



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: Projecte d'implantació solar fotovoltaica al municipi d'Albanyà.

Document: 1 - MEMÒRIA I ANNEXES

Alumne: Albert Molins i Galas

Director/Tutor: Josep Maria Corretger i Canós

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Màquines i motors tèrmics

Convocatòria (mes/any): 05/2008

ÍNDEX

DOCUMENT NÚM. 1: MEMÒRIA I ANNEXES

<u>MEMÒRIA</u>	5
<u>1 - Introducció</u>	6
<u>1.1 - Antecedents</u>	6
<u>1.2 - Objecte</u>	6
<u>1.3 - Especificacions</u>	6
<u>2 - Descripció de la solució</u>	8
<u>2.1 - Descripció general</u>	8
<u>2.1.1 - Anàlisi energètic i econòmic</u>	8
<u>3 - Solució dels elements autònoms</u>	9
<u>3.1 - Funcionament</u>	9
<u>3.2 - Emplaçament</u>	9
<u>3.3 - Bateries</u>	9
<u>3.4 - Bombetes</u>	9
<u>3.5 - Proteccions</u>	9
<u>3.6 - Rendiment de la instal·lació</u>	9
<u>4 - Solució dels elements connectats a la xarxa</u>	10
<u>4.1 - Funcionament</u>	10
<u>4.2 - Camp fotovoltaic</u>	10
<u>4.2.1 - Comptador</u>	10
<u>4.2.2 - Tipus de connexió dels mòduls</u>	11
<u>4.2.3 - Proteccions</u>	11
<u>4.2.4 - Inversors</u>	11
<u>4.3 - Producció energètica</u>	11
<u>4.3.1 - Estalvi ambiental</u>	11
<u>4.4 - Amortització econòmica</u>	12
<u>5 - Resum del pressupost</u>	13
<u>6 - Relació de documents</u>	14
<u>7 - Conclusions</u>	15
<u>8 - Bibliografia</u>	17

<u>ANNEXES</u>	18
<u>A - ESTUDI DEL CONSUM ENERGÈTIC I ECONÒMIC</u>	19
<u>B - DADES DE RADIACIÓ SOLAR</u>	22
<u>B.1 - Introducció sobre la radiació solar</u>	22
<u>B.1.1 - El Sol</u>	22
<u>B.1.2 - Característiques de la radiació</u>	23
<u>B.2 - Incidència de la radiació</u>	26
<u>C - TECNOLOGIA DELS MÒDULS SOLARS</u>	28
<u>C.1 - Principis bàsics de funcionament</u>	28
<u>D - CÀLCUL DEL CAMP FOTOVOLTAIC</u>	29
<u>D.1 - Càlcul dels mòduls solars</u>	29
<u>D.1.1 - Elecció dels mòduls solars</u>	29
<u>D.1.2 - Superfície de captació i inclinació</u>	29
<u>D.2 - Altres elements</u>	32
<u>D.2.1 - Proteccions i comptadors</u>	32
<u>D.2.2 - Inversors</u>	33
<u>D.2.2.1 - Càlcul i elecció</u>	33
<u>D.2.3 - Cablejat</u>	34
<u>D.2.4 - Estructura</u>	34
<u>D.2.5 - Seguiment</u>	34
<u>D.3 - Producció energètica</u>	34
<u>D.3.1 - Amortització econòmica</u>	34
<u>D.3.2 - Estalvi ambiental</u>	35
<u>E - ELECCIÓ DELS ELEMENTS AUTÒNOMS</u>	36
<u>E.1 - Elecció dels fanals solars</u>	36
<u>E.2 - Emplaçament</u>	38
<u>F - CONSIDERACIONS AMBIENTALS</u>	39
<u>G - ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT</u>	40
<u>G.1 - Objecte</u>	40
<u>G.2 - Justificació de l'estudi bàsic de seguretat i salut</u>	40
<u>G.3 - Normativa</u>	40
<u>G.4 - Característiques de la instal·lació</u>	41

MEMÒRIA

1 - Introducció

1.1 - Antecedents

Albanyà és un petit municipi situat a l'extrem occidental de la comarca de l'Alt Empordà. Està aixecat uns 240 metres respecte el nivell del mar, i està ubicat a 42°18' de latitud Nord i 2°43' de longitud Est.

Aquest, és un projecte que va destinat a l'ajuntament d'Albanyà perquè al tractar-se d'un ajuntament amb pocs recursos econòmics, li és interessant a nivell econòmic realitzar una inversió en energia solar fotovoltaica perquè sap que a la llarga hi guanyarà diners. També li és interessant a nivell ecològic perquè al tractar-se d'un municipi de muntanya, ha de ser el primer en preocupar-se pel medi ambient.

L'ajuntament del municipi es fa càrrec del proveïment d'electricitat de tots els edificis públics (ajuntament, antiga escola, pis de l'antiga escola, rectoria i església) i també dels serveis públics (torre de telecomunicacions, bomba d'aigua i enllumenat públic).

1.2 - Objecte

L'objectiu del present projecte és dissenyar una instal·lació d'energia solar fotovoltaica als edificis públics del municipi d'Albanyà per connectar-la a la xarxa i estudiar la substitució dels actuals fanals de l'enllumenat públic per fanals alimentats gràcies a l'energia solar fotovoltaica.

1.3 - Especificacions

L'energia elèctrica que generi la instal·lació d'energia solar fotovoltaica (en endavant E.S.F.) s'ha de connectar a la xarxa elèctrica i per aquest motiu s'ha d'ajustar a les mateixes característiques de la mateixa (intensitat, tensió, freqüència, sistema trifàsic, etc.)

La instal·lació d'E.S.F. s'ha d'integrar a l'entorn i es pot instal·lar en el teulat de qualsevol edifici públic (o en varis), sempre seguint les normes urbanístiques del municipi.

Cal que l'energia que generi la instal·lació d'E.S.F. sigui equivalent amb la quantitat d'energia que es consumeix.

Els materials utilitzats han de poder resistir a la intempèrie al llarg de tota la vida útil de la instal·lació, que es preveu que serà de 25 anys.

La instal·lació ha de complir amb la legislació vigent següent:

- Reial Decret 1663/2000 de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.
- Decret 352/2001 de 18 de setembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica.

- Instrucció 5/2006 de 31 de maig de 2006, sobre tramitació de les instal·lacions fotovoltaïques que formen part d'un parc solar.
- Reial Decret 7/1988, de 8 de gener, relatiu a les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió.
- Reial Decret 1580/2006 de 22 de desembre, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- Resolució de 27 de setembre de 2007, de la Secretaria General de l'Energia, per la qual s'estableix el termini de manteniment de la tarifa regulada per a la tecnologia fotovoltaica, d'acord amb el que estableix l'article 22 del Reial Decret 661/2007 de 25 de maig.
- Llei 17/2007 de 4 de juliol, per la qual es modifica la Llei 54/1997 de 27 de novembre, del Sector Elèctric, per adaptar-la al que disposa a la Directiva 2003/54/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 26 de juny de 2003, sobre normes comunes pel mercat interior de l'electricitat.
- Ordre ITC/1522/2004 de 24 de maig, per la qual s'estableix la regulació de la garantia de l'origen de l'electricitat procedent de fonts d'energies renovables i de cogeneració d'alta eficiència.
- Decret 74/2007 de 27 de març, pel qual es modifica l'article 13.1 del Decret 363/2004 de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació de l'REBT.
- Decret 363/2004 de 24, pel qual es regula el procediment administratiu per l'aplicació de l'REBT.
- Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió REBT.
- Reial Decret 1955/2000 d' 1 de desembre pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediment d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial Decret 2019/1997 de 26 de desembre, pel qual s'organitza i es regula el Mercat de Producció d'Energia Elèctrica.
- Reial Decret 661/2007 de 25 de maig, per la que es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construccions.

Després de fer l'estudi, s'ha d'aconseguir que el màxim número possible de fanals de l'enllumenat públic es substitueixin per fanals solars autònoms. El manteniment d'aquests fanals ha de ser el mínim imprescindible. Les bateries dels fanals escollits han d'estar situades en un lloc de difícil accés per evitar bretolades.

Els fanals solars han de complir amb els requisits de contaminació lluminosa que dicten les lleis següents:

- Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- Reial Decret 82/2005, de 3 de maig, pel qual s'aprova el reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, d'ordenació ambiental de l'enllumenat per a la protecció del medi nocturn.

2 - Descripció de la solució

2.1 - Descripció general

Per fer aquest estudi, s'han agafat les factures d'electricitat dels següents comptadors municipals durant un període que va des del novembre del 2005 fins el setembre del 2007: Ajuntament, rectoria, església, repetidor, magatzem, antiga escola, pis de l'antiga escola i enllumenat públic. De tota manera, s'han agafat les dades que corresponen a un any natural (2006).

Finalment, s'han acabat instal·lant 24 plaques solars al teulat de l'ajuntament (orientades cap al sud i amb 17° d'inclinació), 66 plaques solars al teulat de la rectoria (orientades al sud i amb 17° d'inclinació) i 36 plaques al sostre del dipòsit d'aigua (orientades al sud i amb 25° d'inclinació). Els captadors són de la marca KYOCERA, model KC175GHT-2 de 175 Wp. La potència total instal·lada és de 22,05 kW i es genera una energia anual de 36229,32 kWh. El rendiment econòmic que se'n treu és de 16489,20 €/any. La instal·lació solar començarà a ser rendible a partir del dinovè any.

La referència dels fanals solars és la 104.509. Se n'han instal·lat 55 (veure plànols de l'annex E).

2.1.1 - Anàlisi energètic i econòmic

Si mirem les dades de l'Annex 1 i mirem les que corresponen a un any sencer (el 2006), observem que el consum energètic total és de 65626 kWh i la despesa econòmica total és de 7987,14 €.

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	97,41 €	99,84 €	99,89 €	100,64 €	100,64 €	100,76 €	599,18 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	59,00 €	54,59 €	44,85 €	47,38 €	52,06 €	76,23 €	334,11 €
LLOGUER EQUIPS (€)	1,20 €	1,44 €	1,44 €	1,44 €	1,44 €	1,51 €	8,47 €
CONSUM (kWh)	11788	10877	8734	9082	10004	15141	65626
COST CONSUM (€)	990,38 €	911,99 €	735,46 €	779,58 €	857,01 €	1.300,80 €	5.575,22 €
ALTRES	66,04 €	57,73 €	43,50 €	48,24 €	62,14 €	90,83 €	368,48 €
SUBTOTAL	1.214,03 €	1.125,59 €	925,14 €	977,28 €	1.073,29 €	1.570,13 €	6.885,46 €
IVA	194,25 €	180,09 €	148,03 €	156,37 €	171,73 €	251,21 €	1.101,68 €
TOTAL	1.408,28 €	1.305,68 €	1.073,17 €	1.133,65 €	1.245,02 €	1.821,34 €	7.987,14 €

Taula 1 - Consum energètic i econòmic total de l'any 2006

A continuació, el detall del consum de l'enllumenat durant el mateix any 2006. El consum energètic ha estat de 52950 kWh i la despesa econòmica ha sigut de 6029,25€.

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	19,24 €	19,23 €	19,25 €	19,39 €	19,39 €	19,41 €	115,91 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	43,06 €	41,27 €	32,41 €	35,13 €	42,07 €	58,88 €	252,82 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	9132	8798	6858	7268	8699	12195	52950
COST CONSUM (€)	760,05 €	731,69 €	572,65 €	621,00 €	742,93 €	1.042,95 €	4.471,27 €
ALTRES	62,84 €	56,20 €	41,97 €	46,71 €	60,61 €	89,30 €	357,63 €
SUBTOTAL	885,19 €	848,39 €	666,28 €	722,23 €	865,00 €	1.210,54 €	5.197,63 €
IVA	141,63 €	135,74 €	106,61 €	115,56 €	138,40 €	193,68 €	831,62 €
TOTAL	1.026,82 €	984,13 €	772,89 €	837,79 €	1.003,40 €	1.404,22 €	6.029,25 €

Taula 2 - Consum energètic i econòmic de l'enllumenat durant l'any 2006

3 - Solució dels elements autònoms

En el poble hi ha un total de 109 fanals. D'aquests 109, 55 seran substituïts per fanals solars. Els altres es mantindran igual. Els fanals solars que s'han escollit són els del model 104.509. No s'han substituït tots a causa de la seva ubicació. N'hi ha molts que amb prou feines els toca el sol directament. D'aquesta manera ens evitem col·locar uns elements que no funcionaran correctament.

3.1 - Funcionament

Aquest tipus de fanals són totalment independents de la xarxa elèctrica. Durant les hores de sol, transformen en energia elèctrica la llum captada i l'emmagatzemen en les seves pròpies bateries. Durant les hores nocturnes aquestes bateries donen l'electricitat que necessita el fanal per encendre's.

3.2 - Emplaçament

Es substituiran els fanals actuals pels solars però es mantindrà la mateixa ubicació. Els fanals solars que s'instal·laran estan detallats degudament en l'Annex E.

3.3 - Bateries

Les bateries que s'utilitzaran són les que porten els fanals directament de la sèrie i són de 12V.

3.4 - Bombetes

Les bombetes que s'utilitzaran són les que porten els fanals directament de la sèrie. Són dues bombetes de 9 W de potència total de baix consum, i que equivalen a 50W.

3.5 - Proteccions

Les proteccions de les que disposen aquests fanals són les proteccions a terra.

3.6 - Rendiment de la instal·lació

Mitjançant aquests fanals solars, la despesa energètica es veurà reduïda amb uns 25185 kWh anuals.

4 - Solució dels elements connectats a la xarxa

S'han instal·lat en total 126 plaques de 175 W pic cadascuna. La potència total instal·lada és de 22,05 kW pic i es genera una energia de 36229,32 kWh cada any. Aquesta xifra és correcta perquè tal i com es demanava en les especificacions, la quantitat d'energia generada ha de ser similar a la consumida i l'energia consumida és de 40440,93 kWh anuals.

Aquestes plaques s'han repartit de la següent manera: 24 al teulat de l'ajuntament, 66 al teulat de la rectoria i 36 al sostre del dipòsit d'aigua. Tots tres números són múltiples de 3 perquè així quan es connectin a la xarxa, es podrà connectar la mateixa quantitat d'electricitat a cada fase.

Les plaques de l'ajuntament i de la rectoria estan collades mitjançant unes estructures de compra a les teules. Segueixen la mateixa inclinació que el teulat, és a dir 17°. Ambdues teulades estan orientades 0° al Sud. Pel càlcul del número de plaques s'ha fet una aproximació a partir de l'Atlas Solar de Catalunya i s'han considerat com a bons els valors de Girona, orientació 0° al Sud i 15° d'inclinació.

Les 36 plaques del dipòsit d'aigua, al ser el sostre pla, s'han d'instal·lar amb uns suports que també són de compra. Aquestes plaques s'inclinaran a 25° i estaran orientades 0° al Sud. Pel seu càlcul, i com en el cas anterior, s'ha utilitzat una aproximació a partir de l'Atlas Solar de Catalunya i s'han considerat com a bons els valors de Girona, orientats 0° al Sud i 25° d'inclinació.

4.1 - Funcionament

Un cop aquestes plaques estiguin connectades a xarxa començaran a produir electricitat. Només deixaran de subministrar electricitat a la xarxa en cas que hi hagi un tall general en el subministrament d'electricitat del poble (per causes de força major o per motius propis de l'empresa subministradora (manteniment, reparació, etc.)) o en el cas que s'hagin de realitzar tasques de manteniment o reparació a les mateixes plaques de la instal·lació.

4.2 - Camp fotovoltaic

Cadascuna de les tres instal·lacions disposarà dels seus propis elements, com els onduladors, els comptadors, etc.

4.2.1 - Comptador

Els comptadors són necessaris per tenir una lectura de l'energia generada i obtenir els ingressos de la mateixa. També contempen l'energia que necessiten els elements de la instal·lació per funcionar (inversors, etc.). Estaran situats en zones fàcilment accessibles per poder fer les lectures corresponents.

4.2.2 - Tipus de connexió dels mòduls

Els 24 mòduls de l'ajuntament estaran connectats en dos grups de 12 mòduls en sèrie i entre aquests dos grups en paral·lel.

Els 66 mòduls de la rectoria estaran dividits en tres subcamps. A cada subcamp hi haurà dos grups d'onze plaques connectades en sèrie. Aquests dos grups de cada subcamp estaran connectats en paral·lel entre ells.

Els 36 mòduls del dipòsit d'aigua estaran dividits en tres subcamps. A cada subcamp hi haurà dos grups de tretze plaques connectades en sèrie. Aquests dos grups de cada subcamp estaran connectats en paral·lels entre ells.

4.2.3 - Proteccions

Cada grup de plaques haurà de portar un quadre general de protecció i una caixa hermètica per poder fer les unions entre les plaques i els inversors.

A la sortida de cada grup de panells hi haurà d'haver un interruptor bipolar per corrent continu que ha de permetre tallar el pas de corrent cap a l'entrada de l'inversor en cas de curt circuit o desconexió voluntària. A la sortida de l'inversor hi haurà d'anar un interruptor diferencial i un interruptor magneto tèrmic. També s'han de connectar totes les masses metàl·liques (estructures i suports) a terra. Totes aquestes proteccions han d'estar d'acord amb el que diu el Reglament de Baixa Tensió.

4.2.4 - Inversors

A l'ajuntament hi haurà d'haver un sol inversor de 5000 W de la marca Xantrex, model TK-XANGT5.

A la rectoria hi haurà d'haver tres inversors de 5000 W de la marca Xantrex, model TK-XANGT5.

Al dipòsit d'aigua hi haurà d'haver tres inversors de 3300 W de la marca Xantrex, model TK-XANGT38.

4.3 - Producció energètica

La producció energètica total de les plaques durant un any és de 36229,32 kWh.

4.3.1 - Estalvi ambiental

La quantitat de CO₂ que no s'emetrà a l'atmosfera gràcies a la producció energètica d'aquestes plaques és de 21737,59 kg anuals.

4.4 - Amortització econòmica

Tenint en compte que el cost total de la instal·lació és de 315.072,79 € i que el preu que es cobra per kW és de 0,455134 €, el temps que es trigarà per amortitzar aquesta instal·lació serà de 19 anys, sempre i quan no es rebin subvencions d'ens com la Diputació de Girona o el Consell Comarcal de l'Alt Empordà.

5 - Resum del pressupost

El cost total d'aquesta instal·lació puja a **tres-cents quinze mil setanta-dos euros amb setanta-nou cèntims (315.072,79 €)**.

El cost de redacció del present projecte puja a **cinc mil tres-cents trenta-sis euros (5.336,00 €)**.

El cost total (instal·lació + redacció del projecte) és de **tres-cents vint mil quatre-cents vuit euros amb setanta-nou cèntims (320.408,79 €)**.

6 - Relació de documents

Document número 1: Memòria i annexes
Document número 2: Plànols
Document número 3: Plec de condicions
Document número 4: Estat d'amidaments
Document número 5: Pressupost

7 - Conclusions

Aquest projecte ha servit per comprovar que la producció d'energia solar fotovoltaic està en expansió. Una de les aplicacions més comunes, sobretot a l'inici d'aquesta meteòrica expansió de l'E.S.F. era el subministrament d'energia elèctrica en àmbits rurals, allà on la xarxa elèctrica no arribava. Les diferents administracions sempre han ajudat mitjançant subvencions l'expansió d'aquests tipus d'instal·lacions aïllades. Aquesta aplicació de l'E.S.F., tot i que la seva expansió no para de créixer, es veu eclipsada per l'expansió de l'E.S.F. que es connecta a la xarxa. Aquest tipus d'aplicació, tot i no estar subvencionada, està fortament primada. Això ajuda a que apareguin els anomenats "horts solars"; grans extensions de terreny amb plaques fotovoltaïques generant energia i exportant-la directament a la xarxa.

A l'hora d'encarar el projecte, també s'ha pogut comprovar que l'energia solar que està més extesa és la tèrmica. Hi ha molts pobles i ciutats que tenen ordenances municipals que regulen l'ús i l'aplicació d'aquest tipus d'energia solar. També és cert que la nova normativa en l'edificació hi ha ajudat bastant.

Concretant més en aquest projecte i no tant en l'expansió global de l'E.S.F., destacaria que la implantació de fanals solars en un municipi és una opció molt poc rendible econòmicament parlant. La diferència de l'energia que estalvia en front del consum d'un fanal convencional és molt poc i de moment el preu d'aquestes faroles és molt alt. Això es pot veure en l'annex del càlcul econòmic. L'amortització d'aquesta instal·lació és de 19 anys. És un número extremadament alt si es té en compte que una instal·lació d'aquest tipus té una vida d'uns 25 anys aproximadament. Fent el càlcul sense tenir en compte la instal·lació dels fanals solars l'amortització de la instal·lació baixa fins als 13 anys, que és una xifra una més raonable. D'altra banda, també s'hauria de mirar quina rendibilitat social i ecològica se'n treu. El fet que un municipi s'impliqui d'una manera tan generosa (primi els interessos ecològics als econòmics) i contribueixi a disminuir (per poc que sigui) les emissions de CO₂ a l'atmosfera hauria de ser un fet, que encara que no es pugui comptabilitzar amb diners, a tenir en compte. Si sospesem els dos braços de la balança, potser arribaríem a la conclusió que un compensa l'altre.

Un altre punt a comentar és que està bé que la venda d'energia estigui fortament primada per llei. La gran diferència que hi ha entre el preu de venda (0,455134 € aquest any 2008) i el preu de compra (0,09 € aprox.) d'energia pot ajudar a que la gent finalment s'avingui a muntar instal·lacions d'energia solar.

Un altre punt a comentar és que hi ha un gran número de lleis que s'han de tenir en compte a l'hora de redactar un projecte d'aquest tipus. Potser es trobaria a faltar que hi haguessin menys lleis i que les poques que hi quedessin ho englobessin tot.

Un altre punt a comentar és l'alt cost de les plaques solars. Això és degut al cost de la matèria prima i a la seva producció. El silici, que és el material predominant en una placa solar és un bé escàs i això es fa pagar.

Un altre punt a comentar (tot i que toca de manera bastant indirecta) és la dificultat que es pot trobar un estudiant d'universitat per demanar qualsevol tipus d'informació a un distribuïdor o a una empresa. Particularment, he trobat bastant d'escepticisme a l'hora de rebre informació si no hi havia una oferta de compra en ferm

de qualsevol dels elements que ha aplicat aquest projecte per part d'aquestes empreses. Es defensen dient que ja deixen prou informació penjada a la web i que no cal gaire informació més.

Per acabar, diria que seria convenient que més particulars, més empreses i més entitats tiressin endavant projectes d'energia solar en general, i fotovoltaica en particular. A part de la rendibilitat econòmica que se li pot treure al cap d'x anys de tenir muntada una instal·lació d'aquest tipus, s'hauria de tenir en compte també que això ajuda a la sostenibilitat del planeta (que ara està tant de moda), també ajudaria a disminuir la dependència de combustibles fòssils, bàsicament petroli. La conseqüència d'això també seria, a un nivell macroeconòmic, que el volum d'importacions baixaria i el territori no es veuria tant perjudicat amb la fuga de capital que aniria a parar als països productors de petroli.

Albanyà, a vuit d'abril de dos mil vuit.

Albert Molins i Galas

8 - Bibliografia

- Atlas solar de Catalunya, any 2000.
- Catàleg ROCA d'hores de Sol.
- Pla de l'energia de Catalunya 2008-2015.
- Revista Solar Generation , varis números.
- Mapa cadastral del municipi d'Albanyà.
- Mapa de l'Alta Garrotxa.
- www.conergy.es
- www.ubbinksolar.com
- www.jarasolar.com
- www.teknosolar.com
- www.xantrex.com
- www.kyocerasolar.de
- www.appa.es/index
- www.aperca.org
- www.iea-pvps.org/home
- www.epia.org
- www.icaen.cat
- www.idae.es
- www.soliclima.es
- Documentació diversa Sol i Clima Figueres.
- Documentació diversa curs energia solar fotovoltaica. Any 2006.
- Martí Sels i Pagès. Projecte de construcció de dipòsit d'aigua potable al municipi d'Albanyà. Any 2002.
- Joan Palahí i Fàbregas. Projecte de rehabilitació de la Rectoria d'Albanyà. Any 1995.
- Pep Fortià i Rius. Projecte de construcció de l'ajuntament d'Albanyà. Any 1992.
- Bonal S.A. Pla d'adequació de l'enllumenat exterior. Any 2006.

ANNEXES

A - Estudi del consum energètic i econòmic

A continuació, hi ha detallades les factures d'electricitat dels diferents edificis i dels diferents serveis de l'any 2006. El 2006 ha estat l'any escollit per fer l'estudi de les necessitats energètiques.

Rectoria:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	10,08 €	10,08 €	10,08 €	10,16 €	10,16 €	10,17 €	60,73 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	1,81 €	1,86 €	3,11 €	2,42 €	1,50 €	2,51 €	13,21 €
LLOGUER EQUIPS (€)	1,20 €	1,20 €	1,20 €	1,20 €	1,20 €	1,27 €	7,27 €
CONSUM (kWh)	292	304	585	425	219	444	2.269,00
COST CONSUM (€)	25,32 €	26,36 €	50,77 €	37,15 €	19,14 €	38,86 €	197,60 €
ALTRES	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SUBTOTAL	38,41 €	39,50 €	65,16 €	50,93 €	32,00 €	52,81 €	278,81 €
IVA	6,15 €	6,32 €	10,43 €	8,15 €	5,12 €	8,45 €	44,62 €
TOTAL	44,56 €	45,82 €	75,59 €	59,08 €	37,12 €	61,26 €	323,43 €

Taula 3 - Consum energètic i econòmic de la rectoria durant l'any 2006

Església:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)		2,44 €	2,44 €	2,46 €	2,46 €	2,46 €	12,26 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)		0,12 €	0,19 €	0,16 €	0,15 €	0,13 €	0,75 €
LLOGUER EQUIPS (€)		0,24 €	0,24 €	0,24 €	0,24 €	0,24 €	1,20 €
CONSUM (kWh)		0	16	8	6	1	31,00
COST CONSUM (€)		0,00 €	1,39 €	0,70 €	0,52 €	0,09 €	2,70 €
ALTRES		1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	7,65 €
SUBTOTAL		4,33 €	5,79 €	5,09 €	4,90 €	4,45 €	24,56 €
IVA		0,69 €	0,93 €	0,81 €	0,78 €	0,71 €	3,92 €
TOTAL		5,02 €	6,72 €	5,90 €	5,68 €	5,16 €	28,48 €

Taula 4 - Consum energètic i econòmic de l'església durant l'any 2006

Magatzem (escomesa 1 enllumenat públic):

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	19,24 €	19,23 €	19,25 €	19,39 €	19,39 €	19,41 €	115,91 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	30,63 €	29,08 €	23,31 €	25,44 €	30,25 €	42,69 €	181,40 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	5961	5688	4549	4936	5854	8299	35.287,00
COST CONSUM (€)	516,97 €	493,29 €	394,78 €	431,51 €	511,76 €	726,38 €	3.074,69 €
ALTRES	62,84 €	56,20 €	41,97 €	46,71 €	60,61 €	89,30 €	357,63 €
SUBTOTAL	629,68 €	597,80 €	479,31 €	523,05 €	622,01 €	877,78 €	3.729,63 €
IVA	100,75 €	95,65 €	76,69 €	83,69 €	99,52 €	140,44 €	596,74 €
TOTAL	730,43 €	693,45 €	556,00 €	606,74 €	721,53 €	1.018,22 €	4.326,37 €

Taula 5 - Consum energètic i econòmic del magatzem durant l'any 2006

Escola:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	13,43 €	13,43 €	13,44 €	13,54 €	13,54 €	13,56 €	80,94 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	0,87 €	0,97 €	0,80 €	0,75 €	0,79 €	2,36 €	6,54 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	42	65	24	14	21	373	539,00
COST CONSUM (€)	3,64 €	5,64 €	2,08 €	1,22 €	1,84 €	32,65 €	47,07 €
ALTRES	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SUBTOTAL	17,94 €	20,04 €	16,32 €	15,51 €	16,17 €	48,57 €	134,55 €
IVA	2,87 €	3,21 €	2,61 €	2,48 €	2,59 €	7,77 €	21,53 €
TOTAL	20,81 €	23,25 €	18,93 €	17,99 €	18,76 €	56,34 €	156,08 €

Taula 6 - Consum energètic i econòmic de l'escola durant l'any 2006

Pis escola:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	10,08 €	10,08 €	10,08 €	10,16 €	10,16 €	10,17 €	60,73 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	0,52 €	0,51 €	0,51 €	0,52 €	0,52 €	0,52 €	3,10 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	0	0	0	0	0	0	0,00
COST CONSUM (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
ALTRES	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SUBTOTAL	10,60 €	10,59 €	10,59 €	10,68 €	10,68 €	10,69 €	63,83 €
IVA	1,70 €	1,69 €	1,69 €	1,71 €	1,71 €	1,71 €	10,21 €
TOTAL	12,30 €	12,28 €	12,28 €	12,39 €	12,39 €	12,40 €	74,04 €

Taula 7 - Consum energètic i econòmic del pis de l'escola durant l'any 2006

Ajuntament:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	20,15 €	20,15 €	20,16 €	20,31 €	20,31 €	20,34 €	121,42 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	7,28 €	4,40 €	1,89 €	1,96 €	2,00 €	5,51 €	23,04 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	1373	761	193	207	216	998	3.748,00
COST CONSUM (€)	119,07 €	65,99 €	16,75 €	18,10 €	18,88 €	87,35 €	326,14 €
ALTRES	3,20 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	3,20 €
SUBTOTAL	149,70 €	90,54 €	38,80 €	40,37 €	41,19 €	113,20 €	473,80 €
IVA	23,95 €	14,49 €	6,21 €	6,46 €	6,59 €	18,11 €	75,81 €
TOTAL	173,65 €	105,03 €	45,01 €	46,83 €	47,78 €	131,31 €	549,61 €

Taula 8 - Consum energètic i econòmic de l'ajuntament durant l'any 2006

Repetidor:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	24,43 €	24,43 €	24,44 €	24,62 €	24,62 €	24,65 €	147,19 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	5,46 €	5,46 €	5,94 €	6,44 €	5,03 €	6,32 €	34,65 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	949	949	1058	1160	843	1130	6.089,00
COST CONSUM (€)	82,30 €	82,31 €	91,82 €	101,41 €	73,70 €	98,90 €	530,44 €
ALTRES	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SUBTOTAL	112,19 €	112,20 €	122,20 €	132,47 €	103,35 €	129,87 €	712,28 €
IVA	17,95 €	17,95 €	19,55 €	21,20 €	16,54 €	20,78 €	113,97 €
TOTAL	130,14 €	130,15 €	141,75 €	153,67 €	119,89 €	150,65 €	826,25 €

Taula 9 - Consum energètic i econòmic del repetidor durant l'any 2006

Enllumenat públic (escomesa 2):

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	12,43 €	12,19 €	9,10 €	9,69 €	11,82 €	16,19 €	71,42 €
LLOGUER EQUIPS (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CONSUM (kWh)	3171	3110	2309	2332	2845	3896	17.663,00
COST CONSUM (€)	243,08 €	238,40 €	177,87 €	189,49 €	231,17 €	316,57 €	1.396,58 €
ALTRES	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SUBTOTAL	255,51 €	250,59 €	186,97 €	199,18 €	242,99 €	332,76 €	1.468,00 €
IVA	40,88 €	40,09 €	29,92 €	31,87 €	38,88 €	53,24 €	234,88 €
TOTAL	296,39 €	290,68 €	216,89 €	231,05 €	281,87 €	386,00 €	1.702,88 €

Taula 10 - Consum energètic i econòmic de la segona escomesa de l'enllumenat de l'any 2006

Total:

PERÍODES	10/01/2006 A 03/03/2006	03/03/2006 A 05/05/2006	05/05/2006 A 05/07/2006	05/07/2006 A 05/09/2006	05/09/2006 A 30/10/2006	30/10/2006 A 04/01/2007	TOTAL
POTÈNCIA (€)	97,41 €	99,84 €	99,89 €	100,64 €	100,64 €	100,76 €	599,18 €
IMPOST SOBRE ELECTRICITAT (€)	59,00 €	54,59 €	44,85 €	47,38 €	52,06 €	76,23 €	334,11 €
LLOGUER EQUIPS (€)	1,20 €	1,44 €	1,44 €	1,44 €	1,44 €	1,51 €	8,47 €
CONSUM (kWh)	11788	10877	8734	9082	10004	15141	65626
COST CONSUM (€)	990,38 €	911,99 €	735,46 €	779,58 €	857,01 €	1.300,80 €	5.575,22 €
ALTRES	66,04 €	57,73 €	43,50 €	48,24 €	62,14 €	90,83 €	368,48 €
SUBTOTAL	1.214,03 €	1.125,59 €	925,14 €	977,28 €	1.073,29 €	1.570,13 €	6.885,46 €
IVA	194,25 €	180,09 €	148,03 €	156,37 €	171,73 €	251,21 €	1.101,68 €
TOTAL	1.408,28 €	1.305,68 €	1.073,17 €	1.133,65 €	1.245,02 €	1.821,34 €	7.987,14 €

Taula 11 - Consum energètic i econòmic de total durant l'any 2006

L'energia total consumida al cap d'un any és de 65626 kWh. La despesa econòmica total del mateix any ha estat de 7987,14 €.

B - Dades de radiació solar

B.1 - Introducció sobre la radiació solar

B.1.1 - El Sol

L'energia solar és una energia provinent del Sol, inesgotable, neta però difusa, intermitent i amb la impossibilitat d'emmagatzemar-la a menys que prèviament es realitzi una transformació energètica.

El Sol és una estrella del grup dels astres nans. Està format, bàsicament, per hidrogen i heli (el 70% i el 27% respectivament). El seu radi (R) és de 696500 km i la seva massa és de 2×10^{27} tones. A la superfície, la seva temperatura mitjana és de 5700 graus Kelvin. Tot i que no és una esfera homogènia, es pot considerar que es tracta d'una successió de capes més o menys concèntriques encastades les unes amb les altres: el nucli, la fotosfera, la capa inversora, la cromosfera i la corona. Aquestes quatre últimes capes formen el que s'anomena "atmosfera solar".

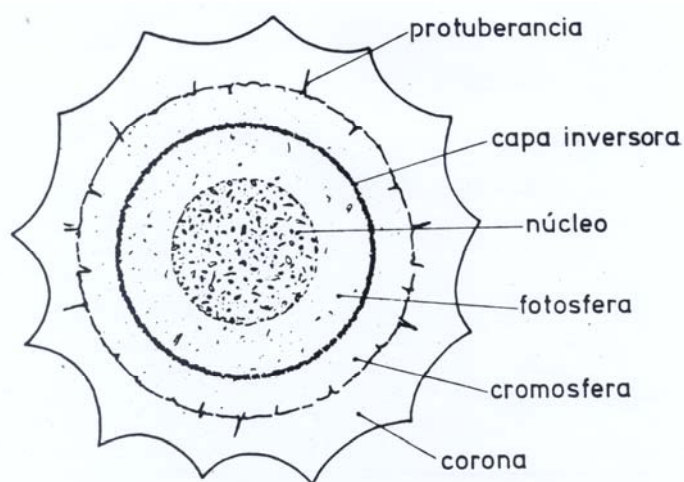


Figura 1 - Capes del Sol

En el nucli, es creen unes reaccions termonuclears ininterrompudament de fusió on quatre àtoms d'hidrogen s'uneixen per formar-ne un d'heli. La temperatura és d'uns vuit milions de graus Kelvin, la pressió és d' $1,1 \times 10^{10}$ kg/cm² i la seva densitat és d'unes 90 vegades la de l'aigua. El 90% de l'energia total generada es troba concentrada a una zona del nucli que va des del centre fins a 0,23R (també és on es concentra el 40% de la massa total del Sol).

La fotosfera, que és pràcticament la superfície que veiem, té un gruix d'uns quants centenars de quilòmetres i s'hi han trobat molts dels elements químics que hi ha a la Terra. Aquesta capa té una densitat 10^{-4} vegades la de l'aire i té un aspecte opac ja que els gasos que s'hi troben estan fortament ionitzats i això els atorga la capacitat d'absorbir energia de l'interior i emetre un espectre continu de radiació.

A continuació de la fotosfera hi ha una capa inversora que té una densitat i una temperatura inferiors a la fotosfera.

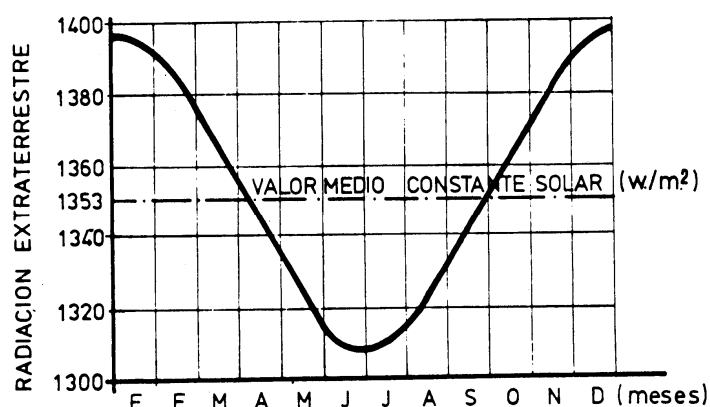
A continuació hi ha la cromosfera. El seu gruix és pràcticament el mateix que el diàmetre terrestre. Aquesta capa està formada principalment per hidrogen i heli i és on es donen les gegantines erupcions de gas incandescent. També s'anomenen protuberàncies i s'eleva a desenes de milers de quilòmetres. Després es dissolen a l'espai o retornen a la cromosfera.

Finalment hi ha la corona, sense forma definida. És molt menys lluminosa que les capes interiors però molt més calenta.

B.1.2 - Característiques de la radiació

Actualment, es pot determinar el valor de la radiació gràcies a molts aparells. Però per entendre aquest valor, cal conèixer mínimament les característiques de la radiació. La posició relativa Sol-Terra, els angles solars, etc.

Gràcies a l'ajut dels satèl·lits artificials i de les missions a l'espai, s'ha pogut determinar el valor de la intensitat de la radiació solar (I_{sc}) a l'atmosfera terrestre, també anomenada constant solar: $1353 \text{ W/m}^2 = 1.940 \text{ cal/cm}^2 \times \text{min} = 4.871 \text{ KJ/m}^2 \times \text{h}$. Si es té en compte la variació de la distància Terra-Sol, la variació de la radiació solar és de $\pm 3\%$.



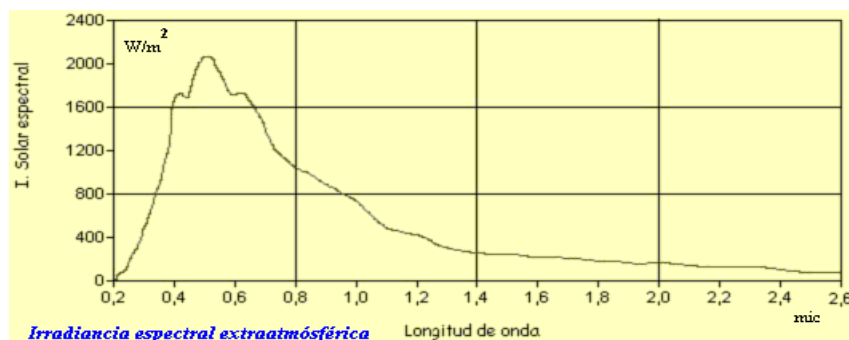
Taula 12 - Valors de radiació solar mensual

Si es vol obtenir el valor d' I_{sc} per qualsevol dia de l'any, es pot aplicar la següent fórmula:

$$I_{sc_n} = I_{sc} * (1 + 0,034 * \cos((360 * n) / 365))$$

On n és el dia de l'any desitjat.

A partir de l'energia emesa pel Sol, també és important saber quina és la distribució de l'espectre solar.



Taula 13 - Valors d'intensitat segons la longitud d'ona

Sumant l'energia de les diferents bandes de l'espectre solar, s'obté el valor de la constant solar:

BANDA	ULTRAVIOLADA	VISIBLE	ULTRAROJA
Longitud d'ona (μm)	0 - 0,38	0,38 - 0,78	>0,78
Percentatge d'energia	7%	47,29%	45,71%
Energia (W/m^2)	95	640	618
Energia total (W/m^2)	1.353		

Taula 14 - Valors de la constant solar segons les bandes de l'espectre solar

A la Terra, aproximadament, la quantitat d'energia consumida anualment a partir del gas, el petroli, el carbó i l'electricitat és de 60×10^{12} kWh. Per contra, la que es rep del Sol és de $1,7 \times 10^{14}$ kWh i està repartida de la següent forma: El 30% és reflectida cap a l'espai, el 47% escalfa els oceans, l'atmosfera i la superfície terrestre, el 23% serveix per evaporar l'aigua dels rius, dels oceans, etc. I serveix per renovar el cicle de l'aigua. El 0,2% causa les diferències de pressió a l'atmosfera i als oceans i genera els fluxos d'aire. I només el 0,02% del total de l'energia rebuda del Sol és absorbida per les plantes.

Per saber la posició relativa entre el Sol i la Terra, es pren com a hipòtesi que la Terra està fixada en el centre d'una esfera (anomenada volta celeste) i el Sol gira al voltant. Per determinar les posicions relatives calen dos angles que es diuen altura solar (α) i azimuth solar (γ). Igualment, l'angle que formen els plans Sol-Terra i equador, mesurat en el cercle màxim s'anomena declinació solar (δ) i varia des de $-23^\circ 27'$ fins a $+23^\circ 27'$. També es pot trobar l'angle horari (ω) i la latitud i longitud terrestres.



Figura 2 - Esquema de les posicions del Sol en l'esfera celeste

L'altura solar (α) és l'angle format per la recta que uneix el Sol amb el punt considerat (raig incident) i el pla horitzontal que passa per aquest punt. A la sortida i a la posta de Sol, aquest angle val 0° . En canvi al migdia val 90° . Aquest angle té un angle complementari anomenat angle zenital (θ_z) que és el format pel raig incident i la vertical al pla horitzontal.

L'azimut solar (γ) és l'angle que forma per la projecció del raig incident a l'horitzontal amb la recta que assenyalava la direcció Sud.

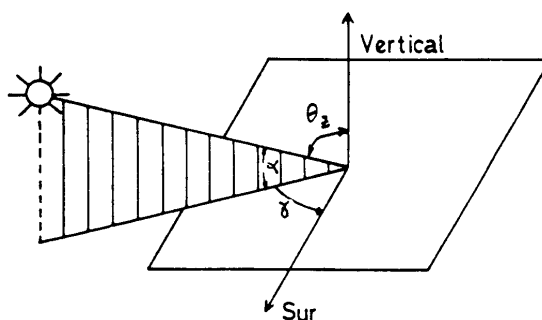


Figura 3 - Esquema dels angles

A causa de la rotació de la Terra, hi ha un angle anomenat angle horari (ω) i que és el format per les projeccions sobre el pla de l'Equador del meridià del punt considerat amb la recta que uneix els centres de la Terra i el Sol en aquell instant. Cada hora equival a 15° . L'angle horari val zero al migdia solar i és positiu després i negatiu abans.

La declinació solar (δ), és l'angle format pel raig incident i el pla de l'Equador i varia des de $-23^\circ 27'$ fins $+23^\circ 27'$. La declinació solar varia sinusoidalment en funció del dia de l'any n amb la fórmula:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin [360 \cdot (284 + n) / 365]$$

Els valors màxims i mínims es troben en els solsticis d'estiu i d'hivern respectivament, mentre que en els dos equinoccis el valor és zero.

La latitud (ϕ) i la longitud (λ) terrestres defineixen un punt de la superfície terrestre. La latitud es mesura sobre el paral·lel corresponent i el pla de l'equador. És zero a l'equador, $+90^\circ$ al pol Nord i -90° al pol Sud. La longitud es mesura a partir del meridià de Greenwich (meridià zero). A l'est són valors positius i a l'oest són negatius.

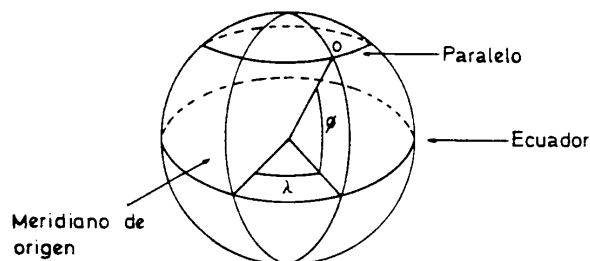


Figura 4 - Esquema dels angles de posició longitud/latitud

B.2 - Incidència de la radiació

Per mesurar la radiació s'utilitzen dos aparells: el piranòmetre i el piroheliòmetre.

El piroheliòmetre serveixen per mesurar la radiació directa sobre una superfície perpendicular als raigs de sol. Els primers aparells que es van fer van ser els d'Angström i el d'Abbot abans de la primera guerra mundial. Avui en dia gairebé no s'utilitzen ja que han estat desbancats pels piranòmetres.

Els primers piranòmetres es van començar a utilitzar a partir de 1923. Els més coneguts van ser els piranòmetres de Kimball-Hobbs (Eppley) i el de Moll-Gorcinytsky. Qualsevol piranòmetre és capaç de mesurar tant la radiació directa com la difusa. De fet, si es vol mirar la difusa només s'ha de col·locar una pantalla a una certa distància del sensor. Els piranòmetres que imprimeixen una gràfica directament amb els valors recollits s'anomenen piranògrafs.



Figura 5 - Piranòmetre

Gràcies a aquests aparells, es poden agafar moltes mesures i de molts llocs amb condicions diferents (orientació, inclinació, etc.). L' Institut Català de l'Energia (ICAEN), des del 1992 i gràcies a l'obtenció d'aquests valors, elabora un atlas de radiació solar. En aquest atlas s'hi poden trobar mapes de radiació solar global diària per als diferents mesos de l'any, taules de radiació global sobre superfícies horitzontals i inclinades on s'expressen els valors de diverses poblacions per als diferents mesos de l'any i en azimuths de 0, 30, 60 i 90°. També es poden trobar les taules de radiació solar global horària sobre superfícies horitzontals i sobre superfícies inclinades 30, 45, 60 i 90°, amb angles azimuthals de 0 a 90° per a superfícies amb inclinació de 90°.

Pel càlcul que aplica aquest projecte, s'han agafat els valors trobats a l'Atlas Solar de Catalunya de l'any 2000. Com que no existeixen valors pel municipi d'Albanyà, s'ha aproximat i s'han agafat els valors corresponents a la ciutat de Girona.

Radiació global diària			Radiació global diària		
0° Sud, 15° inclinació, Girona	MJ/m².dia	hores pic	0° Sud, 25° inclinació, Girona	MJ/m².dia	hores pic
GENER	9,46	2,63	GENER	10,96	3,04
FEBRER	12,09	3,36	FEBRER	13,44	3,73
MARÇ	15,7	4,36	MARÇ	16,71	4,64
ABRIL	19,26	5,35	ABRIL	19,69	5,47
MAIG	21,71	6,03	MAIG	21,5	5,97
JUNY	22,79	6,33	JUNY	22,2	6,17
JULIOL	22,26	6,18	JULIOL	21,85	6,07
AGOST	20,16	5,60	AGOST	20,36	5,66
SETEMBRE	16,91	4,70	SETEMBRE	17,7	4,92
OCTUBRE	13,09	3,64	OCTUBRE	14,29	3,97
NOVEMBRE	9,96	2,77	NOVEMBRE	11,39	3,16
DESEMBRE	8,5	2,36	DESEMBRE	10,08	2,80
TOTAL	191,89	53,30	TOTAL	200,17	55,60
MITJANA	15,99	4,44	MITJANA	16,68	4,63

Taules 15 i 16 - Taules de radiació global diàries segons les inclinacions dels panells

Pel càlcul de les hores pic, s'ha agafat el valor de la columna de la radiació global diària i s'ha dividit per 3,6. Ja que una hora pic és el temps en el que la radiació és de 1000 W/m² i 1000 Wh = 3,6 MJ.

C - Tecnologia dels mòduls solars

C.1 - Principis bàsics de funcionament

Les plaques fotovoltaïques estan formades per cèl·lules fotovoltaïques. El seu gruix varia entre 200 i 400 micres i la seva superfície varia també entre 8 i 10 cm². Les cèl·lules fotovoltaïques estan formades per dues làmines de silici: una dopada amb elements amb menys electrons de valència que el silici (anomenada P) i una altra amb elements amb més electrons de valència que el silici (anomenada N) i estan separades per un semiconductor. La generació d'electricitat d'aquestes cèl·lules és el que s'anomena efecte fotovoltaic.

L'efecte fotovoltaic comença quan els fotons que procedeixen del Sol (o de qualsevol altra font de llum) incideixen sobre la làmina P i, a l'interaccionar amb el material d'aquesta capa, alliberen electrons dels àtoms de silici que travessen el semiconductor (no poden tornar enrere) i arriben a la làmina N. Això fa que es creï una diferència de potencial entre la làmina P i la làmina N. Llavors, si es connecten conductors elèctrics a les dues capes i aquests amb un element de consum d'energia elèctrica es generarà una corrent elèctrica contínua.

Actualment, la tecnologia dominant en la producció de cèl·lules elèctriques és el que s'anomena "primera generació de material fotovoltaic" amb el 86% del mercat mundial terrestre. Aquesta tecnologia és, bàsicament, l'aplicació de l'efecte fotovoltaic més simple.

En canvi, la segona generació té dos tipus de cèl·lules, les espacials i les terrestres. Bàsicament, es basen en aprimar les làmines. De tota manera, aquesta segona generació està més pensada per aplicacions espacials (eficiències del 28 o 30%) que per terrestres (eficiències del 7 o 9%), de fet, el 90% del mercat espacial és material d'aquest tipus.

En l'actualitat s'està proposant una tercera i una quarta generació. La tercera generació inclouria l'estudi de cèl·lules fotoelectroquímiques, cèl·lules de polímers, cèl·lules de nanocristalls i cèl·lules solars de tintes sensibilitzades. La quarta consistiria en una tecnologia composta per nanopartícules amb polímers per fabricar una capa multi espectral. Després es podrien ajuntar varies capes multi espectrals. La primera capa converteix els diferents tipus de llum, la segona converteix l'energia i l'última és per l'espectre infraroig. D'aquesta manera s'aconsegueix convertir la calor en energia aprofitable. Això fa que siguin cèl·lules més eficients i més barates. De fet, la NASA ja ha utilitzat aquesta tecnologia "multi unió" per dur a terme missions a Mart.

D - Càlcul del camp solar**D.1 - Càlcul dels mòduls solars****D.1.1 - Elecció dels mòduls solars**

S'han escollit les plaques solars KYOCERA KC175GHT perquè la seva funció és la venda de tota l'energia que generen. Per complir amb aquest objectiu és interessant que les plaques tinguin una potència pic alta. En aquest cas la seva potència pic és de 175 W. A més a més, l'elecció de la marca KYOCERA es deu a que es tracta d'una marca reconeguda en el sector de l'energia solar.

D.1.2 - Superfície de captació i inclinació

A continuació es presenten els càlculs que han donat les superfícies de captació necessàries i a quina inclinació han d'estar les plaques per aconseguir l'objectiu d'intentar fer les paus entre l'energia consumida i l'energia generada.

L'energia consumida durant l'any 2006 ha estat de 65626 kWh.

La potència total estalviada gràcies a les faroles que seran solars serà de 5795W.

L'energia que consumirien les faroles que seran solars si no ho fossin seria de:

MES	POTÈNCIA	HORES de SOL	HORES de NIT	DIES	ENERGIA (Wh)	ENERGIA (kWh)
GENER	5795	10	14	31	2515030	2515,03
FEBRER	5795	10	14	28	2271640	2271,64
MARÇ	5795	12	12	31	2155740	2155,74
ABRIL	5795	14	10	30	1738500	1738,5
MAIG	5795	14	10	31	1796450	1796,45
JUNY	5795	15	9	30	1564650	1564,65
JULIOL	5795	14	10	31	1796450	1796,45
AGOST	5795	14	10	31	1796450	1796,45
SETEMBRE	5795	12	12	30	2086200	2086,2
OCTUBRE	5795	10	14	31	2515030	2515,03
NOVEMBRE	5795	10	14	30	2433900	2433,9
DESEMBRE	5795	10	14	31	2515030	2515,03
TOTAL				365	25185070	25185,07

Taula 17 - Valors de consum hipotètics de les faroles solars

Les dades de les hores de sol s'han aconseguit gràcies al catàleg ROCA.

La potència total de les faroles que continuaran connectades a la xarxa serà de: 4859W.

Igualment, l'energia consumida per les faroles que continuaran connectades a xarxa serà de (potència x hores de nit x dies):

MES	POTÈNCIA	HORES de SOL	HORES de NIT	DIES	ENERGIA (Wh)	ENERGIA (kWh)
GENER	4859	10	14	31	2108806	2108,806
FEBRER	4859	10	14	28	1904728	1904,728
MARÇ	4859	12	12	31	1807548	1807,548
ABRIL	4859	14	10	30	1457700	1457,7
MAIG	4859	14	10	31	1506290	1506,29
JUNY	4859	15	9	30	1311930	1311,93
JULIOL	4859	14	10	31	1506290	1506,29
AGOST	4859	14	10	31	1506290	1506,29
SETEMBRE	4859	12	12	30	1749240	1749,24
OCTUBRE	4859	10	14	31	2108806	2108,806
NOVEMBRE	4859	10	14	30	2040780	2040,78
DESEMBRE	4859	10	14	31	2108806	2108,806
TOTAL				365	21117214	21117,214

Taula 18 - Valors de consum de les faroles connectades a la xarxa

Per tant, l'energia que s'haurà d'intentar que les plaques generin serà la diferència entre l'energia total consumida i l'energia estalviada per les faroles solars:

$$65626 - 25185,07 = 40440,93 \text{ kWh}$$

Sabent aquest valor, ara cal saber la quantitat d'energia que generaran les plaques solars. Tenint en compte les característiques elèctriques de les plaques (veure apartat D.1), i tenint en compte que les inclinacions dels teulats de l'ajuntament i de la rectoria són de 17° i que el sostre del dipòsit d'aigua és pla i que es col·locaran plaques a 25°, s'obtenen els següents valors:

MES	POTÈNCIA	HORES PIC	INCLINACIÓ DE LA PLACA	DIES	ENERGIA (Wh)	ENERGIA (kWh)
GENER	175	2,63	17°	31	14255,69	14,26
FEBRER	175	3,36	17°	28	16455,83	16,46
MARÇ	175	4,36	17°	31	23659,03	23,66
ABRIL	175	5,35	17°	30	28087,50	28,09
MAIG	175	6,03	17°	31	32715,76	32,72
JUNY	175	6,33	17°	30	33235,42	33,24
JULIOL	175	6,18	17°	31	33544,58	33,54
AGOST	175	5,60	17°	31	30380,00	30,38
SETEMBRE	175	4,70	17°	30	24660,42	24,66
OCTUBRE	175	3,64	17°	31	19725,90	19,73
NOVEMBRE	175	2,77	17°	30	14525,00	14,53
DESEMBRE	175	2,36	17°	31	12809,03	12,81
TOTAL				365	284054,17	284,05

Taula 19 – Quantitat d'energia que genera una placa inclinada 17°

Els valors de les hores pic s'han obtingut a partir d'una aproximació de l'atlas solar de Catalunya. S'han agafat els mateixos valors que a Girona amb una inclinació de 15° i orientació 0° al Sud.

MES	POTÈNCIA	HORES PIC	INCLINACIÓ DE LA PLACA	DIES	ENERGIA (Wh)	ENERGIA (kWh)
GENER	175	3,04	25°	31	16516,11	16,52
FEBRER	175	3,73	25°	28	18293,33	18,29
MARÇ	175	4,64	25°	31	25181,04	25,18
ABRIL	175	5,47	25°	30	28714,58	28,71
MAIG	175	5,97	25°	31	32399,31	32,40
JUNY	175	6,17	25°	30	32375,00	32,38
JULIOL	175	6,07	25°	31	32926,74	32,93
AGOST	175	5,66	25°	31	30681,39	30,68
SETEMBRE	175	4,92	25°	30	25812,50	25,81
OCTUBRE	175	3,97	25°	31	21534,24	21,53
NOVEMBRE	175	3,16	25°	30	16610,42	16,61
DESEMBRE	175	2,80	25°	31	15190,00	15,19
TOTAL				365	296234,65	296,23

Taula 20 - Quantitat d'energia que genera una placa inclinada 25°

Els valors de les hores pic s'han obtingut a partir d'una aproximació de l'atlas solar de Catalunya. S'han agafat els mateixos valors que a Girona amb una inclinació de 25° i orientació 0° al Sud.

El número de plaques inclinades a 17° que es necessitarien per cobrir la demanda especificada seria de 143, que equivaldria a tenir una superfície de captació de 182,6 m². El número de plaques inclinades a 25° que es necessitarien pel mateix motiu és de 137 i una superfície de 174,96 m².

$$40440,93 / 284,05 = 142,37 \rightarrow 143 \text{ plaques}$$

$$40440,93 / 296,23 = 136,52 \rightarrow 137 \text{ plaques}$$

De fet, les superfícies totals disponibles de captació de l'ajuntament i de la rectoria són de 37,5 i 87,75 m² respectivament. El màxim número de plaques que es podrien instal·lar a cadascun dels edificis és de 29 i 68 plaques respectivament. A la realitat, es col·locaran 24 i 66 plaques respectivament. El fet de tenir aquestes 90 plaques fa que generin una energia de 25564,875 kWh. Encara falten 14876,055 kWh per arribar als 40440,93 kWh d'energia total consumida. El número de plaques que es col·locaran al sostre del dipòsit a 25° és de:

$$14876,055 / 296,23 = 50,22 \text{ plaques} \rightarrow \text{Se'n posaran 36 per mantenir l'equilibri a les fases i per espai.}$$

L'energia que generaran totes les plaques és de **36229,32 kWh**. La diferència entre la quantitat que es volia generar i la que finalment es generarà serà de 4211,61 kWh.

D.2 - Altres elements

D.2.1 - Proteccions i comptadors

Cada subcamp fotovoltaic tindrà les seves proteccions AC i DC i les proteccions de xarxa i generals i els comptadors. Totes aquestes proteccions estaran posades dins de caixes estanques.

Les proteccions DC seran fusibles i protegiran els conductors que van des del camp fotovoltaic fins l'entrada de l'inversor. Cada conductor que vagi als inversors en portarà un. També tindran díodes de bloqueig per protegir cada subconjunt de plaques. Estaran situats a l'entrada dels inversors.

Les proteccions AC seran interruptors automàtics bipolars que es col·locaran a la sortida dels inversors. Un per cada inversor.

Les proteccions de xarxa segueixen les especificacions de la normativa que assegurin una desconexió automàtica en cas de fallida de la xarxa i una desconexió automàtica en cas d'introduir pertorbacions a la xarxa. Per assegurar aquestes desconexions caldran proteccions per màxima i mínima tensió instantània regulades a 1,1 Vm i 0,85 Vm respectivament. Vm és la tensió mitjana entre fase i neutre. Les proteccions s'activaran per fallada en qualsevol de les fases del sistema. També caldrà un contactor motoritzat per la desconexió-connexió automàtica del sistema. Que serà comandat per les proteccions de màxima i mínima tensió i màxima i mínima freqüència. També caldrà un temporitzador perquè rearmi la instal·lació un cop hagin passat tres minuts després que les condicions de freqüència i tensió de la xarxa s'hagin estabilitzat dins del conjunt de valors admissibles. Per marcar l'estat del contactor (si obre o tanca el circuit) caldrà un pilot lluminós.

Les proteccions generals estaran formades per un interruptor general manual i un interruptor automàtic diferencial. El primer serà un interruptor magneto tèrmic amb intensitat de curt circuit superior a la indicada per l'empresa subministradora en el punt de connexió. Aquest element haurà de ser accessible per si per qualsevol raó s'hagués de tallar el corrent. El segon element tindrà una sensibilitat de 300 mA que protegirà en cas de contacte indirecte o de derivació d'algun element de la instal·lació.

La posta a terra de la instal·lació haurà de ser independent de la posta a terra de l'edifici i es farà de forma que s'assegurarà que no es produiran transferències de defectes a xarxa de distribució. El conductor de terra de la instal·lació unirà totes les masses de la mateixa que seran: les estructures metàl·liques de suport de les plaques, els marcs metàl·lics de les plaques, les carcasses dels inversors i dels quadres de protecció.

Per fer els mesuraments de la quantitat d'energia generada per les instal·lacions, caldran els comptadors convencionals, que seran de lectura directa, trifàsics, de precisió classe 2 i analògics. S'ha de tenir en compte que l'energia consumida per la instal·lació fotovoltaica haurà de ser mesurada amb un comptador diferent del que s'utilitzarà per comptar l'energia generada.

D.2.2 - Inversors

D.2.2.1 - Càlcul i elecció

Per saber quin inversor serà necessari per cada camp, caldrà saber quina és la potència de cadascun i si estaran dividits en subcamps o no. Per calcular-la caldrà multiplicar el número de plaques per la potència pic d'una placa.

Ajuntament: 24 plaques x 175 W = 4200 W

Rectoria: 66 plaques x 175 W = 11550 W

Dipòsit: 36 plaques x 175 W = 6300 W

Número d'inversors:

Ajuntament: 1 inversor de 5000 W

Rectoria: 3 inversors. $11550 / 3 = 3850 \text{ W} \rightarrow$ Cada inversor de 5000 W

Dipòsit: 3 inversors. $6300 / 3 = 2100 \text{ W} \rightarrow$ Cada inversor de 3300 W

Per confirmar l'elecció d'aquests inversors, s'ha de mirar que l'inversor en qüestió pugui suportar el voltatge i la intensitat que generen els subcamps de plaques.

Per calcular el voltatge de les plaques, s'ha de sumar el voltatge de màxima potència de les plaques que formen el subcamp.

Per calcular la intensitat màxima que suportarà l'inversor, s'ha de dividir la potència de l'inversor pel voltatge total de les plaques calculat anteriorment.

Ajuntament: 1 inversor que té 2 grups de plaques connectades en paral·lel. Cada grup té 12 plaques connectades en sèrie entre elles.

Voltatge màxim: $12 * 23,6 \text{ V} = 283,2 \text{ V}$

Intensitat màxima: $5000 \text{ W} / 283,2 \text{ V} = 17,66 \text{ A}$

Rectoria: 3 inversors que tenen cadascun 2 grups de plaques connectades en paral·lel. Cada grup té 11 plaques connectades en sèrie entre elles.

Voltatge màxim: $11 * 23,6 \text{ V} = 259,6 \text{ V}$

Intensitat màxima: $5000 \text{ W} / 259,6 \text{ V} = 19,26 \text{ A}$

Dipòsit: 3 inversors que tenen cadascun 1 grup de plaques. Cada grup de plaques té 13 plaques connectades en sèrie.

Voltatge màxim: $13 * 23,6 \text{ V} = 306,8 \text{ V}$

Intensitat màxima: $3300 \text{ W} / 306,8 \text{ V} = 10,76 \text{ A}$

Segons els catàlegs, els inversors podran suportar perfectament els valors de voltatge i intensitat.

D.2.3 - Cablejat

Per calcular les seccions dels cables, s'ha seguit el mètode de màxima tensió. Les seccions dels cables estan indicades al document número dos (plànols), en el plànol de l'edifici que pertoqui.

D.2.4 - Estructura

L'estructura que s'utilitzarà per muntar les plaques de l'ajuntament i la rectoria seran de la casa Jara Solar, model WG015 03264. Es tracta d'uns kits que es poden clavar en teulats de teules corbades mitjançant uns cargols presoners. Al dipòsit, s'instal·laran unes estructures, també de compra de la casa Ubbink, model ConSole 4.2. Aquest tipus d'estructures no van collats a terra sinó que se'ls col·loca un pes perquè no es moguin. Segons el fabricant i el cas que ocupa, les plaques instal·lades als extrems del dipòsit haurien de portar un pes de 94 kg. i les altres portarien un pes de 58 kg., però per assegurar, es posarà un llast de 120 kg. a tots els mòduls. Es poden posar sacs de sorra o grava dins el suport per arribar a aquests pesos.

D.2.5 - Seguiment

El seguiment que es farà a la producció d'aquesta instal·lació es realitzarà gràcies a les dades que enregistren els inversors i que després es podran bolcar a un ordinador. S'agafaran les dades dels inversors una vegada cada dues setmanes.

D.3 - Producció energètica

D.3.1 - Amortització econòmica

Sabent que el cost total de la instal·lació puja a 315.072,79 €. Cal tenir en compte que l'ICAEN gestiona les subvencions i aquestes ja porten incorporades les ajudes disponibles de l'IDAE. També s'ha de tenir en compte que aquest any 2008, l'ICAEN no preveu subvencionar ni les instal·lacions connectades a la xarxa ni tampoc la instal·lació de fanals solars autònoms. Per tant, pels càlculs s'haurà de tenir en compte que no es podran disposar de subvencions. Sabent també que anualment es generaran 36229,32 kWh d'energia i que el preu del kWh generat és de 0,455134 € (durant els primers 25 anys), es pot calcular la quantitat de diners que s'ingressaran anualment i quants anys caldran per acabar de pagar la instal·lació i fer les paus.

(1) Preu total de la instal·lació:	315.072,79 €
(2) Energia generada anualment:	36229,32 kWh
(3) Preu de venda del kWh:	0,455134 €
(4) Ingressos anuals per venda d'energia:	(2) x (3) = 16489,20 €/any
(5) Anys d'amortització:	(1) / (4) = 19 anys aprox.

Per tant, caldran 19 anys per amortitzar aquesta instal·lació sempre i quan altres administracions (Diputació de Girona i Consell Comarcal) no donin cap subvenció.

D.3.2 - Estalvi ambiental

Se sap que 1 kWh d'energia generat de forma sostenible equival a un estalvi de 0,6 kg d'emissions de CO₂. Això fa que la quantitat de quilograms de CO₂ que no s'emetran gràcies a aquesta instal·lació fotovoltaica serà de 21737,59 anuals.

E - Elecció dels elements autònoms

E.1 - Elecció dels fanals solars

Els fanals escollits són del model 104.509. El criteri per escollir aquests fanals solars i no uns altres ha estat la seva simplicitat i l'adequació amb l'entorn.

Es tracta d'un fanal d'uns quatre metres d'alçada i que incorpora una bateria de 12V i 60 Ah, una placa solar de 56 Wp i dos fluorescents de baix consum de 9 W cadascun.

Les seves altres característiques principals són les següents: El material és acer, amb un bany de galvanitzat de 0.6mm de gruix. A sobre d'aquest galvanitzat té aplicada una capa de pintura plàstica per assegurar encara més la seva resistència a la corrosió. Un dels dos fluorescents està encès durant tota la nit i l'altre s'encén entre 3 i 6 hores, depenent de la càrrega de les bateries. Disposa d'un sensor que detecta l'absència o no de llum i llavors encén o apaga la farola, segons convingui. L'equivalència d'aquests fluorescents a bombetes és de 50 W cadascun i produeixen uns 1170 lúmens. Gràcies al baix consum d'aquestes bombetes i a la seva bateria, aquestes faroles podrien assegurar gairebé 4 dies d'autonomia en el cas que no hi hagués radiació solar. Les seves dimensions generals són: 4100 mm d'alçada i un diàmetre de 30 mm.

Aquests fanals es col·locaran als mateixos indrets d'on estan col·locats els que hi ha actualment. Aquest canvi de fanals no serà aplicable a tots els fanals. Només seran d'aplicació a aquells que estiguin situats en zones on toqui el sol, i, per tant, puguin carregar les bateries.

A continuació s'adjunta un resum dels fanals que seran d'aplicació i els que no, segons l'escomesa (1 o 2). També a continuació, en l'apartat E.3, s'adjunta un plànol de situació dels mateixos.

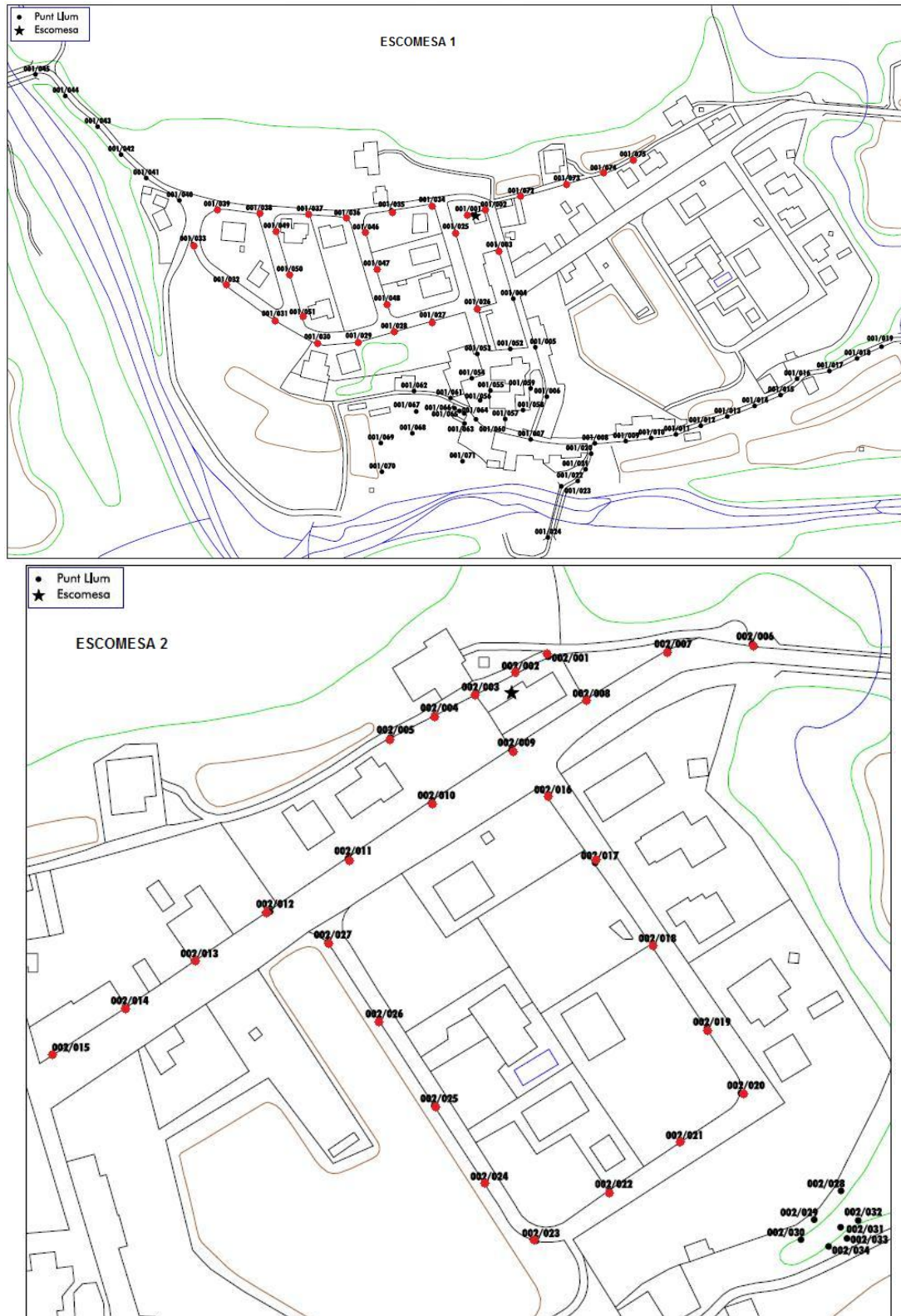
ESCOMESA 1					
NÚM.	APLICA	TIPUS	QTT.	POT. (W)	TOTAL (W)
1	SI	Lluminària	1	80	80
2	SI	Lluminària	1	80	80
3	SI	Lluminària	1	80	80
4	NO	Lluminària	1	80	80
5	NO	Lluminària	1	80	80
6	NO	Lluminària	1	80	80
7	NO	Lluminària	1	80	80
8	NO	Ornamental	1	125	125
9	NO	Ornamental	1	125	125
10	NO	Ornamental	1	125	125
11	NO	Ornamental	1	125	125
12	NO	Ornamental	1	125	125
13	NO	Ornamental	1	125	125
14	NO	Ornamental	1	125	125
15	NO	Ornamental	1	125	125
16	NO	Ornamental	1	125	125
17	NO	Ornamental	1	125	125
18	NO	Ornamental	1	125	125
19	NO	Balisa	1	13	13
20	NO	Balisa	1	13	13
21	NO	Balisa	1	13	13
22	NO	Balisa	1	13	13
23	NO	Balisa	1	13	13
24	NO	Balisa	1	13	13
25	SI	Lluminària	1	80	80
26	SI	Lluminària	1	80	80
27	SI	Lluminària	1	80	80
28	SI	Lluminària	1	80	80
29	SI	Lluminària	1	80	80
30	SI	Lluminària	1	80	80
31	SI	Lluminària	1	80	80
32	SI	Lluminària	1	80	80
33	SI	Lluminària	1	80	80
34	SI	Ornamental	1	125	125
35	SI	Ornamental	1	125	125
36	SI	Ornamental	1	125	125
37	SI	Ornamental	1	125	125
38	SI	Ornamental	1	125	125
39	SI	Ornamental	1	125	125
40	NO	Ornamental	1	125	125
41	NO	Ornamental	1	125	125
42	NO	Ornamental	1	125	125
43	NO	Ornamental	1	125	125
44	NO	Ornamental	1	125	125
45	NO	Ornamental	1	125	125
46	SI	Ornamental	1	125	125
47	SI	Ornamental	1	125	125
48	SI	Ornamental	1	125	125
49	SI	Ornamental	1	125	125
50	SI	Ornamental	1	125	125
51	SI	Ornamental	1	125	125
52	NO	Ornamental	1	125	125
53	NO	Ornamental	1	70	70
54	NO	Ornamental	1	70	70
55	NO	Ornamental	1	125	125
56	NO	Ornamental	1	125	125
57	NO	Ornamental	1	125	125
58	NO	Ornamental	1	70	70
59	NO	Ornamental	1	125	125
60	NO	Aplic	1	7	7
61	NO	Aplic	1	7	7
62	NO	Ornamental	1	125	125
63	NO	Ornamental	1	125	125
64	NO	Aplic	2	7	14
65	NO	Aplic	2	7	14
66	NO	Aplic	2	7	14
67	NO	Ornamental	1	125	125
68	NO	Ornamental	1	125	125
69	NO	Ornamental	1	125	125
70	NO	Projector	1	250	250
71	NO	Projector	1	250	250
72	SI	Ornamental	1	125	125
73	SI	Ornamental	1	125	125
74	SI	Ornamental	1	125	125
75	SI	Ornamental	1	125	125
TOTAL			78		7499

ESCOMESA 2					
NÚM.	APLICA	TIPUS	QTT.	POT. (W)	TOTAL
1	SI	Ornamental	1	125	125
2	SI	Ornamental	1	125	125
3	SI	Ornamental	1	125	125
4	SI	Ornamental	1	125	125
5	SI	Ornamental	1	125	125
6	SI	Ornamental	1	125	125
7	SI	Ornamental	1	125	125
8	SI	Ornamental	1	125	125
9	SI	Ornamental	1	125	125
10	SI	Ornamental	1	125	125
11	SI	Ornamental	1	125	125
12	SI	Ornamental	1	125	125
13	SI	Ornamental	1	125	125
14	SI	Ornamental	1	125	125
15	SI	Ornamental	1	125	125
16	SI	Lluminària	1	80	80
17	SI	Lluminària	1	80	80
18	SI	Lluminària	1	80	80
19	SI	Lluminària	1	80	80
20	SI	Lluminària	1	80	80
21	SI	Lluminària	1	80	80
22	SI	Lluminària	1	80	80
23	SI	Lluminària	1	80	80
24	SI	Lluminària	1	80	80
25	SI	Lluminària	1	80	80
26	SI	Lluminària	1	80	80
27	SI	Lluminària	1	80	80
28	NO	Ornamental	1	125	125
29	NO	Aplic	2	7	14
30	NO	Ornamental	1	125	125
31	NO	Aplic	2	7	14
32	NO	Aplic	2	7	14
33	NO	Aplic	2	7	14
34	NO	Aplic	2	7	14
TOTAL			39		3155

Taules 21 i 22 – Resum dels fanals del municipi

E.2 - Emplaçament

Els punts en vermell són aquells fanals convencionals que seran substituïts pels fanals solars. Els punts en negre són aquells fanals que continuaran estant connectats a la xarxa.



Figures 6 i 7 - Plànols dels fanals segons les escomeses

F - Consideracions ambientals

Tot el conjunt de la instal·lació solar fotovoltaica, explicada al llarg de tot aquest document (i dels altres també) s'adequa perfectament a la legislació que li és d'aplicació i que està enumerada en l'annex F (legislació).

Pel que fa a les consideracions ambientals d'aquesta instal·lació, s'ha de tenir en compte els següents punts:

- L'impacte visual de la instal·lació serà mínim perquè les plaques s'ajustaran a la inclinació dels teulats de l'ajuntament i de la rectoria i al sostre pla del dipòsit d'aigua. Malgrat que les plaques de la instal·lació del dipòsit estan inclinades a 25°, l'impacte visual serà encara menor perquè no és un lloc de concurrència per a la gent i des del poble no es veu.
- Aquesta instal·lació no necessita subministrament d'aigua. Això vol dir que no hi haurà abocaments d'aigües residuals ni de cap altre tipus de líquids.
- Per la naturalesa de la instal·lació, aquesta no fa cap tipus de sorolls ni vibracions. Tampoc provoca brutícia, ni olors ni escalfors ni emissions ni residus de cap tipus.
- A nivell general, aquesta instal·lació és una mesura d'estalvi d'energia ja que significa una reducció del consum energètic en les hores punta de demanda.
- A nivell particular, aquesta instal·lació serveix per augmentar els ingressos de l'entitat propietària, potenciar la conscienciació ambiental de la població, i potenciar el desenvolupament de la tecnologia solar.
- El risc personal d'aquesta instal·lació és el mateix que qualsevol altra instal·lació de distribució elèctrica en baixa tensió de petita potència. Aquest risc està perfectament regit per les instruccions complementàries del Reglament electrotècnic de baixa tensió.

G - Estudi bàsic de seguretat i salut

G.1 - Objecte

L'objectiu d'aquest estudi de seguretat i salut és establir les condicions mínimes de seguretat i salut de les instal·lacions i durant les obres tal i com indica la Llei 31/1995 de Prevenció de Riscos Laborals.

G.2 - Justificació de l'estudi bàsic de seguretat i salut

Com es pot comprovar a l'apartat G.4 (característiques de la instal·lació), les xifres que apareixen de pressupost, durada estimada, número de treballadors simultanis i volum de mà d'obra estimada, són inferiors a les que apareixen al punts a), b) i c) del primer paràgraf de l'article 4 del Reial Decret 1627/1997. Com que tampoc es requereix cap tipus de treball de l'apartat d), li serà d'aplicació el que diu l'apartat 2 del mateix article. S'haurà d'elaborar un estudi bàsic de seguretat i salut.

Per dur a terme aquest estudi, ens hem de remetre al que diu l'article 6 del Reial Decret en qüestió.

G.3 - Normativa

La normativa que li és d'aplicació és la següent:

- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construccions.
- Directiva 92/57/CEE de 24 de juny, per la qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut que s'han d'aplicar en les obres de construcció temporals o mòbils.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 39/1997 de 17 de gener, pel que s'aprova el reglament dels serveis de prevenció.
- Ordre del 27 de juny de 1997, pel que es desenvolupa el RD 39/1997 de 17 de gener.
- Reial Decret 485/1997 del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització en seguretat i salut en el treball.
- Reial Decret 486/1997 del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització en seguretat i salut als llocs de treball.
- Reial Decret 487/1997 del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comportin riscos, en particular dorsolumbars, pels treballadors.
- Reial Decret 664/1997 de 12 de maig, sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball.
- Reial Decret 665/1997 de 12 de maig, sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball.
- Reial Decret 773/1997 de 30 de maig, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- Reial Decret 949/1997 de 20 de juny, sobre certificació professional de prevenció de riscos laborals.

- Reial Decret 1215/1997 de 18 de juliol, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- Reial Decret 1316/1989 de 27 d'octubre, sobre mesures de protecció dels treballadors en front als riscos derivat a la seva exposició al soroll. Correccions d'errades: BOE 09-12-1989 i BOE 26-05-1990.
- Reial Decret 88/1990 de 26 de gener, sobre protecció dels treballadors per mitjà de la prohibició de determinats agents específics o determinades activitats.
- Estatut dels treballadors.

G.4 - Característiques de la instal·lació

Títol projecte:

Projecte d'implantació solar fotovoltaica al municipi d'Albanyà.

Autor:

Albert Molins i Galas.

Promotor:

Ajuntament d'Albanyà.

Direcció facultativa:

Albert Molins i Galas.

Coordinador de seguretat:

No és necessari en la fase d'elaboració del projecte. En la fase d'execució del mateix, la direcció facultativa assumirà les funcions de coordinador de seguretat.

Termini d'execució:

Es preveu que la durada de l'obra sigui de 20 dies laborables.

Nombre de treballadors:

Es preveu que hi haurà un màxim de 5 treballadors que treballaran simultàniament.

Volum de l'obra:

S'estima que la suma total d'hores per a la realització de l'obra sigui de 500 hores.

Xifra del pressupost d'execució:

El total del pressupost d'execució és de 315.072,79 €.

Ubicació i entorn de l'obra:

Els camps fotovoltaics aniran instal·lats a les cobertes de l'ajuntament, la rectoria i el dipòsit d'aigua.

Els fanal solars que s'hagin de substituir aniran situats en el mateix indret que hi ha els actuals.

Instal·lacions provisionals:

No són necessàries. Tampoc seran necessaris serveis comuns com menjadors o vestidors. Es podran utilitzar els lavabos i les taules i cadires dels edificis.

Descripció del sistema d'atenció mèdica:

En el cas de necessitat d'assistència mèdica, caldrà adreçar-se al CAP o hospital més propers.

CAP Vilafant	Hospital de Figueres
C/ Maria Torres, 89	C/Rector Arolas, s/n
17740 - Vilafant	17600 - Figueres
Telf.: 972-514349	Telf.: 972-501400

Interferència amb altres serveis o obres:

Durant l'execució de les obres no hi ha d'haver cap tipus d'interferència amb altres serveis. A l'hora de fer la connexió a la xarxa de baixa tensió, que efectuarà personal autoritzat contractat per la propietat, tampoc hi haurà cap incidència amb altres serveis doncs es parteix d'un punt de subministrament en baixa ja existent.

En els treballs d'hissat de càrregues amb grua s'interromprà durant un breu espai de temps la circulació de vehicles d'un carril davant de l'ajuntament. En l'hissat de càrregues als altres edificis no hi haurà cap tipus de problema.

Descripció dels processos i programació:

1a setmana: Treballs previs (descàrrega d'eines i materials, preparació de proteccions col·lectives, hissat de materials). Muntatge i connexionat de mòduls.

2a setmana: Muntatge i connexionat de mòduls. Cablejat. Quadres i inversors.

3a setmana: Posada en marxa del camp solar. Desmuntatge dels fanals actuals.

4a setmana: Desmuntatge dels fanals i muntatge dels fanals solars.

Descripció dels riscos i les mesures de prevenció i protecció:

Identificació dels riscos:

- 1 - Caiguda d'objectes o càrregues.
- 2 - Caigudes de persones a diferent nivell.
- 3 - Caigudes de persones al mateix nivell.
- 4 - Projecció de partícules als ulls.
- 5 - Danys a les extremitats.
- 6 - Sobreexforços.
- 7 - Cops contra objectes.
- 8 - Atrapament per objectes o màquines.
- 9 - Electrocutacions.
- 10 - Atropellament per vehicles.
- 11 - Ambient polsegós.
- 12 - Bolcament de la grua.

Prevenció:

- 1 - Impedir el pas sota llocs on hi hagi risc de caiguda d'objectes.
- 2 - Impedir el pas en les àrees d'abast de les plomes de la grua.
- 3 - Comprovar l'estrep de les càrregues.
- 4 - Comprovar l'estat de ganxos, cables, grillons o qualsevol altre mitjà auxiliar d'elevació.
- 5 - Escales ben afermades.
- 6 - Ordre i neteja de la zona de treball.
- 7 - Efectuar les operacions amb un ordre preestablert amb l'objectiu d'evitar cops i ensopegades.
- 8 - Utilitzar sistemes antiatrapament.
- 9 - Utilitzar sistemes de bloqueig de les connexions amb la senyalització corresponent per evitar posades en càrrega inadvertida.
- 10 - Utilitzar senyals acústics als equips de moviments de material per evitar atrapaments.
- 11 - Estacionament i apuntament acurats per la grua.

Protecció col·lectiva:

- 1 - Senyalització i delimitació de les zones de treball.
- 2 - Instal·lació d'un cable d'acer al voltat de la coberta.

Protecció individual:

- 1 - Casc.
- 2 - Arnés de seguretat subjecte a estructures estables, o al cable d'acer, que permeti una caiguda màxima d'1.5m d'alçada.
- 3 - Calçat antilliscant. Calçat amb puntera metàl·lica. Calçat amb sola aïllant de l'electricitat.
- 4 - Ulleres de protecció mecànica.
- 5 - Guants de protecció mecànica. Guants aïllants elèctrics.
- 6 - Faixa lumbar.

Operacions:

- 1 - Càrrega, assegurament i transport d'elements.
- 2 - Descàrrega i distribució a l'obra.
- 3 - Muntatge d'estructures d'HDPE.
- 4 - Muntatge de barres suport i panells fotovoltaics.
- 5 - Connexió.
- 6 - Unions.
- 7 - Acabaments.
- 8 - Estesa de cables sota canalitzacions.
- 9 - Fixació d'aparells a les parets o estructures.
- 10 - Posada en marxa.
- 11 - Desmuntatge dels fanals actuals als que aplica la substitució.
- 12 - Muntatge dels fanals solars.

Equip tècnic:

- 1 - Mitjans auxiliars de càrrega, descàrrega i distribució (grues, carretons elevadors)
- 2 - Dispositius de subjecció.
- 3 - Vehicles de transport.
- 4 - Escales.
- 5 - Eines manuals. Trepant. Esmoladora.
- 6 - Eines aïllants.
- 7 - Comprovadors de tensió i de xarxa elèctrica.

Treballs posteriors

No es contemplen.