.024	273 Sud-est-oest	41,769	1210	50540,49	252%	83.405,66 €	10613,5029	7,858447478
Balenya	CAMP DE FUTBOL JOA	25.897	278 Sud-est-oest	42,534	1210	51466,14	199%	84.804,00 €	10807,8894	7,846490231
Balenya	PAVELLÓ	28.976	1151 Sud-est-oest	176,103	1210	213084,63	735%	328.954,77 €	44747,7723	7,351310619
Balenya	ESPAI CULTURAL	11.205	37,06 Sud	5,67018	1230	6974,3214	62%	17.420,62 €	1464,60749	11,89439634
Balenya	SERVEIS SOCIALS	1.472	47,29 Sud	7,23537	1230	8899,5051	605%	20.281,63 €	1868,89607	10,8521994
Balenya	ATENEU	4.276	49 Sud-est-oest	7,497	1210	9071,37	212%	20.759,87 €	1904,9877	10,89763797
Calldetenes	AJUNTAMENT-TEATRE	48.086	687 Sud-est-oest	105,111	1210	127184,31	264%	199.188,50 €	26708,7051	7,457811832
Calldetenes	NAU BRIGADA MUNICIP	54.403	283 Sud-est-oest	43,299	1210	52391,79	96%	86.202,34 €	11002,2759	7,834955502
Calldetenes	ESCOLA SANT MARC	54.475	237 Sud-est-oest	36,261	1210	43875,81	81%	73.337,58 €	9213,9201	7,959433238
Calldetenes	LLAR D'INFANTS "L'ESQ	13.576	358 Sud-est-oest	54,774	1210	66276,54	488%	107.177,49 €	13918,0734	7,700598461
Calldetenes	VESTUARIS VELLS CAI	20.617	114 Sud-est-oest	17,442	1210	21104,82	102%	38.938,33 €	4432,0122	8,7857005
Calldetenes	CONSULTORI-CASAL D	38.522	60 Sud-est-oest	9,18	1210	11107,8	29%	23.836,22 €	2332,638	10,21856885
Calldetenes	PUNT JOVE I CENTRE	24.430	151 Sud-est-oest	23,103	1210	27954,63	114%	49.286,07 €	5870,4723	8,395589176
Centelles	OFICINA SERVEI CATA	7.415	56 Sud-est-oest	8,568	1210	10367,28	140%	22.717,55 €	2177,1288	10,4346363
Centelles	AJUNTAMENT I ARXIU	128.151	63 Sud-est-oest	9,639	1210	11663,19	9%	24.675,23 €	2449,2699	10,07452388
Centelles	MAGATZEM AJUNTAMI	3.506	1120 Sud-est-oest	171,36	1210	207345,6	5914%	320.285,04 €	43542,576	7,355675144
Centelles	MAGATZEM (CAN MAR	1.659	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	1116%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Centelles	EDAR CENTELLES	735.668	292 Sud-est-oest	44,676	1210	54057,96	7%	88.719,36 €	11352,1716	7,815188453
Centelles	GUARDERIA ASSOC. N	31.439	86 Sud-est-oest	13,158	1210	15921,18	51%	31.107,61 €	3343,4478	9,304050806
Centelles	ESCOLA ILDEFONS CE	24.983	1637 Sud	250,461	1230	308067,03	1233%	464.873,76 €	64694,0763	7,185723771
Centelles	ESCOLA PÚBLICA XOR	44.190	598 Sud	91,494	1230	112537,62	255%	174.297,98 €	23632,9002	7,37522611
Centelles	ESCOLA BRESSOL EL	20.571	356 Sud	54,468	1230	66995,64	326%	106.618,16 €	14069,0844	7,578187334
Centelles	ESCOLA ILDEFONS CE	46.086	948 Sud-est-oest	145,044	1210	175503,24	381%	272.182,03 €	36855,6804	7,385076728
Centelles	PAVELLÓ MUNICIPAL	62.095	478 Sud-est-oest	73,134	1210	88492,14	143%	140.737,74 €	18583,3494	7,573324677
Centelles	PISCINES	22.460	40 Sud-est-oest	6,12	1210	7405,2	33%	18.242,85 €	1555,092	11,73104099
Centelles	PISCINA COBERTA	553.743	840 Sud	128,52	1230	158079,6	29%	241.977,81 €	33196,716	7,28920921
Centelles	CAMP DE FUTBOL	40.479	65 Sud-est-oest	9,945	1210	12033,45	30%	25.234,57 €	2527,0245	9,985880825
Centelles	DEIXALLERIA	1.818	76 Sud-est-oest	11,628	1210	14069,88	774%	28.310,92 €	2954,6748	9,581738471
Centelles	BAR DEL PARC DE LA	2.177	5 Sud	0,765	1230	940,95	43%	8.454,44 €	197,5995	42,78575351

Centelles	BIBLIOTECA	34.941	58 Sud-est-oest	8,874	1210	10737,54	31%	23.276,88 €	2254,8834	10,32287727
Centelles	LOCAL ESPLAI "EL CAI	13.112	30 Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	42%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Centelles	LOCAL GEGANTERS	1.538	29 est-oest	4,437	1150	5102,55	332%	15.166,49 €	1071,5355	14,15398025
Centelles	CENTRE ART MUSEU M	3.253	134 Sud-est-oest	20,502	1210	24807,42	763%	44.531,71 €	5209,5582	8,548077225
Centelles	CASA DE CULTURA	35.684	52 Sud-est-oest	7,956	1210	9626,76	27%	21.598,87 €	2021,6196	10,68394489
Centelles	CEMENTIRI	1.112	346 Sud-est-oest	52,938	1210	64054,98	5760%	103.821,47 €	13451,5458	7,718181371
Centelles	MAGATZEM CÀRITAS	2.163	117 Sud-est-oest	17,901	1210	21660,21	1001%	39.777,34 €	4548,6441	8,74487804
Centelles	CASAL FRANCESC MA	183.618	440 est-oest	67,32	1150	77418	42%	130.110,33 €	16257,78	8,002957845
Centelles	SALA ESPECTACLES	3.556	90 Sud	13,77	1230	16937,1	476%	32.226,28 €	3556,791	9,060493855
Collsuspina	CASADELAVILA+CONS	6.323	70 Sud-est-oest	10,71	1210	12959,1	205%	26.632,91 €	2721,411	9,786433949
Collsuspina	ESCOLA COLLSUSPIN/	2.105	270 Sud	41,31	1230	50811,3	2414%	82.566,65 €	10670,373	7,737934653
Collsuspina	CASA DE CULTURA	4.621	296 est-oest	45,288	1150	52081,2	1127%	89.838,04 €	10937,052	8,214099668
El Brull	CASA DE LA VILA (AJU	4.862	37 Sud-est-oest	5,661	1210	6849,81	141%	17.403,84 €	1438,4601	12,09893962
El Brull	ESTACIÓ TRACTAMEN	16.529	255 est-oest	39,015	1150	44867,25	271%	78.371,62 €	9422,1225	8,317830563
El Brull	DIPÒSIT AIGUA CLOR.	14.490	35 Sud-est-oest	5,355	1210	6479,55	45%	16.844,50 €	1360,7055	12,37924334
Espinelles	AJUNTAMENT	2.600	40 Sud-est-oest	6,12	1210	7405,2	285%	18.242,85 €	1555,092	11,73104099
Espinelles	DIPÒSIT	2.028	10 Sud	1,53	1230	1881,9	93%	9.852,79 €	395,199	24,93120428
Espinelles	POLIESPORTIU-SALA F	4.845	36,46 Sud-est-oest	5,57838	1210	6749,8398	139%	17.252,82 €	1417,46636	12,17159103
Folgueroles	EDIFICI AJUNTAMENT	23.345	78 Sud-est-oest	11,934	1210	14440,14	62%	28.870,26 €	3032,4294	9,520504781
Folgueroles	EDAR FOLGUEROLES	157.724	20 Sud	3,06	1230	3763,8	2%	12.649,47 €	790,398	16,00392967
Folgueroles	ESCOLA MOSSEN CIN	69.177	1220 Sud-est-oest	186,66	1210	225858,6	326%	348.251,91 €	47430,306	7,342392309
Folgueroles	GUARDERIA EL PATUF	9.514	61 Sud-est-oest	9,333	1210	11292,93	119%	24.115,89 €	2371,5153	10,1689796
Folgueroles	PAVELLÓ FOLGUEROL	8.388	510 Sud-est-oest	78,03	1210	94416,3	1126%	149.687,14 €	19827,423	7,549500356
Folgueroles	CAMP DE FUTBOL	17.183	188 Sud-est-oest	28,764	1210	34804,44	203%	59.633,82 €	7308,9324	8,15903231
Folgueroles	PISCINES	22.478	220 Sud-est-oest	33,66	1210	40728,6	181%	68.583,21 €	8553,006	8,018609364
Folgueroles	CONSULTORI-DISPENS	8.670	53 Sud-est-oest	8,109	1210	9811,89	113%	21.878,54 €	2060,4969	10,61808979
Folgueroles	CENTRE CULTURAL	6.877	80 Sud-est-oest	12,24	1210	14810,4	215%	29.429,60 €	3110,184	9,462332775
Folgueroles	CASAL D'AVIS	18.565	25 Sud	3,825	1230	4704,75	25%	14.047,82 €	987,9975	14,21847474
Gurb	AJUNTAMENT	36.807	118 Sud-est-oest	18,054	1210	21845,34	59%	40.057,01 €	4587,5214	8,731731824
GURB	ESCOLA LES ESCOLE	107.564	1822 Sud-est-oest	278,766	1210	337306,86	314%	516.612,47 €	70834,4406	7,29323853
Gurb	CAMP FUTBOL GURB	31.072	80 Sud-est-oest	12,24	1210	14810,4	48%	29.429,60 €	3110,184	9,462332775
Gurb	PAVELLÓ MUNICIPAL	11.023	750 Sud-est-oest	114,75	1210	138847,5	1260%	216.807,63 €	29157,975	7,435620101
Gurb	CAP I CASAL	42.965	140 Sud-est-oest	21,42	1210	25918,2	60%	46.209,72 €	5442,822	8,490029253
Gurb	ESCOLES SANT JULIÀ	2.684	128 est-oest	19,584	1150	22521,6	839%	42.853,69 €	4729,536	9,060866351
Gurb	ESCOLES VESPELLA E	1.841	27,23 Sud	4,16619	1230	5124,4137	278%	14.671,48 €	1076,12688	13,63359564
Gurb	ESCOLES VELLES	4.556	30 Sud	4,59	1230	5645,7	124%	15.446,16 €	1185,597	13,02817146
Gurb	ANTIGUES ESCOLES C	1.904	56 Sud-est-oest	8,568	1210	10367,28	545%	22.717,55 €	2177,1288	10,4346363
Gurb	TEATRE + CENTRE DE	13.649	310 Sud-est-oest	47,43	1210	57390,3	420%	93.753,40 €	12051,963	7,779097646
Les Masies de Rod	EDAR LES CASES NOV	35.440	24 Sud-est-oest	3,672	1210	4443,12	13%	13.768,15 €	933,0552	14,75598528
LES MASIES DE RANTIC	AJUNTAMENT-C	4.440	97 Sud-est-oest	14,841	1210	17957,61	404%	34.183,96 €	3771,0981	9,064724118
Les Masies de Volt	NAU TERCERS	12.505	110 Sud-est-oest	16,83	1210	20364,3	163%	37.819,66 €	4276,503	8,84359417

Les Masies de Volt DEIXALLERIA	1.667	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	1111%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Les Masies de Volt ANTIC AJUNTAMENT L	6.106	93 Sud-est-oest	14,229	1210	17217,09	282%	33.065,29 €	3615,5889	9,145201519
Les Masies de Volt AJUNTAMENT DE LES	65.142	170 Sud-est-oest	26,01	1210	31472,1	48%	54.599,78 €	6609,141	8,261251954
Les Masies de Volt LLAR D'INFANTS CAN F	15.177	300 Sud	45,9	1230	56457	372%	90.956,71 €	11855,97	7,671806693
Les Masies de Volt ESCOLA COMTES DE L	41.400	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	45%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Les Masies de Volt ESCOLA EL DESPUJOL	45.673	400 Sud	61,2	1230	75276	165%	118.923,58 €	15807,96	7,523018783
Les Masies de Volt PISCINA	130.917	260 Sud-est-oest	39,78	1210	48133,8	37%	79.769,96 €	10108,098	7,891688624
Les Masies de Volt CAMP FUTBOL VINYOL	3.734	50 Sud	7,65	1230	9409,5	252%	21.039,54 €	1975,995	10,6475649
Les Masies de Volt PISTA PATINS VINYOLI	19.528	550 Sud	84,15	1230	103504,5	530%	160.873,89 €	21735,945	7,40128322
Les Masies de Volt CONSULTORI VINYOLE	3.854	41 Sud-est-oest	6,273	1210	7590,33	197%	18.522,52 €	1593,9693	11,6203723
Les Masies de Volt CONSULTORI+JUB+PE	11.743	115 Sud-est-oest	17,595	1210	21289,95	181%	39.218,00 €	4470,8895	8,771856361
Les Masies de Volt ANTIC HABITATGE MO	2.423	90 Sud-est-oest	13,77	1210	16661,7	688%	32.226,28 €	3498,957	9,210254084
Les Masies de Volt ANTIGA ESCOLA COM	5.411	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	342%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Les Masies de Volt BIBLIOACCÉS	6.168	73 Sud-est-oest	11,169	1210	13514,49	219%	27.471,92 €	2838,0429	9,679880139
L'Esquirol PISCINA COBERTA (PA	11.286	1000 Sud	153	1230	188190	1667%	286.724,80 €	39519,9	7,255200545
Lluçà CASA ESCOLA	3.395	45 Sud-est-oest	6,885	1210	8330,85	245%	19.641,19 €	1749,4785	11,22688361
Lluçà TELECENTRE I BIBLIO	9.296	12 Sud-est-oest	1,836	1210	2221,56	24%	10.412,12 €	466,5276	22,31834601
Lluçà EDI. SALO POLIVAL.	13.181	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	140%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Malla OFICINES	3.618	105 Sud-est-oest	16,065	1210	19438,65	537%	36.421,31 €	4082,1165	8,922164152
Malla LOCAL SOCIAL DEL CC	10.512	83,08 Sud-est-oest	12,7112	1210	15380,6	146%	30.290,98 €	3229,92608	9,378225634
Manlleu MAGATZEM FOMENT	4.845	170 Sud-est-oest	26,01	1210	31472,1	650%	54.599,78 €	6609,141	8,261251954
Manlleu AJUNTAMENT	148.488	200 est-oest	30,6	1150	35190	24%	62.989,84 €	7389,9	8,523774341
Manlleu OFICINA PROMOCIÓ E	55.862	70 est-oest	10,71	1150	12316,5	22%	26.632,91 €	2586,465	10,2970305
Manlleu NAUS PYSESA	61.359	440 Sud-est-oest	67,32	1210	81457,2	133%	130.110,33 €	17106,012	7,606116961
Manlleu COMPORTA CANAL	1.173	35 Sud	5,355	1230	6586,65	562%	16.844,50 €	1383,1965	12,17795483
Manlleu EDAR MANLLEU	274.027	154 Sud-est-oest	23,562	1210	28510,02	10%	50.125,08 €	5987,1042	8,372174281
Manlleu ESCOLA QUATRE VEN	62.927	580 Sud	88,74	1230	109150,2	173%	169.263,95 €	22921,542	7,384492108
Manlleu ESCOLA D'ADULTS	23.635	26 est-oest	3,978	1150	4574,7	19%	14.327,49 €	960,687	14,91379211
Manlleu UEC I TRIS-TRAS	15.209	115 Sud	17,595	1230	21641,85	142%	39.218,00 €	4544,7885	8,62922455
Manlleu ESCOLA PUIG-AGUT	58.797	342 Sud-est-oest	52,326	1210	63314,46	108%	102.702,80 €	13296,0366	7,724316538
Manlleu ESCOLA POMPEU FAB	77.114	1300 est-oest	198,9	1150	228735	297%	370.625,41 €	48034,35	7,71584106
Manlleu LLAR D'INFANTS COLC	38.167	400 Sud	61,2	1230	75276	197%	118.923,58 €	15807,96	7,523018783
Manlleu PAVELLÓ D'ESPORTS	106.641	2330 Sud	356,49	1230	438482,7	411%	658.684,17 €	92081,367	7,153284019
Manlleu PISCINA COBERTA	496.498	2020 Sud-est-oest	309,06	1210	373962,6	75%	571.986,87 €	78532,146	7,283474388
Manlleu PISCINA D'ESTIU	21.389	180 Sud-est-oest	27,54	1210	33323,4	156%	57.396,47 €	6997,914	8,201939321
Manlleu ROCÒDROM CAN TIBA	3.248	120 Sud-est-oest	18,36	1210	22215,6	684%	40.616,34 €	4665,276	8,706096703
Manlleu CAMP DE FUTBOL	67.404	340 est-oest	52,02	1150	59823	89%	102.143,46 €	12562,83	8,130608947
Manlleu CEMENTIRI	1.961	870 est-oest	133,11	1150	153076,5	7806%	250.367,87 €	32146,065	7,788445304
Manlleu DEIXALLERIA	6.713	80 Sud	12,24	1230	15055,2	224%	29.429,60 €	3161,592	9,308473706
Manlleu TURBINES LES 3 FÀBR	1.444	106 Sud	16,218	1230	19948,14	1381%	36.700,98 €	4189,1094	8,761046489
Manlleu HABITATGE SOCIAL	3.616	15,5 Sud	2,3715	1230	2916,945	81%	11.390,96 €	612,55845	18,59571907

Manlleu	PIS SOCIAL	1.675	93 Sud-est-oest	14,229	1210	17217,09	1028%	33.065,29 €	3615,5889	9,145201519
Manlleu	CAN PUGET	119.575	150 Sud-est-oest	22,95	1210	27769,5	23%	49.006,41 €	5831,595	8,403602273
Manlleu	HABITATGE SOCIAL	1.591	45 est-oest	6,885	1150	7917,75	498%	19.641,19 €	1662,7275	11,81263406
Manlleu	CAL ALBAREDA-TALLE	4.625	15,5 Sud	2,3715	1230	2916,945	63%	11.390,96 €	612,55845	18,59571907
Manlleu	EMBARCADOR DEL TE	5.657	60 Sud-est-oest	9,18	1210	11107,8	196%	23.836,22 €	2332,638	10,21856885
Manlleu	PIS D'ACOLLIDA	6.188	12 Sud-est-oest	1,836	1210	2221,56	36%	10.412,12 €	466,5276	22,31834601
Manlleu	BIBLIOTECA MOSSEN	4.866	400 est-oest	61,2	1150	70380	1446%	118.923,58 €	14779,8	8,04635922
Manlleu	LLAR DE JUBILATS-AS'	57.952	32 est-oest	4,896	1150	5630,4	10%	16.005,50 €	1182,384	13,53663311
Manlleu	MERCAT MUNICIPAL	6.800	190 Sud-est-oest	29,07	1210	35174,7	517%	60.193,15 €	7386,687	8,148870123
Manlleu	TRIPIJOC	6.159	90 est-oest	13,77	1150	15835,5	257%	32.226,28 €	3325,455	9,69078908
Manlleu	PIS SOCIAL	3.023	93 Sud-est-oest	14,229	1210	17217,09	570%	33.065,29 €	3615,5889	9,145201519
Manlleu	PIS SOCIAL	1.109	93 Sud-est-oest	14,229	1210	17217,09	1552%	33.065,29 €	3615,5889	9,145201519
Manlleu	HABITATGE SOCIAL	1.740	15,5 Sud	2,3715	1230	2916,945	168%	11.390,96 €	612,55845	18,59571907
Manlleu	MUSEU INDUSTRIAL D	113.531	320 Sud-est-oest	48,96	1210	59241,6	52%	96.550,08 €	12440,736	7,760801612
Montesquiu	AJUNTAMENT	19.370	148 Sud-est-oest	22,644	1210	27399,24	141%	48.447,07 €	5753,8404	8,419953324
Montesquiu	LLAR D'INFANTS	7.231	45,45 est-oest	6,95385	1150	7996,9275	111%	19.767,04 €	1679,35478	11,77061733
Montesquiu	ESCOLA EL ROCAL	10.530	227 Sud-est-oest	34,731	1210	42024,51	399%	70.540,89 €	8825,1471	7,993169304
Montesquiu	LOCAL MENJADOR ES	1.823	66 Sud-est-oest	10,098	1210	12218,58	670%	25.514,23 €	2565,9018	9,943573912
Montesquiu	PISCINA	34.006	60 Sud-est-oest	9,18	1210	11107,8	33%	23.836,22 €	2332,638	10,21856885
Montesquiu	POLIESPORTIU	14.829	1120 est-oest	171,36	1150	197064	1329%	320.285,04 €	41383,44	7,7394495
Montesquiu	CENTRE RECREATIU	14.330	64 Sud-est-oest	9,792	1210	11848,32	83%	24.954,90 €	2488,1472	10,02950983
Muntanyola	AJUNTAMENT	15.714	66 Sud	10,098	1230	12420,54	79%	25.514,23 €	2608,3134	9,781889784
Muntanyola	ESCOLA MUNTANYOLA	44.709	350 Sud-est-oest	53,55	1210	64795,5	145%	104.940,15 €	13607,055	7,712186436
MUNTANYOLA	PISCINA MUNICIPAL-LC	27.413	25 Sud-est-oest	3,825	1210	4628,25	17%	14.047,82 €	971,9325	14,45349085
MUNTANYOLA	PISTA DE TENNIS I DE	4.078	800 est-oest	122,4	1150	140760	3452%	230.791,06 €	29559,6	7,80765166
Olost	CONSORCI DEL LLUÇA	6.636	68 Sud-est-oest	10,404	1210	12588,84	190%	26.073,57 €	2643,6564	9,862693049
Olost	AJUNTAMENT OFICINE	11.688	82 Sud	12,546	1230	15431,58	132%	29.988,93 €	3240,6318	9,254039104
Olost	ESCOLA TERRA NOST	36.205	875 Sud-est-oest	133,875	1210	161988,75	447%	251.766,21 €	34017,6375	7,401049309
Olost	BAR PISCINES	5.652	65 Sud-est-oest	9,945	1210	12033,45	213%	25.234,57 €	2527,0245	9,985880825
Olost	PAVELLÓ I PISTA POLI	16.597	460 Sud-est-oest	70,38	1210	85159,8	513%	135.703,70 €	17883,558	7,588182508
Olost	DISPENSARI	5.709	26 Sud	3,978	1230	4892,94	86%	14.327,49 €	1027,5174	13,94378937
Olost	CASAL D'AVIS-CENTRE	7.646	73 Sud-est-oest	11,169	1210	13514,49	177%	27.471,92 €	2838,0429	9,679880139
Olost	LOCAL DE JOVES - AN	7.938	30 Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	70%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Orís	CASA DE LA VILA	12.321	214 Sud-est-oest	32,742	1210	39617,82	322%	66.905,20 €	8319,7422	8,041739779
Orís	DIPÒSIT D'AIGUA CAM	216	50 Sud	7,65	1230	9409,5	4356%	21.039,54 €	1975,995	10,6475649
Orís	DIPOSIT BELLFORN	60.116	7 Sud	1,071	1230	1317,33	2%	9.013,78 €	276,6393	32,58315395
Orís	C/ AF POU FONT CON/	33.014	16 Sud-est-oest	2,448	1210	2962,08	9%	11.530,80 €	622,0368	18,53716565
Oristà	CASA DE LA VILA	19.171	28 Sud-est-oest	4,284	1210	5183,64	27%	14.886,82 €	1088,5644	13,67564804
Oristà	ESCOLA	18.330	44 Sud	6,732	1230	8280,36	45%	19.361,52 €	1738,8756	11,13450715
Oristà	PISTA POLIESPORTIV/	1.652	100 Sud-est-oest	15,3	1210	18513	1121%	35.022,97 €	3887,73	9,008591132
Oristà	CENTRE CIVIC LA TOR	4.019	55 est-oest	8,415	1150	9677,25	241%	22.437,88 €	2032,2225	11,04105407

Oristà	SALA POLIVALENT LA	2.836	275	Sud-est-oest	42,075	1210	50910,75	1795%	83.964,99 €	10691,2575	7,853612402
Oristà	SALA POLIVALENT D'C	5.673	106	Sud-est-oest	16,218	1210	19623,78	346%	36.700,98 €	4120,9938	8,905857175
Perafita	AJUNTAMENT	3.853	41	Sud-est-oest	6,273	1210	7590,33	197%	18.522,52 €	1593,9693	11,6203723
Perafita	GUARDERIA	1.593	257	Sud	39,321	1230	48364,83	3036%	78.930,96 €	10156,6143	7,771384594
Perafita	ESCOLA	8.466	42	Sud-est-oest	6,426	1210	7775,46	92%	18.802,19 €	1632,8466	11,51497354
Perafita	POLIESPORTIU	2.926	950	Sud-est-oest	145,35	1210	175873,5	6011%	272.741,37 €	36933,435	7,38467367
Perafita	CENTRE CÍVIC-LOCAL	5.412	154	est-oest	23,562	1150	27096,3	501%	50.125,08 €	5690,223	8,808983374
Prats de Lluçanès	ESCOLES VELLES (Co	13.807	156	est-oest	23,868	1150	27448,2	199%	50.684,42 €	5764,122	8,793085434
Prats de Lluçanès	CAL BACH - AJUNTAM	19.786	46	Sud-est-oest	7,038	1210	8515,98	43%	19.920,86 €	1788,3558	11,13920407
Prats de Lluçanès	EDAR PRATS LLUÇANÈ	201.510	65	Sud-est-oest	9,945	1210	12033,45	6%	25.234,57 €	2527,0245	9,985880825
Prats de Lluçanès	ESCOLA BRESSOL	20.854	173	Sud	26,469	1230	32556,87	156%	55.438,79 €	6836,9427	8,108709921
PRATS DE LLUÇA	ESCOLA LLUÇANÈS	78.844	567	Sud-est-oest	86,751	1210	104968,71	133%	165.628,25 €	22043,4291	7,513724482
Prats de Lluçanès	VESTIDORS I BAR DEL	6.408	140	Sud-est-oest	21,42	1210	25918,2	404%	46.209,72 €	5442,822	8,490029253
Prats de Lluçanès	PAVELLÓ	20.916	1100	Sud-est-oest	168,3	1210	203643	974%	314.691,67 €	42765,03	7,358621519
Prats de Lluçanès	POLIESPORTIU-PISTE	56.296	36	Sud	5,508	1230	6774,84	12%	17.124,17 €	1422,7164	12,03625206
Prats de Lluçanès	LOCAL DEL JOVENT	11.253	63	Sud-est-oest	9,639	1210	11663,19	104%	24.675,23 €	2449,2699	10,07452388
Prats de Lluçanès	CENTRE DE DIA	16.938	63	Sud-est-oest	9,639	1210	11663,19	69%	24.675,23 €	2449,2699	10,07452388
Prats de Lluçanès	SALA POLIVALENT	23.726	350	Sud-est-oest	53,55	1210	64795,5	273%	104.940,15 €	13607,055	7,712186436
Prats de Lluçanès	CENTRE DE CULTURA	1.040	145	Sud-est-oest	22,185	1210	26843,85	2581%	47.608,06 €	5637,2085	8,445325643
Roda de Ter	EDIFICI CASA CAPELL	6.778	50	Sud-est-oest	7,65	1210	9256,5	137%	21.039,54 €	1943,865	10,82355771
Roda de Ter	MAGATZEM VEHICLES	3.338	116	Sud-est-oest	17,748	1210	21475,08	643%	39.497,67 €	4509,7668	8,758250914
Roda de Ter	EDIFICI CAN VINYETS	10.323	30	Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	54%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Roda de Ter	EDIFICI AJUNTAMENT	29.925	50	Sud-est-oest	7,65	1210	9256,5	31%	21.039,54 €	1943,865	10,82355771
Roda de Ter	EDAR RODA DE TER	251.784	86,15	Sud-est-oest	13,181	1210	15948,95	6%	31.149,56 €	3349,2794	9,30037624
RODA DE TER	ESCOLA MARE DE DÉU	58.204	384	Sud-est-oest	58,752	1210	71089,92	122%	114.448,88 €	14928,8832	7,666272103
RODA DE TER	ESCOLA EMILI TEIXIDC	32.141	520	Sud	79,56	1230	97858,8	304%	152.483,82 €	20550,348	7,420011768
Roda de Ter	LLAR D'INFANTS DE R	11.496	340	Sud-est-oest	52,02	1210	62944,2	548%	102.143,46 €	13218,282	7,727438256
Roda de Ter	PISCINES	18.648	130	Sud-est-oest	19,89	1210	24066,9	129%	43.413,03 €	5054,049	8,589752691
Roda de Ter	PAVELLÓ POLIESPOR	77.443	1200	Sud-est-oest	183,6	1210	222156	287%	342.658,54 €	46652,76	7,344871772
Roda de Ter	CASA GEMI	1.111	17	Sud	2,601	1230	3199,23	288%	11.810,47 €	671,8383	17,57933107
Roda de Ter	LOCAL ASSOCIACIÓ VI	3.490	30	Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	159%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Roda de Ter	ESCORXADOR	3.439	91	Sud-est-oest	13,923	1210	16846,83	490%	32.505,95 €	3537,8343	9,18809332
Roda de Ter	CEMENTIRI	1.033	130	Sud-est-oest	19,89	1210	24066,9	2330%	43.413,03 €	5054,049	8,589752691
Roda de Ter	EDIFICI CAN PLANOLA	35.875	28,4	Sud-est-oest	4,3452	1210	5257,692	15%	14.998,69 €	1104,11532	13,58435193
Roda de Ter	CASAL DELS AVIS- SAI	40.138	530	Sud-est-oest	81,09	1210	98118,9	244%	155.280,51 €	20604,969	7,536071081
Roda de Ter	BIBLIOTECA	43.216	60	est-oest	9,18	1150	10557	24%	23.836,22 €	2216,97	10,75171157
Roda de Ter	MUSEU DE L'ESQUER	89.091	260	est-oest	39,78	1150	45747	51%	79.769,96 €	9606,87	8,3034289
Roda de Ter	CARPA	1.284	350	Sud-est-oest	53,55	1210	64795,5	5046%	104.940,15 €	13607,055	7,712186436
Roda de Ter	TEATRE	5.240	100	Sud	15,3	1230	18819	359%	35.022,97 €	3951,99	8,862109975
Rupit i Pruit	CASA DE LA VILA-ESC	16.867	20	Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	22%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Rupit i Pruit	PIS LLOGAT JUTGE DE	1.367	75	Sud-est-oest	11,475	1210	13884,75	1016%	28.031,25 €	2915,7975	9,61357999

Rupit i Pruit	CONSULTORI + CASAL	2.383	20 Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	155%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Rupit i Pruit	SALA POLIVALENT JO	17.816	175 Sud	26,775	1230	32933,25	185%	55.998,12 €	6915,9825	8,096915008
Sant Agustí de Lluç	MAGATZEM	3.720	20 Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	100%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Sant Agustí de Lluç	CASA DE LA VILA	4.791	45 Sud-est-oest	6,885	1210	8330,85	174%	19.641,19 €	1749,4785	11,22688361
Sant Bartomeu del	OFICINES AJUNTAMEN	8.779	10 Sud	1,53	1230	1881,9	21%	9.852,79 €	395,199	24,93120428
Sant Bartomeu del	EDAR BINGRAU	19.695	160 Sud-est-oest	24,48	1210	29620,8	150%	51.803,09 €	6220,368	8,327978666
Sant Bartomeu del	ESCOLA LA MONJOIA	17.490	400 Sud	61,2	1230	75276	430%	118.923,58 €	15807,96	7,523018783
Sant Bartomeu del	ZONA ESPORTIVA I EN	68.298	15 Sud-est-oest	2,295	1210	2776,95	4%	11.251,13 €	583,1595	19,29340172
Sant Bartomeu del	EDIFICI CASAL	24.850	110 Sud-est-oest	16,83	1210	20364,3	82%	37.819,66 €	4276,503	8,84359417
Sant Bartomeu del	LOCAL SOCIAL	3.223	31 Sud-est-oest	4,743	1210	5739,03	178%	15.725,83 €	1205,1963	13,04835544
Sant Bartomeu del	PIS SOCIAL	2.355	40 Sud-est-oest	6,12	1210	7405,2	314%	18.242,85 €	1555,092	11,73104099
Sant Boi de Lluçan	AJUNTAMENT	9.091	155 Sud-est-oest	23,715	1210	28695,15	316%	50.404,75 €	6025,9815	8,364570734
Sant Boi de Lluçan	EDAR SANT BOI DE LL	51.181	31,59 Sud	4,83327	1230	5944,9221	12%	15.890,83 €	1248,43364	12,72861745
Sant Boi de Lluçan	LLAR D'INFANTS	3.809	30 Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	146%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Sant Boi de Lluçan	ESCOLA AURORA	19.239	520 Sud-est-oest	79,56	1210	96267,6	500%	152.483,82 €	20216,196	7,542656591
Sant Boi de Lluçan	PAVELLÓ MUNICIPAL	5.385	800 Sud-est-oest	122,4	1210	148104	2750%	230.791,06 €	31101,84	7,420495379
Sant Boi de Lluçan	SALA D'EXPOSICIONS	2.104	40 Sud-est-oest	6,12	1210	7405,2	352%	18.242,85 €	1555,092	11,73104099
Sant Boi de Lluçan	CASES MESTRES (CO	9.627	36,48 Sud-est-oest	5,58144	1210	6753,5424	70%	17.258,41 €	1418,2439	12,16886188
Sant Boi de Lluçan	EL CENTRE	6.213	195 Sud-est-oest	29,835	1210	36100,35	581%	61.591,50 €	7581,0735	8,124376647
Sant Hipòlit de Volt	ESCOLA ABAT OLIBA	29.920	340 Sud-est-oest	52,02	1210	62944,2	210%	102.143,46 €	13218,282	7,727438256
Sant Hipòlit de Volt	MAGATZEM BRIGADA I	6.469	126 Sud-est-oest	19,278	1210	23326,38	361%	42.294,36 €	4898,5398	8,634074219
Sant Hipòlit de Volt	CASA DE LA VILA	20.620	165 est-oest	25,245	1150	29031,75	141%	53.201,44 €	6096,6675	8,726314089
Sant Hipòlit de Volt	CAMP DE FUTBOL	9.886	163 Sud-est-oest	24,939	1210	30176,19	305%	52.642,10 €	6336,9999	8,307100983
Sant Hipòlit de Volt	PAVELLÓ MUNICIPAL r	67.567	1080 Sud	165,24	1230	203245,2	301%	309.098,30 €	42681,492	7,241974953
Sant Hipòlit de Volt	LLAR DELS JUBILATS	13.210	40 Sud-est-oest	6,12	1210	7405,2	56%	18.242,85 €	1555,092	11,73104099
Sant Hipòlit de Volt	BIBLIOTECA POPULAR	15.287	30 Sud-est-oest	4,59	1210	5553,9	36%	15.446,16 €	1166,319	13,24351314
Sant Hipòlit de Volt	ATENEU	25.719	103 Sud	15,759	1230	19383,57	75%	35.861,98 €	4070,5497	8,810106434
Sant Hipòlit de Volt	TEATRE MUNICIPAL	12.084	94 est-oest	14,382	1150	16539,3	137%	33.344,96 €	3473,253	9,600497804
Sant Julià de Vilato	AJUNTAMENT	28.109	120 Sud-est-oest	18,36	1210	22215,6	79%	40.616,34 €	4665,276	8,706096703
Sant Julià de Vilato	MAGATZEM BRIGADA	2.930	292 Sud	44,676	1230	54951,48	1875%	88.719,36 €	11539,8108	7,688112218
Sant Julià de Vilato	ANTIC ESCORXADOR I	4.251	20 Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	87%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Sant Julià de Vilato	LLAR D'INFANTS PATU	15.913	233 Sud	35,649	1230	43848,27	276%	72.218,91 €	9208,1367	7,842944719
Sant Julià de Vilato	ESCOLA BELLPUIG	36.756	1319 Sud-est-oest	201,807	1210	244186,47	664%	375.939,12 €	51279,1587	7,331226269
Sant Julià de Vilato	PISCINES MUNICIPALS	25.600	81,5 Sud	12,4695	1230	15337,485	60%	29.849,10 €	3220,87185	9,267397289
Sant Julià de Vilato	CASETES PISTA POLIE	10.352	74 Sud	11,322	1230	13926,06	135%	27.751,58 €	2924,4726	9,489431975
Sant Julià de Vilato	PAVELLÓ	68.003	509 Sud-est-oest	77,877	1210	94231,17	139%	149.407,47 €	19788,5457	7,550199523
Sant Julià de Vilato	DISPENSARI	11.616	137 Sud-est-oest	20,961	1210	25362,81	218%	45.370,71 €	5326,1901	8,518417677
Sant Julià de Vilato	CENTRE DE DIA	16.267	350 Sud	53,55	1230	65866,5	405%	104.940,15 €	13831,965	7,58678503
Sant Julià de Vilato	ANTIC CORREUS (CEN	4.567	15 Sud	2,295	1230	2822,85	62%	11.251,13 €	592,7985	18,97968787
Sant Julià de Vilato	PIS SOCIAL	5.386	23 Sud-est-oest	3,519	1210	4257,99	79%	13.488,48 €	894,1779	15,08478358
Sant Julià de Vilato	EDIFICI CA L'ANGLADA	2.995	15 Sud	2,295	1230	2822,85	94%	11.251,13 €	592,7985	18,97968787

Sant Julià de Vilato SALÓ CATALUNYA (TE	5.056	175 est-oest	26,775	1150	30791,25	609%	55.998,12 €	6466,1625	8,660178661
Sant Julià de Vilato CASAL DELS AVIS	33.055	176 Sud	26,928	1230	33121,44	100%	56.277,79 €	6955,5024	8,091118077
Sant Julià de Vilato CASA LA MESTRA VILA	1.975	44 Sud	6,732	1230	8280,36	419%	19.361,52 €	1738,8756	11,13450715
Sant Martí d'Albars AJUNTAMENT	2.208	73 est-oest	11,169	1150	12844,35	582%	27.471,92 €	2697,3135	10,18491736
Sant Martí d'Albars LOCAL SOCIAL ST.MAR	1.376	67,57 Sud-est-oest	10,3382	1210	12509,234	909%	25.953,31 €	2626,93916	9,879678389
Sant Martí de Centi CASA DE LA VILA	15.370	28 Sud	4,284	1230	5269,32	34%	14.886,82 €	1106,5572	13,45327978
Sant Martí de Centi LLAR D'INFANTS	10.648	227 est-oest	34,731	1150	39940,65	375%	70.540,89 €	8387,5365	8,410204224
Sant Martí de Centi ESCOLA VALLDENEU (29.445	251 est-oest	38,403	1150	44163,45	150%	77.252,94 €	9274,3245	8,329765009
Sant Pere de Torell OFICINES	12.192	50,24 Sud-est-oest	7,68672	1210	9300,9312	76%	21.106,66 €	1953,19555	10,80621726
Sant Pere de Torell TERMICA	300.316	1008 Sud-est-oest	154,224	1210	186611,04	62%	288.962,15 €	39188,3184	7,373680765
Sant Pere de Torell ESCOLA BRESSOL L'AV	9.139	14 Sud	2,142	1230	2634,66	29%	10.971,46 €	553,2786	19,8299045
Sant Pere de Torell GUARDERIA L'AVET + I	67.458	72 Sud-est-oest	11,016	1210	13329,36	20%	27.192,25 €	2799,1656	9,714411466
Sant Pere de Torell ESCOLA JOSEP MARIA	26.245	343 Sud-est-oest	52,479	1210	63499,59	242%	102.982,46 €	13334,9139	7,722769331
Sant Pere de Torell PAVELLÓ	69.349	340 Sud-est-oest	52,02	1210	62944,2	91%	102.143,46 €	13218,282	7,727438256
Sant Pere de Torell CEMENTIRI	2.779	90 Sud-est-oest	13,77	1210	16661,7	600%	32.226,28 €	3498,957	9,210254084
Sant Pere de Torell CENTRE DE DIA / BIBLI	65.510	123 Sud-est-oest	18,819	1210	22770,99	35%	41.455,35 €	4781,9079	8,669207138
Sant Quirze de Bes LOCALS JUTJAT	7.571	19 Sud-est-oest	2,907	1210	3517,47	46%	12.369,81 €	738,6687	16,74608021
Sant Quirze de Bes LOCAL I MAGATZEM	3.934	85 Sud-est-oest	13,005	1210	15736,05	400%	30.827,94 €	3304,5705	9,328879351
Sant Quirze de Bes ESCORXADOR	21.768	81,75 Sud-est-oest	12,5078	1210	15134,378	70%	29.919,02 €	3178,21928	9,413767156
Sant Quirze de Bes AJUNTAMENT + PUNTS	18.187	24 Sud	3,672	1230	4516,56	25%	13.768,15 €	948,4776	14,51605056
Sant Quirze de Bes LLAR D'INFANTS "ELS	12.240	60 Sud-est-oest	9,18	1210	11107,8	91%	23.836,22 €	2332,638	10,21856885
Sant Quirze de Bes ESCOLA SEGIMON CO	27.520	170 Sud-est-oest	26,01	1210	31472,1	114%	54.599,78 €	6609,141	8,261251954
Sant Quirze de Bes PISCINES (BAR + VEST	7.077	104 Sud-est-oest	15,912	1210	19253,52	272%	36.141,64 €	4043,2392	8,938784725
Sant Quirze de Bes PAVELLÓ	8.506	380 Sud-est-oest	58,14	1210	70349,4	827%	113.330,21 €	14773,374	7,67124734
Sant Quirze de Bes COOPERATIVA (Cr.J.B.	14.821	40,5 Sud-est-oest	6,1965	1210	7497,765	51%	18.382,68 €	1574,53065	11,67502351
Sant Quirze de Bes CASA DE CULTURA (Ll	9.573	32 Sud-est-oest	4,896	1210	5924,16	62%	16.005,50 €	1244,0736	12,8653951
Sant Quirze de Bes PIS LLOGUER ADIGSA	13.121	38 Sud-est-oest	5,814	1210	7034,94	54%	17.683,51 €	1477,3374	11,96985238
Sant Quirze de Bes PIS PROTECCIÓ OFICI	10.345	38 Sud-est-oest	5,814	1210	7034,94	68%	17.683,51 €	1477,3374	11,96985238
Sant Quirze de Bes BIBLIOTECA	7.628	34,68 Sud-est-oest	5,30604	1210	6420,3084	84%	16.755,01 €	1348,26476	12,42709219
Sant Vicenç de Tor AJUNTAMENT	13.036	61 est-oest	9,333	1150	10732,95	82%	24.115,89 €	2253,9195	10,69953505
Sant Vicenç de Tor NAU BRIGADA MUNICIP	2.704	64 Sud-est-oest	9,792	1210	11848,32	438%	24.954,90 €	2488,1472	10,02950983
Sant Vicenç de Tor LLAR D'INFANTS ELS C	5.829	275 est-oest	42,075	1150	48386,25	830%	83.964,99 €	10161,1125	8,263366093
SANT VICENÇ DE ESCOLA LLORIANA	24.366	258 Sud	39,474	1230	48553,02	199%	79.210,62 €	10196,1342	7,768691844
Sant Vicenç de Tor PAVELLÓ MUNICIPAL	11.900	440 Sud-est-oest	67,32	1210	81457,2	685%	130.110,33 €	17106,012	7,606116961
Sant Vicenç de Tor PISCINA MUNICIPAL S	26.126	91 Sud	13,923	1230	17125,29	66%	32.505,95 €	3596,3109	9,038693429
Sant Vicenç de Tor CAMP DE FUTBOL SAN	12.249	265 Sud	40,545	1230	49870,35	407%	81.168,31 €	10472,7735	7,750411627
Sant Vicenç de Tor CONSULTORI SANT VI	4.794	51,6 est-oest	7,8948	1150	9079,02	189%	21.487,00 €	1906,5942	11,26983651
Sant Vicenç de Tor CONSULTORI BORGON	8.784	20,84 Sud	3,18852	1230	3921,8796	45%	12.884,40 €	823,594716	15,6440971
Sant Vicenç de Tor CASAL D'AVIS SANT VI	12.496	51,6 est-oest	7,8948	1150	9079,02	73%	21.487,00 €	1906,5942	11,26983651
Sant Vicenç de Tor CENTRE DE DIA SANT	8.274	51,6 est-oest	7,8948	1150	9079,02	110%	21.487,00 €	1906,5942	11,26983651
Sant Vicenç de Tor TEATRE BORGONYÀ	5.647	196 Sud-est-oest	29,988	1210	36285,48	643%	61.871,17 €	7619,9508	8,119627912

Sant Vicenç de Tor CASAL D'AVIS BORGIO	17.572	77 Sud	11,781	1230	14490,63	82%	28.590,59 €	3043,0323	9,395427679
Sant Vicenç de Tor C. CÍVIC VILASECA - TOR	4.624	120 est-oest	18,36	1150	21114	457%	40.616,34 €	4433,94	9,160327835
Sant Vicenç de Tor VIVENDA DEL MESTRE	3.956	20 Sud	3,06	1230	3763,8	95%	12.649,47 €	790,398	16,00392967
Santa Cecília de Vilatorrada AJUNTAMENT	3.703	25 Sud-est-oest	3,825	1210	4628,25	125%	14.047,82 €	971,9325	14,45349085
Santa Cecília de Vilatorrada SALA POLIVALENT (LOCAL)	1.608	170 Sud	26,01	1230	31992,3	1990%	54.599,78 €	6718,383	8,126922654
Santa Eugènia de Vilatorrada AJUNTAMENT	17.182	63 Sud-est-oest	9,639	1210	11663,19	68%	24.675,23 €	2449,2699	10,07452388
Santa Eugènia de Vilatorrada NAU DE SERVEIS MUNICIPALS	3.926	464 est-oest	70,992	1150	81640,8	2079%	136.822,38 €	17144,568	7,980508859
Santa Eugènia de Vilatorrada Llar d'infants Ralet-Ralet	9.998	60 Sud	9,18	1230	11291,4	113%	23.836,22 €	2371,194	10,05241326
Santa Eugènia de Vilatorrada ESCOLA JACINT VERD	6.984	93 Sud	14,229	1230	17501,67	251%	33.065,29 €	3675,3507	8,996499055
Santa Eugènia de Vilatorrada GIMNÀS MUNICIPAL I C	10.101	365 Sud	55,845	1230	68689,35	680%	109.135,18 €	14424,7635	7,565820785
Santa Eugènia de Vilatorrada Pavelló Poliesportiu	32.701	532 Sud	81,396	1230	100117,08	306%	155.839,85 €	21024,5868	7,41226688
Santa Eugènia de Vilatorrada Camp de futbol + PAVELLÓ	25.606	355 est-oest	54,315	1150	62462,25	244%	106.338,49 €	13117,0725	8,10687663
Santa Eugènia de Vilatorrada Teatre	2.841	133 Sud-est-oest	20,349	1210	24622,29	867%	44.252,04 €	5170,6809	8,558261079
Santa Eugènia de Vilatorrada CENTRE CÍVIC EL PUN	10.305	28 Sud-est-oest	4,284	1210	5183,64	50%	14.886,82 €	1088,5644	13,67564804
Santa Eugènia de Vilatorrada Local Tallers "L'Heura"	1.542	55 Sud	8,415	1230	10350,45	671%	22.437,88 €	2173,5945	10,32293673
Santa Eugènia de Vilatorrada CENTRE DE SERVEIS	12.346	230 Sud	35,19	1230	43283,7	351%	71.379,90 €	9089,577	7,852939801
Santa Eulàlia de Riudor AJUNTAMENT	11.173	85 Sud-est-oest	13,005	1210	15736,05	141%	30.827,94 €	3304,5705	9,328879351
Santa Eulàlia de Riudor EDAR SANTA EULÀLIA	75.122	20 Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	5%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Santa Eulàlia de Riudor ESCOLA ROURE GROS	22.967	141 Sud-est-oest	21,573	1210	26103,33	114%	46.489,39 €	5481,6993	8,480834894
Santa Eulàlia de Riudor LLAR D'INFANTS	17.133	196 Sud	29,988	1230	36885,24	215%	61.871,17 €	7745,9004	7,987601441
Santa Eulàlia de Riudor PISCINA	10.449	54 Sud	8,262	1230	10162,26	97%	22.158,21 €	2134,0746	10,38305306
Santa Eulàlia de Riudor PISTA POLIESPORTIVA	4.553	1307 Sud	199,971	1230	245964,33	5402%	372.583,09 €	51652,5093	7,213262162
Santa Eulàlia de Riudor LOCAL DEL JOVENT-PISCINA	2.556	72 Sud	11,016	1230	13549,68	530%	27.192,25 €	2845,4328	9,556453556
Santa Eulàlia de Riudor LLAR AVIS	4.965	21 Sud-est-oest	3,213	1210	3887,73	78%	12.929,14 €	816,4233	15,83632253
Santa Eulàlia de Riudor CASA DE CULTURA	5.919	42 Sud-est-oest	6,426	1210	7775,46	131%	18.802,19 €	1632,8466	11,51497354
Santa Maria de Besòs AJUNTAMENT (CASA DE	11.346	39 Sud	5,967	1230	7339,41	65%	17.963,18 €	1541,2761	11,6547446
Santa Maria de Besòs EDAR SANTA MARIA D	27.643	36,6 Sud-est-oest	5,5998	1210	6775,758	25%	17.291,97 €	1422,90918	12,15254962
Santa Maria de Besòs CASA SOCIAL	1.356	23 Sud	3,519	1230	4328,37	319%	13.488,48 €	908,9577	14,83950254
SANTA MARIA DE AJUNTAMENT-CONSUELT	20.486	359,3 est-oest	54,9729	1150	63218,835	309%	107.541,06 €	13275,9554	8,100438806
Santa Maria de Besòs EDAR SANTA MARIA D	89.222	58,11 est-oest	8,89083	1150	10224,455	11%	23.307,65 €	2147,13545	10,85522956
Santa Maria de Besòs ESCOLA BRESSOL	8.381	107,54 Sud	16,4536	1230	20237,953	241%	37.131,67 €	4249,97005	8,736925577
Santa Maria de Besòs ESCOLA CABRERÈS	25.885	797,5 est-oest	122,018	1150	140320,13	542%	230.091,89 €	29467,2263	7,808399959
Santa Maria de Besòs Camp de Futbol - CA	6.907	74,35 Sud-est-oest	11,3756	1210	13764,416	199%	27.849,47 €	2890,52726	9,634736291
Santa Maria de Besòs Camp de Futbol L'ES	10.462	106,86 est-oest	16,3496	1150	18802,017	180%	36.941,50 €	3948,42357	9,356011742
Santa Maria de Besòs PISCINES	5.384	180,51 Sud	27,618	1230	33970,177	631%	57.539,10 €	7133,73715	8,065771956
Santa Maria de Besòs PAVELLÓ	49.569	572,53 Sud-est-oest	87,5971	1210	105992,48	214%	167.174,82 €	22258,4206	7,510632675
Santa Maria de Besòs EDIFICI POLIVALENT-C	1.791	32,27 Sud-est-oest	4,93731	1210	5974,1451	334%	16.081,01 €	1254,57047	12,81793994
Seva MAGATZEM AJUNTAMENT	2.416	10,79 est-oest	1,65087	1150	1898,5005	79%	10.073,73 €	398,685105	25,26737304
Seva CASAL, CENTRE DE DIFERENCIACIÓ	39.033	132,85 Sud-est-oest	20,3261	1210	24594,521	63%	44.210,09 €	5164,84931	8,559801881
Seva CASA DE LA VILA	41.539	74,13 Sud-est-oest	11,3419	1210	13723,687	33%	27.787,94 €	2881,97425	9,641980924
Seva ESCOLA LES BASSERES	18.066	1361,27 Sud	208,274	1230	256177,4	1418%	387.760,71 €	53797,2543	7,207816021

Seva	LLAR D'INFANTS EL ME	14.929	135,49	Sud	20,73	1230	25497,863	171%	44.948,41 €	5354,55125	8,394431215
Seva	ESCOLA FARIGOLA	31.657	525,5	Sud	80,4015	1230	98893,845	312%	154.022,00 €	20767,7075	7,41641812
Seva	LLAR D'INFANTS EL BF	8.816	35,5	Sud	5,4315	1230	6680,745	76%	16.984,34 €	1402,95645	12,10610554
Seva	CLUB TENNIS SEVA	20.799	136,6	Sud-est-oest	20,8998	1210	25288,758	122%	45.258,84 €	5310,63918	8,522297013
Seva	CAMP DE FUTBOL SEV	21.209	55,64	Sud	8,51292	1230	10470,892	49%	22.616,87 €	2198,88724	10,28559632
Seva	CAMP DE FUTBOL SAN	5.473	98,74	Sud	15,1072	1230	18581,881	340%	34.670,59 €	3902,19493	8,884893783
Seva	PISCINES ELS ROURE	35.050	120,71	Sud-est-oest	18,4686	1210	22347,042	64%	40.814,91 €	4692,87888	8,697200545
Seva	RESIDÈNCIA DE SEVA	34.250	17,04	est-oest	2,60712	1150	2998,188	9%	11.821,65 €	629,61948	18,77587181
Seva	LOCAL SOCIAL MONTA	8.938	56	Sud	8,568	1230	10538,64	118%	22.717,55 €	2213,1144	10,26496741
Seva	PISOS SOCIALS	2.564	21,06	Sud	3,22218	1230	3963,2814	155%	12.945,92 €	832,289094	15,55459865
Seva	PISOS SOCIALS	1.775	21,06	Sud	3,22218	1230	3963,2814	223%	12.945,92 €	832,289094	15,55459865
Seva	ESCOLA DE MONTMAN	1.972	43,03	Sud	6,58359	1230	8097,8157	411%	19.090,24 €	1700,5413	11,22598092
Seva	CENTRE CÍVIC	67.909	643,23	Sud-est-oest	98,4142	1210	119081,17	175%	186.947,40 €	25007,0457	7,475789036
Sobremunt	AJUNTAMENT	3.860	125,46	est-oest	19,1954	1150	22074,687	572%	42.143,34 €	4635,68427	9,091071058
Sora	NOU AJUNTAMENT (AN	4.569	44,22	est-oest	6,76566	1150	7780,509	170%	19.423,05 €	1633,90689	11,88748884
Sora	DIPOSIT DE CUSSONS	34.272	147,88	Sud	22,6256	1230	27829,537	81%	48.413,51 €	5844,20281	8,28402246
Sora	ESCOLA DE CUSSONS	2.878	58,49	Sud	8,94897	1230	11007,233	382%	23.413,92 €	2311,51895	10,12923656
Taradell	CASA DE LA VILA	49.678	93,71	est-oest	14,3376	1150	16488,275	33%	33.263,85 €	3462,53765	9,606784759
Taradell	EDAR TARADELL	366.478	143,74	est-oest	21,9922	1150	25291,053	7%	47.255,68 €	5311,12113	8,897495987
Taradell	ESCOLA BRESSOL LA	2.860	293,55	Sud	44,9132	1230	55243,175	1932%	89.152,85 €	11601,0666	7,684883607
Taradell	ESCOLA MUNICIPAL L'	3.727	39,03	Sud	5,97159	1230	7345,0557	197%	17.971,57 €	1542,4617	11,6512257
TARADELL	PARVULARI (ESCOLA F	21.802	230,9	est-oest	35,3277	1150	40626,855	186%	71.631,60 €	8531,63955	8,39599498
Taradell	ESCOLA DE MÚSICA (F	14.636	59,61	Sud	9,12033	1230	11218,006	77%	23.727,15 €	2355,78124	10,07188223
Taradell	CEIP EL GURRI-MONTI	8.428	38,27	Sud-est-oest	5,85531	1210	7084,9251	84%	17.759,02 €	1487,83427	11,93615545
TARADELL	ESCOLA PINEDIQUES	47.352	413,73	Sud-est-oest	63,3007	1210	76593,835	162%	122.763,43 €	16084,7053	7,632308379
Taradell	PISCINA COBERTA-ES	614.672	601,94	Sud	92,0968	1230	113279,09	18%	175.399,88 €	23788,6086	7,373271812
Taradell	PAVELLÓ	53.860	600,46	Sud-est-oest	91,8704	1210	111163,16	206%	174.985,97 €	23344,2636	7,495887252
Taradell	CAMP DE FUTBOL	39.092	241,51	Sud	36,951	1230	45449,767	116%	74.598,89 €	9544,45105	7,815943248
Taradell	DEIXALLERIA	6.251	205,75	Sud	31,4798	1230	38720,093	619%	64.597,94 €	8131,21943	7,944433873
Taradell	TANATORI	5.145	207,06	Sud-est-oest	31,6802	1210	38333,018	745%	64.964,30 €	8049,93374	8,070165934
Taradell	ANTIC DISPENSARI	10.073	55,33	Sud	8,46549	1230	10412,553	103%	22.530,17 €	2186,63607	10,30357521
TARADELL	MUSEU DEL PAGÈS : C	5.745	121,45	Sud	18,5819	1230	22855,676	398%	41.021,86 €	4799,69186	8,546770262
TARADELL	CAN COSTA I FONT	179.477	861,09	Sud-est-oest	131,747	1210	159413,59	89%	247.876,02 €	33476,8543	7,404400037
Tavèrnoles	TELECENRE-AJUNTA	15.650	67,08	est-oest	10,2632	1150	11802,726	75%	25.816,28 €	2478,57246	10,41578441
TAVERTET	AJUNTAMENT	3.981	93,12	Sud-est-oest	14,2474	1210	17239,306	433%	33.098,85 €	3620,25418	9,1426866
Tavertet	EDAR TAVERTET	19.018	30	Sud	4,59	1230	5645,7	30%	15.446,16 €	1185,597	13,02817146
TAVERTET	PISCINA-MAGATZEM	13.300	94,88	Sud-est-oest	14,5166	1210	17565,134	132%	33.591,07 €	3688,67822	9,106531992
Tona	NAU BRIGADA I CARRC	2.979	67,9	Sud-est-oest	10,3887	1210	12570,327	422%	26.045,60 €	2639,76867	9,86662393
Tona	MAGATZEM	2.132	67,9	Sud-est-oest	10,3887	1210	12570,327	590%	26.045,60 €	2639,76867	9,86662393
Tona	AJUNTAMENT	53.378	355	Sud	54,315	1230	66807,45	125%	106.338,49 €	14029,5645	7,579600101
Tona	ESCOLA L'ERA DE DAL	71.733	770,08	Sud-est-oest	117,822	1210	142564,91	199%	222.423,37 €	29938,6312	7,429310015

Tona	LLAR D'INFANTS CUCA	11.513	139,81	Sud	21,3909	1230	26310,844	229%	46.156,58 €	5525,27722	8,353713147
Tona	ESCOLA EL CASTELL	25.436	380	Sud	58,14	1230	71512,2	281%	113.330,21 €	15017,562	7,546511611
Tona	ESCOLA D'HOSTALERI	110.248	242,96	Sud-est-oest	37,1729	1210	44979,185	41%	75.004,41 €	9445,62881	7,940647349
Tona	LLAR D'INFANTS PA AM	14.007	506,37	Sud	77,4746	1230	95293,77	680%	148.671,94 €	20011,6918	7,429253927
Tona	CAMP DE FUTBOL JAU	39.564	376,53	est-oest	57,6091	1150	66250,454	167%	112.359,76 €	13912,5952	8,076117627
Tona	PAVELLÓ MUNICIPAL I	45.980	1327,38	Sud	203,089	1230	249799,64	543%	378.282,74 €	52457,9249	7,211164757
Tona	BIBLIOTECA	25.037	81,78	Sud-est-oest	12,5123	1210	15139,931	60%	29.927,41 €	3179,38559	9,412952723
Tona	TANATORI	5.320	123,97	Sud	18,9674	1230	23329,914	439%	41.726,63 €	4899,282	8,516886498
Tona	MUSEU ARQUEOLOGIC	22.233	35,36	Sud	5,41008	1230	6654,3984	30%	16.945,19 €	1397,42366	12,12601852
Tona	LA CANAL - SALA POLI	5.477	590	Sud	90,27	1230	111032,1	2027%	172.060,63 €	23316,741	7,379274531
Tona	CENTRE PARROQUIAL	3.956	68,16	est-oest	10,4285	1150	11992,752	303%	26.118,32 €	2518,47792	10,37067603
Tona	HABITATGES TUTELAT	70.080	221,19	Sud	33,8421	1230	41625,746	59%	68.916,02 €	8741,40668	7,883859231
Tona	CAN LICUS	18.409	74,22	Sud-est-oest	11,3557	1210	13740,349	75%	27.813,11 €	2885,47321	9,639012019
TORELLÓ	EDIFICI DE LA CARREF	38.751	341,96	Sud-est-oest	52,3199	1210	63307,055	163%	102.691,61 €	13294,4815	7,724378615
Torelló	ARXIU MUNICIPAL	3.779	76,07	Sud-est-oest	11,6387	1210	14082,839	373%	28.330,50 €	2957,39621	9,579540916
Torelló	AJUNTAMENT	36.251	75,57	Sud-est-oest	11,5622	1210	13990,274	39%	28.190,66 €	2937,95756	9,595327051
Torelló	CASA DE LA VILA	27.640	54,84	Sud	8,39052	1230	10320,34	37%	22.393,13 €	2167,27132	10,33240801
Torelló	POLICIA LOCAL (VIVEF	30.641	85,06	Sud-est-oest	13,0142	1210	15747,158	51%	30.844,72 €	3306,90314	9,327373175
Torelló	NAU BRIGADA	10.390	91,2	Sud-est-oest	13,9536	1210	16883,856	163%	32.561,89 €	3545,60976	9,183719485
Torelló	OFICINA DE PROMOCI	19.529	969,44	est-oest	148,324	1150	170572,97	873%	278.178,12 €	35820,3233	7,765930038
Torelló	EDIFICI CAN PARRELL	2.441	25	Sud-est-oest	3,825	1210	4628,25	190%	14.047,82 €	971,9325	14,45349085
Torelló	EDAR VALL DEL GES-T	1.005.529	192,16	Sud-est-oest	29,4005	1210	35574,581	4%	60.797,24 €	7470,66197	8,138132558
TORELLÓ	ESCOLA FORTIÀ SOLÀ	29.851	385,78	Sud-est-oest	59,0243	1210	71419,451	239%	114.946,69 €	14998,0848	7,664091293
Torelló	ESCOLA FORTIÀ SOLÀ	46.313	82,64	Sud-est-oest	12,6439	1210	15299,143	33%	30.167,92 €	3212,82007	9,389857101
Torelló	ESCOLA VALL DEL GE	32.934	308,83	Sud	47,251	1230	58118,718	176%	93.426,18 €	12204,9307	7,654790247
Torelló	CEIP MARTA MATA	81.598	1596,87	Sud	244,321	1230	300514,97	368%	453.650,66 €	63108,1427	7,188464713
TORELLÓ	PISCINA COBERTA	469.579	836,2	Sud-est-oest	127,939	1210	154805,71	33%	240.915,07 €	32509,1983	7,410673896
Torelló	PISCINES	93.824	159,96	Sud-est-oest	24,4739	1210	29613,395	32%	51.791,91 €	6218,81291	8,328262326
Torelló	PAVELLÓ ESPORTS	84.354	793,22	Sud-est-oest	121,363	1210	146848,82	174%	228.894,91 €	30838,2519	7,422434544
Torelló	CAMP DE FUTBOL BAF	2.001	61,67	Sud-est-oest	9,43551	1210	11416,967	571%	24.303,27 €	2397,56309	10,13665451
TORELLÓ	CAMP DE FUTBOL ZON	94.684	539,52	Sud-est-oest	82,5466	1210	99881,338	105%	157.942,96 €	20975,0809	7,530028504
Torelló	PROTECCIÓ CIVIL	4.037	45,42	Sud-est-oest	6,94926	1210	8408,6046	208%	19.758,65 €	1765,80697	11,18958795
Torelló	NAU NOVES CARROE	1.994	50	Sud-est-oest	7,65	1210	9256,5	464%	21.039,54 €	1943,865	10,82355771
Torelló	NAU REIS	1.187	125,37	Sud-est-oest	19,1816	1210	23209,748	1955%	42.118,16 €	4874,0471	8,64131266
Torelló	BIBLIOTECA	53.429	56,21	Sud-est-oest	8,60013	1210	10406,157	19%	22.776,28 €	2185,29303	10,42252791
Torelló	HOTEL D'ENTITATS (E	5.466	511,8	Sud	78,3054	1230	96315,642	1762%	150.190,54 €	20226,2848	7,425512989
Torelló	HOTEL D'ENTITATS (E	9.087	511,8	Sud	78,3054	1230	96315,642	1060%	150.190,54 €	20226,2848	7,425512989
Torelló	HOTEL D'ENTITATS (E	9.232	511,8	Sud	78,3054	1230	96315,642	1043%	150.190,54 €	20226,2848	7,425512989
Torelló	LA CARPA	1.851	344,08	Sud-est-oest	52,6442	1210	63699,53	3441%	103.284,51 €	13376,9014	7,721108449
Torelló	HOTEL D'ENTITATS (E	1.562	511,8	Sud	78,3054	1230	96315,642	6166%	150.190,54 €	20226,2848	7,425512989
Torelló	CEMENTIRI MUNICIPAL	2.422	372,63	est-oest	57,0124	1150	65564,249	2707%	111.269,05 €	13768,4922	8,081425779

Torelló	RECTORIA DE ROCAPÍ	5.241	275,01	Sud-est-oest	42,0765	1210	50912,601	971%	83.967,79 €	10691,6463	7,853588404
Torelló	BANC D'ALIMENTS	2.898	218,61	Sud-est-oest	33,4473	1210	40471,269	1397%	68.194,47 €	8498,96655	8,02385491
Torelló	TEATRE CIRVIANUM	96.904	113,65	Sud-est-oest	17,3885	1210	21040,025	22%	38.840,45 €	4418,40515	8,790603505
Torelló	BIBLIOTECA BARRI MC	6.794	129,44	Sud	19,8043	1230	24359,314	359%	43.256,42 €	5115,45586	8,456023812
Torelló	MUSEU DE LA TORNEF	30.028	432,83	est-oest	66,223	1150	76156,439	254%	128.105,10 €	15992,8521	8,010147455
Torelló	PISOS SOCIALS DE L'A	2.316	273,55	Sud	41,8532	1230	51479,375	2223%	83.559,47 €	10810,6686	7,729352885
Vic	EDAR SENTFORES	49.120	45	Sud-est-oest	6,885	1210	8330,85	17%	19.641,19 €	1749,4785	11,22688361
Vic	EDAR VIC	1.131.410	2920,72	Sud	446,87	1230	549650,3	49%	823.890,07 €	115426,562	7,137785695
Vidrà	CASA DE LA VILA	6.756	169,2	Sud	25,8876	1230	31841,748	471%	54.376,04 €	6686,76708	8,131888458
Vidrà	EDAR VIDRÀ	39.176	17,2	Sud	2,6316	1230	3236,868	8%	11.866,40 €	679,74228	17,45720693
Vidrà	ESCOLA SANTA BÀRB,	3.954	55,04	Sud	8,42112	1230	10357,978	262%	22.449,07 €	2175,1753	10,32057751
Vidrà	PAVELLÓ MUNICIPAL	3.032	425,92	Sud-est-oest	65,1658	1210	78850,57	2601%	126.172,59 €	16558,6196	7,619753073
Vidrà	PIS AJUNTAMENT	1.802	26,68	Sud	4,08204	1230	5020,9092	279%	14.517,66 €	1054,39093	13,76876496
Viladrau	AJUNTAMENT	8.749	104,12	Sud-est-oest	15,9304	1210	19275,736	220%	36.175,21 €	4047,90448	8,936773399
Viladrau	EDAR VILADRAU	81.798	42	Sud	6,426	1230	7903,98	10%	18.802,19 €	1659,8358	11,3277382
VILADRAU	ESCOLA ELS CASTAN	20.942	400,65	Sud-est-oest	61,2995	1210	74172,335	354%	119.105,36 €	15576,1902	7,646630067
Viladrau	PAVELLÓ MUNICIPAL	29.726	840	Sud-est-oest	128,52	1210	155509,2	523%	241.977,81 €	32656,932	7,409692007
Viladrau	PISCINA	30.080	89,02	est-oest	13,6201	1150	15663,069	52%	31.952,21 €	3289,24449	9,714147967
Viladrau	CAN SIA - DISPENSARI	12.230	79,44	Sud-est-oest	12,1543	1210	14706,727	120%	29.272,98 €	3088,41271	9,478325683
Viladrau	CENTRE DE CULTURA	37.966	222,39	Sud-est-oest	34,0257	1210	41171,061	108%	69.251,62 €	8645,92275	8,009743346
Viladrau	CAN TORRENT - LOCA	10.386	76,74	Sud	11,7412	1230	14441,701	139%	28.517,88 €	3032,75713	9,403283828
Viladrau	CAN SIA - CASAL AVIS	23.658	50,5	Sud	7,7265	1230	9503,595	40%	21.179,37 €	1995,75495	10,61220935
Vilanova de Sau	AJUNTAMENT, SALA P	8.770	176,5	est-oest	27,0045	1150	31055,175	354%	56.417,63 €	6521,58675	8,650904713
VILANOVA DE SAU	ESCOLA VILANOVA DE	3.063	116,02	Sud	17,7511	1230	21833,804	713%	39.503,26 €	4585,0988	8,615574999
Vilanova de Sau	PISCINA	27.367	20	Sud-est-oest	3,06	1210	3702,6	14%	12.649,47 €	777,546	16,26845743
Vilanova de Sau	BIBLIOTECA, MUSEU I	5.748	30,37	Sud-est-oest	4,64661	1210	5622,3981	98%	15.549,64 €	1180,7036	13,16980689
	MONESTIR CASSERRE	29.267	332,98	Sud	50,9459	1230	62663,506	214%	100.180,18 €	13159,3363	7,612859906
TOTAL		15.761.870	101.954		15599		18851658	197242%	31.568.661,91 €	3958848,23	4080,037056
MITJANA		36.401,5 kwh	235,46m²		36 kw		43.332,95	455%	72.906,80 €	9.099,92 €	9,4 anys