



# Projecte final de carrera

---

Autosuficiència energètica en una edificació aïllada

**Joaquim Antoni Pla i Resina**

**Jorge Fèlix Renftle Lloveras**

**Eduard Bonmatí Roca**

**Juan Ramón Padilla Marín**



# **AUTOSUFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN UNA EDIFICACIÓ AÏLLADA**

**Tutor tècnic:**

Jesús Colprim

**Tutor docent:**

Emili Mató

“El fruit més gran de l'autosuficiència és la llibertat”

**Epicur (341 – 270 a.C.)**



**ÍNDEX DE CONTINGUTS**

Pròleg .....	5
I. Introducció .....	7
1.1. Localització.....	7
1.1.1. Context climàtic.....	8
1.1.2. El municipi de Sant Feliu de Pallerols .....	9
1.1.3. El Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.....	10
1.2. Característiques de la casa .....	14
1.3. Definició de necessitats.....	16
1.4. Conveniència de l'actuació.....	17
1.5. Objectius .....	18
1.5.1. Objectius ecològics .....	18
1.5.2. Objectius energètics .....	18
1.5.3. Objectius sanitaris .....	18
1.5.4. Objectius econòmics.....	18
II. Metodologia .....	19
2.1. Esquema del treball.....	20
III. Marc teòric .....	21
3.1. Energia solar.....	21
3.1.1. Solar fotovoltaica.....	21
3.1.2. Solar tèrmica .....	24
3.1.3. Pèrdues per inclinació .....	26
3.2. Energia eòlica .....	27
3.3. Aiguamolls construïts.....	29
3.3.1. Vegetació .....	30
3.4. Fossa sèptica .....	32
IV. Avaluació energètica .....	33
4.1. Capacitats de la zona.....	33
4.1.1. Energia solar .....	33
4.1.2. Energia eòlica .....	36
4.2. Diagnosi i càlculs .....	38
4.2.1. Electricitat.....	38
4.2.2. Aigua calenta .....	47



V.	Aigües .....	51
5.1.	Sanejament .....	51
5.1.1.	Aigües grises .....	52
5.1.2.	Aigües negres .....	53
5.2.	Captació d'aigües pluvials .....	54
VI.	Suport gràfic .....	56
6.1.	Situació i emplaçament .....	56
6.2.	Planta .....	58
6.3.	Alçats .....	60
6.4.	Projecció .....	62
VII.	Conclusions .....	64
7.1.	Epíleg .....	64
7.2.	Agraïments .....	65
VIII.	Bibliografia .....	66
IX.	Pressupost .....	67
X.	Pla de seguiment .....	69
10.1.	Informes de seguiment .....	69
10.2.	Protocol de recopilació de dades, valoració i redacció de l'informe .....	70
10.3.	Protocol de manteniment de les instal·lacions realitzades .....	70
10.4.	Revisions per part dels propietaris .....	71
XI.	Annexes .....	72
11.1.	Mapa de la casa dins el Parc Natural, sector 4.2 .....	72



## PRÒLEG

A l'hora de triar el tema del qual realitzar el projecte, cap dels integrants del grup tenia una opció prioritària. Tot i que tots volíem combinar camp amb laboratori, teníem el primer com a prioritat clara. Ens agradava la idea de fer un projecte aplicable a la realitat i que, al final, no servís únicament per a l'assignatura sinó que fos útil per a algú.

Una de les opcions que sempre ens havia rondat pel cap era tornar autosuficient, sobretot energèticament, un poble petit o algun edifici públic. Aquesta opció, però, va quedar descartada ràpidament al comprovar que els costos que suposava l'autonomia energètica eren desorbitats en comparació a l'adquisició d'energia a través de les xarxes urbanes. A més, tenint en compte que les subvencions existents en energies renovables o bé s'han retirat, o bé han disminuït, l'objectiu d'autosuficiència semblava impossible, sobretot econòmicament.

Això ens va fer replantejar el projecte: en els temps de crisi actuals, surten a compte les energies renovables si un està connectat a la xarxa? Des d'un punt de vista ambiental la resposta és clara, però pel que fa als costos resulta inviable.

També vam poder constatar el mal model que hi ha al país en referència a les energies renovables. En lloc de fer servir la que es genera i obtenir la que falta de la xarxa, es ven la pròpia a aquesta i llavors es compra tota la que es necessita, ja que és més rendible. Ens va semblar il·lògic: per què generar, si després es compra tota l'energia de la xarxa? És ambientalment sostenible, aquest model?

Així doncs, en vista de què era impossible implantar el projecte en una edificació connectada a la xarxa, vam decidir buscar una edificació aïllada que necessités de subministrament, tal com podia ser un refugi d'alta muntanya o un mas allunyat dels nuclis de població.

Va donar la casualitat que la germana d'un dels integrants del grup estava residint a una casa que complia aquestes característiques: lluny de nuclis habitats, no disposava d'electricitat. A més, tan ella com l'altre habitant de la casa tenen una gran consciència ambiental i estaven molt interessats en el projecte.

La casa no només tenia la mancança de l'energia elèctrica, sinó que tampoc disposava d'un correcte sanejament. La poca aigua corrent que hi havia provenia d'un pou, només hi havia un lavabo sec exterior i no hi havia dutxa ni molt menys aigua calenta. Aquest fet ens va fer parlar amb els propietaris i, d'acord amb ells, mirar de no només instal·lar electricitat a la casa, sinó també afegir-hi una adequada xarxa d'aigües.

De totes maneres, no volíem posar-nos en temes pels quals no estiguéssim preparats. Per això, vam decidir que l'objectiu del projecte seria la presentació d'un pressupost on hi hauria una aproximació molt ajustada a la realitat del que podria costar als propietaris la ja esmentada autosuficiència, tant energètica com sanitària. Així doncs, tot el que feia referència a l'execució de les obres, que queda fora del nostre coneixement, quedava també fora de l'objectiu principal del projecte.



Tot i això, en cas que els propietaris hi estiguessin disposats, es podria procedir a l'execució d'aquestes obres seguint allò estipulat en el pressupost. Per a aquest motiu, vam decidir la creació d'un pla de seguiment, per a acabar de fer complet el projecte. Així, si mai es dues a terme les obres esmentades al pressupost, hi hauria una continuació i, no només això, sinó que hi hauria benefici per l'empresa.

RENEWATER va ser l'empresa fictícia que vam decidir crear, i a la que se li va encomanar el projecte. El nom va sorgir de la unió de les paraules "renovable" i "aigua" (*renewable* i *water*, en anglès), que semblava que en podien formar una de sola amb una lògica unió. Tot i ser aquesta empresa irreal, la idea del projecte és altament aplicable a la realitat, i també molt recomanable. D'aquesta manera, el benefici industrial que suposaria el projecte aniria a l'empresa que, òbviament, deixaria de ser fictícia.

L'acceptació del pressupost aproximat presentat a l'avantprojecte suposa, en teoria, el pagament d'un terç d'aquest pressupost i el compromís a pagar la resta un cop finalitzat el projecte. En aquest últim, es realitzarien els càlculs necessaris de manera acurada per a aconseguir un pressupost molt més ajustat a la realitat. El pas següent seria abonar-ne la diferència que restaria.

Els amos de la masia hi van estar d'acord. La idea de viure en una casa autònoma en mig de la muntanya els atreia molt, a més del fet que disposarien de totes les comoditats de la vida moderna que els havien mancat durant tot el temps que hi portaven, sobretot el fet d'haver-se d'anar a dutxar a casa d'amics, a l'hivern, per falta d'aigua calenta. A més, cal recalcar que el projecte no és, ni molt menys, d'obligada aplicació. Així, els propietaris quedaven exempts de pagar-lo, però tindrien coneixement del cost que suposaria la seva autosuficiència.

Aquest va ser, finalment, l'objectiu que més ens vam marcar. La intenció era, un cop acabat el projecte i després de totes les recerques, càlculs i hores de feina, poder presentar una xifra molt encertada als propietaris del cost esmentat anteriorment.

Tot i que cal remarcar, una altra vegada, que moltes de les subvencions que existien anteriorment pel que fa a les energies renovables s'han retirat o han minvat en quantitat, tan a nosaltres com als propietaris de La Baga ens seguia semblant atractiu.

I així va ser com va néixer aquest projecte.



## I. INTRODUCCIÓ

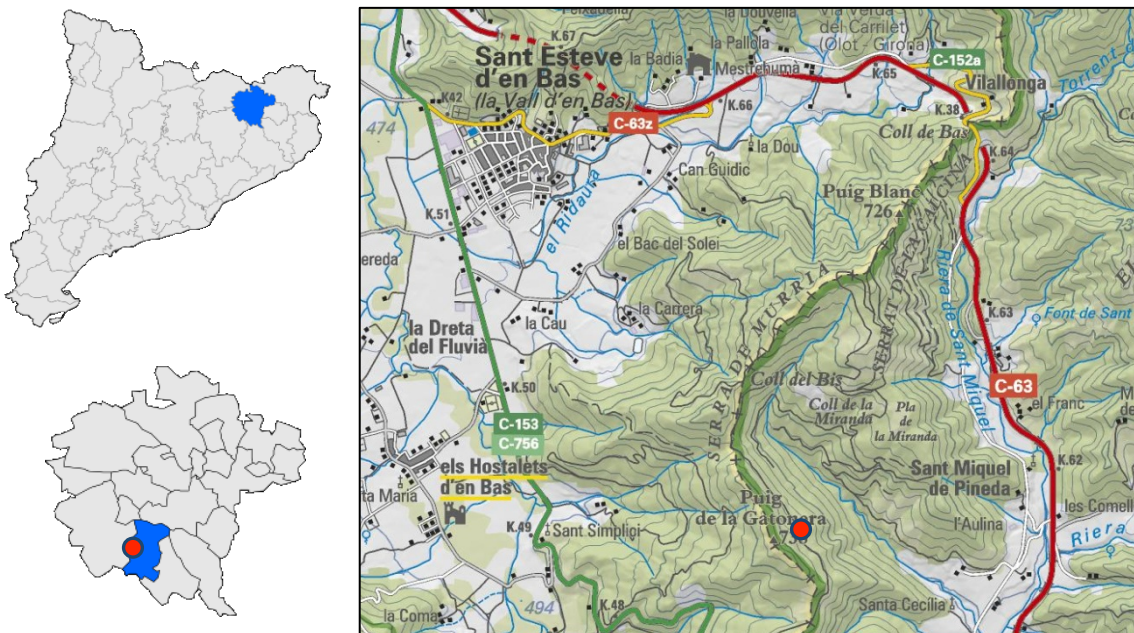
Aquesta memòria, que porta per títol *Autosuficiència energètica i sanitària en una edificació aïllada*, correspon al document justificatiu i descriptiu del conjunt d'actuacions que es proposen per tal de millorar les instal·lacions energètiques ja existents a la masia de La Baga, i a més a més fer-ho de una manera que es respectin els valors naturals i l'entorn.

Les necessitats actuals fan de viure sense electricitat una empresa gairebé impossible. Articles d'ús tan quotidià com un telèfon mòbil o un ordinador per a treballar ja en requereixen, per no parlar de molts altres aparells. A més, a la casa també hi manquen les comoditats a les quals està acostumada la societat, com una dutxa, un lavabo o aigua calenta.

Els habitants de la casa són dos llogaters que volen continuar vivint en aquest emplaçament però intentant millorar la qualitat de vida mitjançant la implantació de noves tecnologies que siguin sostenibles i respectuoses amb el medi ambient i amb l'entorn.

### 1.1. Localització

La masia de La Baga es troba al municipi de Sant Feliu de Pallerols, a la comarca de la Garrotxa. Està situada a una altitud de 653 metres a prop del Puig de la Gattonera, en ple Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, en una zona catalogada d'interès paisatgístic.



Localització de la masia *La Baga*

Les coordenades UTM del punt central de la masia són 456923.0 E, 4661055.3 N.

El projecte se centra en el basant solell de la muntanya, on la radiació solar arriba en la major part del dia, excepte un parell d'hores abans de la posta de sol.

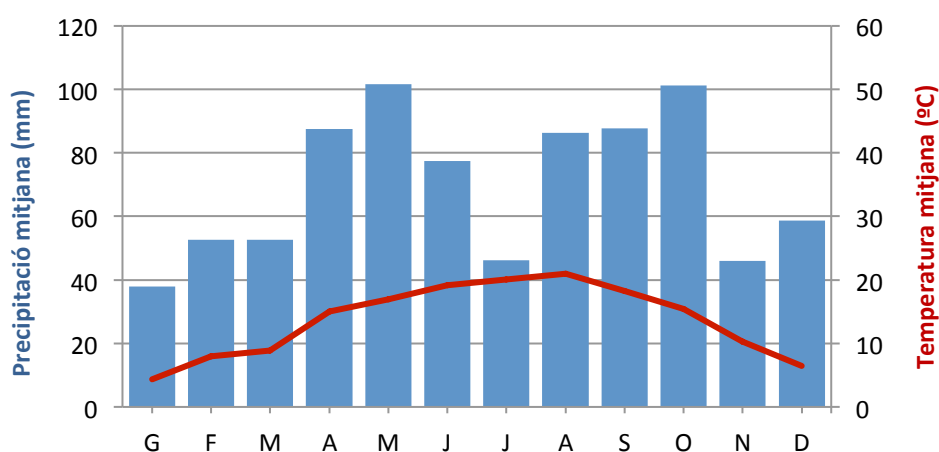
Pel que fa al vent, cal remarcar que la comarca no destaca per les altes velocitats d'aquest. Tot i això, amb un molí es podria obtenir energia elèctrica complementària a la de les plaques.



### 1.1.1. Context climàtic

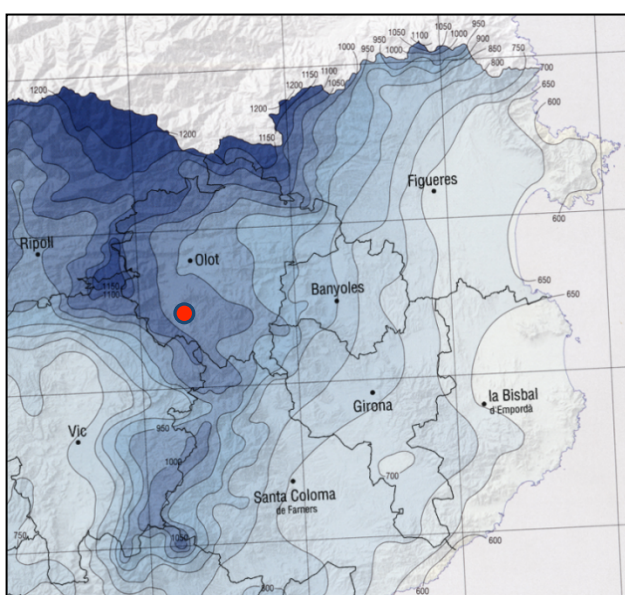
En termes generals, el clima dominant en la zona tractada es pot considerar mediterrani prepirinenc occidental.

La comarca de la Garrotxa és una de les més humides del nostre país. La presència d'altres muntanyes a l'oest d'aquesta, en la seva frontera amb Osona, amb el Collsacabra i el Puigsacalm com a pics emblemàtics, frena els vents humits provinents del mar que, en augmentar d'altitud, descarreguen tota l'aigua al territori. Així, l'estiu és l'estació més plujosa, al contrari que en la majoria de climes mediterranis, com s'observa al següent climograma:



Climograma de Sant Feliu de Pallerols, elaboració pròpia a partir de Meteo Sant Feliu.

La precipitació mitjana anual se situa al voltant dels 1100 mm, molt superior a la de les àrees del seu voltant i a la pròpia pel clima. La temperatura mitjana és d'uns 12 °C, amb una amplitud tèrmica 16 °. Les gelades solen esdevenir entre l'octubre i l'abril, amb nevades a les cotes més altes.



Atles Climàtic de Catalunya (1961 – 1990): Precipitació mitjana anual, Servei Meteorològic de Catalunya.



Atles Climàtic de Catalunya (1961 – 1990): Temperatura mitjana anual, Servei Meteorològic de Catalunya.

### 1.1.2. El municipi de Sant Feliu de Pallerols



Sant Feliu de Pallerols és un poble i un municipi situat a la comarca de la Garrotxa, a 473 msnm i a la vall d'Hostoles, la qual s'encaixa amb el riu Brugent. El municipi es divideix en vuit nuclis poblacionals però es pot observar que la majoria dels habitants viuen a la població de Sant Feliu de Pallerols<sup>1</sup>:

Entitat de població	Habitants
Sant Feliu de Pallerols	1.180
Pallerols	6
Sant Iscle de Colltort	5
La Torre	5
Sant Miquel de Pineda	5
Bastons	2
La Fàbrega	1
La Salut	0

Per altra banda, el municipi té una superfície de 34,9 km<sup>2</sup>, amb una densitat de població de 38,2 habitants / km<sup>2</sup>. D'aquests 34,9 km<sup>2</sup>, 202 hectàrees són destinades a zones agràries on s'hi desenvolupa majoritàriament agricultura de secà, i 197 hectàrees per a pastures permanents. Pel que fa a la ramaderia hi trobem una clar enfoc cap a l'aviram.

Tipus de bestiar	Caps de bestiar
Aviram	24.920
Oví	672
Cabrum	107
Boví	85
Conill	14
Porcí	7
Equins	1

Pel que fa a la indústria, hi trobem com a majoritària la indústria d'embotits i de la xocolata. El turisme també és un dels punts forts de l'economia del municipi, el qual es basa en càmpings, turismes rurals i alguns hotels.



A més a més, a la zona hi ha la casa rural anomenada Mas Franch<sup>2</sup>, la qual destaca per ser pionera en l'ecoturisme a la comarca. Es basa en construccions integrades en l'entorn, en la utilització d'energies renovables, bioconstrucció, depuració d'aigües grises per mitja de estanys construïts, agricultura natural... Tot fet de manera que l'impacte visual i físic sigui el menor possible en el medi. Al Mas Franch també s'imparteixen cursos relacionats amb aquests temes per a tot aquell que hi vulgui assistir; per poder d'alguna manera implantar noves tecnologies i idees a la pròpia llar de cada persona. Això va inspirar els nostres clients a dur a terme aquest projecte.

<sup>1</sup> Institut d'Estadística de Catalunya, <http://www.idescat.cat>

<sup>2</sup> <http://www.masfranch.org>

### 1.1.3. El Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa

El Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa és el major paisatge volcànic de la Península Ibèrica. Se situa al nord – est de Catalunya, a la comarca de la Garrotxa, dins les comarques gironines. Compta amb unes 12.007 hectàrees, i hi viuen prop de 40.000 persones repartides en 11 municipis i on el 98% de la superfície és de propietat privada.

El territori és de muntanya mitjana, i s'estén des dels 200 metres fins als 1.100 metres d'altitud on l'orografia, el sòl i el clima proporcionen una variada flora i fauna d'excel·lent valor paisatgístic.

Els diferents graus de protecció són:

- Reserves Naturals: 980,6 hectàrees.
- Espais Protegits: 11.027,3 hectàrees.
- Zones Urbanes Excloses: 121,2 hectàrees.

#### *Inicis i legislació*

El creixement urbanístic del anys 70 amenaçà greument el conjunt del valor natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Aquest fet inicial el moviment de diferents sectors de la societat la qual culminà l'any 1976 amb la creació de la Comissió Promotora per la Protecció de la Zona Volcànica.

L'any 1982, el Parlament de Catalunya aprovà la Llei 2/1982, 3 de març, de protecció de la Zona Volcànica de la Garrotxa, la qual declarava el Parc Natural d'Interès Nacional la Zona Volcànica de la Garrotxa amb la finalitat de conservar la flora, la constitució geomorfològica, la bellesa i el caràcter singular del territori.

El Decret 71/1986 aprovà la concertació topogràfica del límits del Parc Natural i de la Reserva Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, tot descrivint el perímetre exterior del Parc i les parcel·les incloses dins de la Reserva Natural.

El Pla Especial és el principal instrument d'ordenació territorial del Parc i de l'aprofitament dels seus recursos. A més, és la figura urbanística que regula els usos permesos en cada zona d'acord amb les atribucions que li confereix la Llei del sòl. A partir d'aquest Pla es deriven els criteris i línies d'actuació que s'han de desenvolupar. S'ha substituït el Pla Especial de Protecció del Parc Natural aprovat l'any 1994 per un nou Pla Especial de Protecció del Parc Natural de l'any 2010.

L'objectiu del Parc Natural és la protecció dels valors naturals qualificats per aconseguir una conservació de forma compatible amb l'aprofitament ordenat dels recursos i les activitat humanes.

L'objectiu de la Reserva Natural és la preservació íntegra del conjunt d'ecosistemes naturals que contenen o d'alguna de les seves parts.

### **Patrimoni natural i cultural**

La superfície del parc es divideix en alzinars (28,5%), rouredes i boscos mixtos (21%), fagedes (9%), boscos de ribera / zones humides (3%), espais oberts (30%) i zones urbanes (8,5%).

El parc és d'un gran interès geològic per ser el conjunt volcànic més ben conservat de la península Ibèrica, amb més de 30 cons volcànics amb les seves corresponents colades basàltiques, afloraments i dipòsits.

És de gran interès científic per la gran diversitat de flora i de vegetació, amb presència d'espècies endèmiques i molt rares. Hi existeixen boscos de roure penol, i el nombre d'espècies de plantes superiors és d'unes 950, i el de fauna catalogada és de 1.255 espècies, moltes d'elles invertebrats. En la part de fauna, s'han observat 52 mamífers, 198 aus, 13 amfibies, 18 rèptils i 11 peixos.

Uns exemples d'espècies vegetals característiques de la Zona Volcànica de la Garrotxa són: *Anemone hepática* i *Anemone nemorosa*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Brachypodium phoenicoides*, *Buxus sempervirens*, *Clematis vidalba*, *Coriaria myrtifolia*, *Cornus sanguínia*, *Crataegus monogyna*, *Galanthus nivalis*, *Helleborus foetidus*, *Hyparrhenia hirta*, *Isopyrum thalictroides*, *Prunus spinosa*, *Pteridium aquilinum*, *Quercus pubescens* i *Quercus robur*, *Rubus ulmifolius*, *Sarothamnus scoparius*, *Scilla liliohyacinthus* i *Viburnum lantana*.

Uns exemples d'espècies de fauna característiques de la Zona Volcànica de la Garrotxa són: *Sus scrofa*, *Felis silvestris*, *Martes foina*, *Circaetus gallicus*, *Falco peregrinus*, *Dendrocopos major*, *Sitta europaea*, *Poecile palustris* i *Vipera latastei*.

A més, el parc és de gran interès paisatgístic per la diversitat dels seus paisatges forestals, agrícoles i rurals on presenta un bon estat de conservació, fruit d'una intervenció humana rica i respectuosa. A la Garrotxa s'han localitzat 26 hàbitats d'interès comunitari.

Geològicament, el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa està format per una depressió tancada per relleus abruptes de roca sedimentària calcària del terciari, dins del qual s'ha desenvolupat l'activitat volcànica. El sòl format per material d'origen volcànic són els que han estat reconeguts com a singulars i d'especial interès.

### **Òrgans rectors i de participació**

En la gestió del Parc hi intervenen l'òrgan rector i l'òrgan gestor. Els seus objectius primordials són conservar i defensar els valors naturals i culturals de la zona, així com organitzar i fomentar-lo per gaudir-lo, estudiar-lo i conèixer-lo.

El programa d'actuació de l'òrgan rector és fixar les intervencions que s'han de realitzar per millorar les condicions de vida de la població local, la millora del patrimoni natural i l'ordenació del ús públic de Parc Natural.

L'òrgan gestor s'encarrega de les milleres rurals. Entre aquestes, les actuacions principals són elaborar i realitzar seguiments dels informes preceptius sobre les sol·licituds d'obra, construccions i infraestructures públiques i privades. A més, manté contactes permanents amb la població local i amb els serveis tècnics de les administracions que incideixen en l'àmbit protegit per assessorar tècnicament i promoure línies d'ajudes per la millora rural.

### ***Pla Especial de la Zona Volcànica de la Garrotxa***

Principal instrument d'ordenació del territori del Parc Natural i del aprofitament dels seus recursos, la seva formulació està establerta per la Llei 2/1982 de protecció de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Els aspectes més rellevants, pel que fa a aquest projecte, d'aquest Pla Especial són el "Títol II. Normes Generals d'Ordenació" i el "Títol IV. Normes de Caràcter Sectorial".

Al Títol II. s'engloba el Capítol 4, el qual fa referència a "Normes Generals de Construcció i Edificació". En aquest capítol es detalla les disposicions generals, les condicions d'implantació, el tractament d'exterior dels edificis, els espais exteriors vinculats a l'edificació, les edificacions destinades a habitatges, les edificacions destinades a granges, les obres de reforma i ampliació, el tancament de finques i de terrenys i al catàlegs de masies i cases rurals susceptibles de reconstrucció de rehabilitació.

Al Títol IV. s'engloba el Capítol 9, el qual fa referència a "Usos Públics". En aquest capítol es detalla especialment els edificacions i instal·lacions per a equipaments i serveis d'us públic. Seguidament, el Capítol 11 fa referència a "Xarxes Viàries, Serveis Tècnics i Altres Infraestructures". En aquest capítol es desenvolupen les Seccions 2. "Xarxa viària i circulació rodada" i 3 "Xarxa elèctrica". La Secció 2. detalla les disposicions generals, les classificacions i sos dels vials i les obres de vialitat. La Secció 3 detalla les disposicions generals, les tramitacions, els projectes i les instal·lacions existents.

### ***Normativa referent a la localització de la casa***

La casa es troba en un espai denominat **Agrícola d'Interès Paisatgístic**. Això és el que fa referència a aquest espai dins el Pla Especial:

*"Comprèn els mosaics de plans conreats i pastures que s'esglaonen pels vessants de les serralades seguint la successiva accentuació dels pendents, amb la presència d'alineacions de vegetació arbòria i d'edificacions de caràcter tradicional. També s'aplica aquesta qualificació als conreus que envolten els edificis volcànics i a determinats espais agrícoles periurbans.*

*Usos. S'estableixen els usos agrícoles i ramaders extensius com a principals i dominants. Podran admetre's també els altres usos assenyalats com a compatibles en el paràgraf a) sempre que no modifiquin la fesomia i les característiques generals del paisatge i dels seus elements estructuradors, els quals són objecte d'especial protecció: parcel·lació, marges, feixes, tanques, sèquies, recs, alineacions arbrades, etc.*

*En aquells àmbits qualificats de sistema urbanístic d'espais lliures públics pel planejament urbanístic municipal, s'admeten els usos i les instal·lacions previstos en els plans respectius; en qualsevol cas, els projectes corresponents hauran de mantenir les característiques generals dels paisatges agrícoles on aquests usos i instal·lacions s'insereixin.*

*Construccions. Només podran bastir-se edificacions de nova planta per al desenvolupament dels usos admesos, amb caràcter complementari dels edificis o agrupacions preexistents, sempre que formin un conjunt unitari integrat. Tanmateix, l'equip de gestió podrà establir excepcions a aquest criteri quan calgui per a una millor adequació paisatgística. En qualsevol cas, caldrà complir les altres condicions regulades per aquest Pla especial."*

### **Xara elèctrica**

La instal·lació d'esteses aèries destinades al transport d'energia elèctrica, les comunicacions telefòniques o similars, es desenvoluparà d'acord amb el que estableix l'article 6 de la Llei 12/1985, i, congruentment, amb les disposicions d'aquestes Normes.

Quan es tracti de la implantació de noves línies aèries de conducció d'energia elèctrica de tensió nominal superior a 66 kV, únicament podran afectar l'àmbit de la Zona Volcànica:

a) Quan la seva instal·lació resulti indispensable per al subministrament dels nuclis urbans situats a l'interior del seu perímetre.

b) Quan transportin energia elèctrica produïda per plantes generadores ubicades dins del perímetre esmentat.

En qualsevol cas, caldrà que siguin complerts els requisits fixats pels articles següents, sens perjudici de la necessitat d'aplicar el procediment d'avaluació d'impacte ambiental i dels altres requisits establerts per la legislació específica. Quan aquestes infraestructures afectin els elements declarats béns d'interès cultural o inclosos en els catàlegs municipals de béns protegits, hauran de mantenir-hi una distància mínima de 400 m quan es tracti d'alta tensió, i de 200 m en el cas de baixa tensió, i en esteses telefòniques. Es procurarà preferentment que les esteses de nou traçat que prestin servei a les edificacions catalogades discorrin soterrades. Les distàncies esmentades podran reduir-se, amb l'informe previ de l'equip de gestió, en aquells casos en què, a causa de les característiques específiques del paisatge o de l'adopció de mesures adequades per a la correcció de l'impacte visual, resulti prou justificat.

## 1.2. Característiques de la casa

La masia de La Baga és una edificació antiga que reposa a la part alta de la Vall del Brugent. Hi ha dues cases construïdes, però només se n'habita la més petita, la única condicionada per a la vida. Amb sol durant tot el dia, la casa habitada està composta d'un altell i d'una planta baixa, amb un total de 92,60 m<sup>2</sup>.



Casa no habitada (esquerra) i casa dels propietaris (dreta)

Actualment disposa de l'energia elèctrica proveïda per un generador, que a la vegada proveeix a dos punts de llum, a tres endolls i a la bomba del pou. Aquesta bomba envia l'aigua a una cisterna situada a la part alta de la paret est, a la banda exterior, per a la cuina. La única manera d'escalfar la llar és una antiga caldera de biomassa domèstica, que els propietaris volen conservar.

La casa compta amb un lavabo sec al seu exterior. D'altra banda, però, la casa no disposa de dutxa, ja que el dipòsit no és prou gran i no hi ha possibilitat d'escalfar l'aigua. Tampoc es disposa d'electrodomèstics, i per a cuinar s'utilitzen bombones de gas butà.



Lavabo sec



Caldera de biomassa

Hi ha una bassa pendent avall de la casa que serà utilitzada per a tractar les aigües grises provinents de les activitats diàries.



Bassa d'aigua

La casa compta amb un ampli espai a la part est, sense ombra, on serà idònia la instal·lació de les plaques solars.



La Baga i l'espai lliure on es podran instal·lar les plaques



### 1.3. Definició de necessitats

La potència mitjana instal·lada a les llars espanyoles és de 4 kW<sup>3</sup>. La potència que s'instal·larà a la masia es calcularà a partir de la demanda del client, que per comoditat requerirà dels següents electrodomèstics:

Electrodomèstic	Potència	Unitats	Temps d'ús
Frigorífic – congelador	150 W	1	24 h al dia
Rentadora (en fred)	500 W	1	2 cops / setmana
Rentavaixelles	2.400 W	1	2 cops / setmana

Pel que fa als punts de llum, s'examinarà la casa i s'instal·laran bombetes de baix consum per aconseguir una correcta il·luminació de tot l'habitable. La potència requerida per una d'aquestes bombetes serà de **20 W**.

Es tindrà en compte l'ús esporàdic d'altres aparells que necessitin d'electricitat, com carregadors de telèfon mòbil, ràdios o altres petits electrodomèstics.

L'aigua sanitària s'extraurà del pou mitjançant una bomba, la qual també requereix d'electricitat. La potència que necessitarà s'estima en uns **750 W**, com a màxim durant una hora al dia.

Per millorar la higiene domèstica és necessari tenir aigua calenta. Així, serà necessari implantar un sistema d'escalfament d'aigua mitjançant energia solar tèrmica. Aquesta s'emprarà a la dutxa i al rentamans.

Per altra banda, s'instal·larà un sistema de recollida d'aigües pluvials a la teulada de l'habitable que es destinaran al rec de l'hort.

Finalment, es planificarà la instal·lació de varis sistemes de tractament d'aigües, diferenciant entre aigües grises i aigües negres:

- Les aigües grises, provinents de la dutxa, rentamans i cuina, es filtraran mitjançant un sistema d'aigüamolls construïts i es destinaran a l'hort.
- Les aigües negres, provinents dels sanitaris, es depuraran a una fossa sèptica i s'abocaran a l'ecosistema.

<sup>3</sup> Red Elèctrica d'Espanya, <http://www.ree.es>

## 1.4. Conveniència de l'actuació

Una construcció aïllada de les xarxes de subministrament per a la llar com la que tenim necessària d'una inversió econòmica molt gran per a connectar amb aquestes xarxes. Per a la xarxa elèctrica, s'haurien d'aportar un mínim de 15.000 € (Casariego, 2007) per a estendre una línia de baixa tensió i aèria des de la casa més propera, situada exactament a 1.009 m muntanya avall. A més, en aquest cas la línia no es podria fer passar per un camí públic, així que a aquest preu ja desorbitat es dispara al sumar-li tot el cost de desbrossat del traçat i el cost d'expropiació o ús del terreny per on passés, podent acabar costant més de 30.000 € cada quilòmetre.

Així, també queda descartada la unió amb la xarxa de clavegueram. S'utilitzaran, com s'ha dit, les aigües del pou per a les necessitats de l'habitatge. Al no disposar ni de processos de sanejament ni de fossa sèptica, els propietaris volen augmentar les comoditats de *La Baga* i passar a comptar amb lavabo, dutxa i, sobretot, aigua calenta.

Tenint en compte que a la casa hi ha un hort, i que aquest necessita d'aigua, els propietaris tenen la intenció d'usar aigua reciclada. Així, es recollirà l'aigua pluvial i es filtraran les aigües grises provinents de la casa per a aquest ús.

Les aigües més contaminants (aigües negres) es depuraran fins a què la seva expulsió a l'ecosistema no sigui perjudicial per a aquest.

No només és preocupant l'impacte econòmic. L'impacte visual i paisatgístic que implicaria la construcció, tant de la línia elèctrica com de la xarxa d'aigües, si calgués, seria molt gran. Al estar situada dins d'un espai protegit, es necessitaria de molta burocràcia i permisos, com s'esmenta a l'apartat 1.1.1, a l'hora de realitzar obres i altres projectes. La destrucció forestal duta a terme en l'estesa de les línies seria elevada, així com la fragmentació del territori, per és inviable en el context i situació actuals. L'eliminació d'hàbitat i reducció poblacionals d'espècies protegides per la legislació vigent, a més, compliquen encara més l'execució d'obres.

És per tots aquests motius pels quals s'opta per a la transformació de la casa en un habitatge completament autònom. La inversió inicial serà més barata que el fet de fer-hi arribar les xarxes elèctriques i d'aigües, i a llarg termini els beneficis econòmics i ecològics seran molt superiors als de l'alternativa convencional. A més a més, el client s'oposa frontalment a la degradació paisatgística, i prefereix optar per la implantació d'energies alternatives i completament autònomes.

Pel que fa a l'escalfament de la casa, com s'ha dit, aquesta ja compta amb una caldera de biomassa que els propietaris desitgen conservar. Així doncs, no es necessitarà d'aigua calenta per a escalfar la llar.

## 1.5. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és molt clar: presentar un pressupost que permeti aconseguir l'autosuficiència energètica i sanitària de la masia *La Baga*. De totes maneres, es poden desglossar en els següents apartats:

### 1.5.1. Objectius ecològics

Els propietaris tenen molt clar que aquest és l'objectiu principal. Tot i que es vol aconseguir viure amb el màxim de comoditats possibles, s'intentarà fer-ho sempre de manera respectuosa amb el medi ambient, sobretot tenint en compte l'emplaçament de la casa.

Actualment els habitants obtenen l'energia elèctrica a través d'un generador, i creuen prioritària l'eliminació d'aquesta via d'obtenció d'electricitat. A més, el fet de fer-hi arribar les xarxes urbanes suposaria una degradació ambiental inacceptable pels propietaris.

És per això, doncs, que les tecnologies emprades seran sempre el màxim de respectuoses amb l'ecosistema i es descartaran les que no ho siguin, i s'integraran el màxim amb l'entorn.

### 1.5.2. Objectius energètics

Una de les principals mancances de la masia és l'electricitat. Tot i que aquesta ja disposa d'un generador, l'energia que aquest proporciona és molt inferior a la desitjada pels propietaris i a la necessària per a viure amb un mínim de comoditats, sense tenir en compte que aquest generador es vol eliminar.

Així, l'objectiu serà obtenir tota l'energia que sigui necessària de fonts renovables i sostenibles, sobretot les energies solar i eòlica.

### 1.5.3. Objectius sanitaris

Els habitants de la casa no disposen de sanitaris ni de dutxes. Essen aquesta una gran mancança, es considera indispensable la instal·lació d'aquests, a la vegada, com ja s'ha dit, de què siguin el màxim de respectuosos amb l'entorn.

També es considera important solucionar la manca d'aigua calenta, i per això es trobarà el mètode adient d'obtenció d'aquesta.

### 1.5.4. Objectius econòmics

Com s'ha comentat, resultaria molt més car fer arribar les xarxes urbanes a la masia que obtenir l'autosuficiència. A més, encara que no ho fos, els propietaris estan disposats a assumir-ne el possible sobrecost pels altres beneficis que aquestes tecnologies netes aporten.

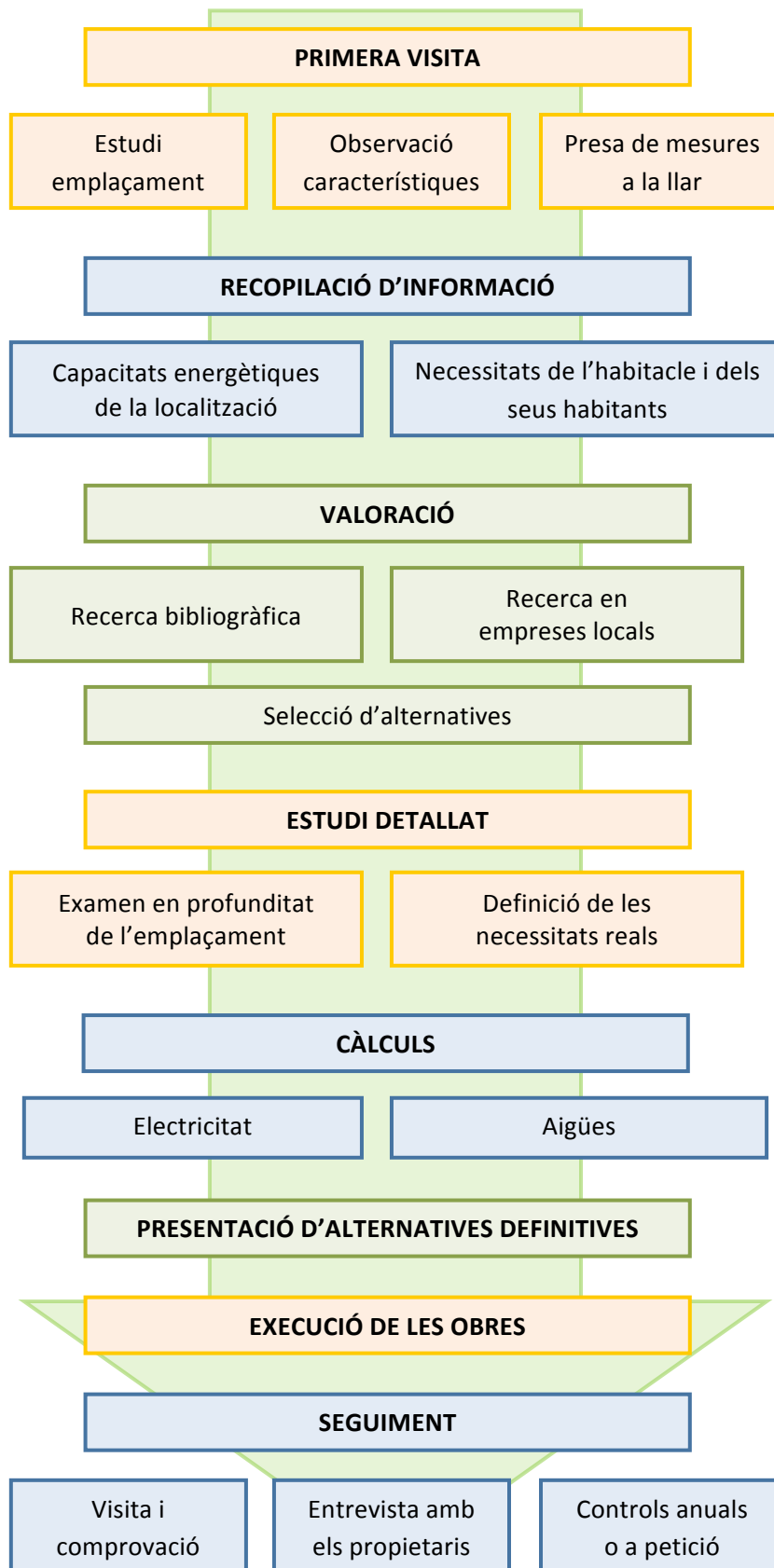
S'ha de tenir en compte, també, que a llarg termini, si es té una bona cura de les instal·lacions, resultarà molt més rendible la generació d'energia, aigua i sanejament propis que no pas proveir-se'n de la xarxa.

## II. METODOLOGIA

La realització del projecte constarà dels següents passos:

- 1. Visita a l'emplaçament**
  - a. Examinació del lloc a treballar.
  - b. Observació de les característiques de la localització.
  - c. Presa de mesures a la llar.
  
- 2. Recopilació d'informació**
  - a. Capacitats energètiques de la zona.
  - b. Necessitats de l'habitable i dels seus habitants.
  
- 3. Valoració de les alternatives, viabilitat i costos**
  - a. Recerca bibliogràfica i en empreses locals.
  - b. Selecció d'alternatives no definitives segons càlculs i costos.
  
- 4. Estudi detallat**
  - a. Examen profund de l'emplaçament i habitacle.
  - b. Definició real de les necessitats.
  
- 5. Càlculs**
  - a. Electricitat
    - i. Solar fotovoltaica.
    - ii. Eòlica.
  - b. Aigües
    - i. Aigua calenta: solar tèrmica.
    - ii. Captació i sanejament.
  
- 6. Presentació d'alternatives definitives i costos**
  
- 7. Execució de les obres.**
  
- 8. Seguiment**
  - a. Visita i comprovació del funcionament.
  - b. Entrevista amb els propietaris.
  - c. Controls periòdics anuals o a petició del client.

## 2.1. Esquema del treball



### III. MARC TEÒRIC

L'autosuficiència energètica i sanitària d'aquesta casa s'aconseguirà a través de diverses tecnologies diferents, amb l'objectiu final d'obtenció d'un habitatge totalment autònom.

Tot i que es pugui considerar que aquest habitatge serà autònom, aquesta autonomia mai serà completa, ja que sempre es necessitarà l'aportació d'elements exteriors, per exemple:

- Aliments i altres objectes i estris de necessitat diària.
- Combustible per a la caldera de biomassa.
- Tècnics per a reparacions, revisions i altres.

Així doncs, l'autosuficiència total d'aquesta casa queda descartada. Si bé és cert que podria arribar-se a aconseguir, amb la correcta formació dels propietaris pel que fa a les tecnologies o amb aliments cultivats o criats a la casa, aquest no serà l'objectiu primordial del projecte.

Per a l'autosuficiència energètica i sanitària de la masia *La Baga* s'utilitzaran les següents tecnologies:

#### 3.1. Energia solar

La radiació solar incident a la Terra pot aprofitar-se per la seva capacitat per escalfar o per produir electricitat mitjançant dispositius especials. És un tipus d'energia renovable i neta, i la potència de la radiació varia segons el moment del dia, les condicions i la latitud.

L'aprofitament de l'energia procedent del sol té aquests avantatges principals:

- Les tècniques que s'utilitzen per obtenir calor i electricitat són barates i no requereixen grans esforços de transport fins als punts de transformació i consum.
- No cal disposar de gran capacitat d'emmagatzematge. L'energia elèctrica es pot emmagatzemar en bateries i el seu consum, en aquests tipus d'instal·lacions, és quasi immediat. L'energia calorífica es pot transformar en un altre tipus d'energia quasi sense produir contaminació.
- És una font d'energia relativament gratuïta.
- L'aportació és natural i gairebé contínua.

##### 3.1.1. Solar fotovoltaica

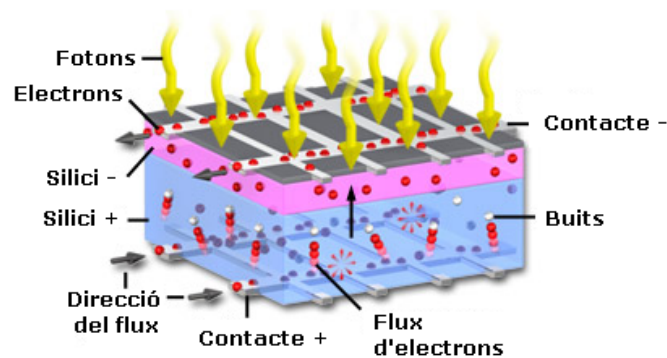
Els panells solars fotovoltaics són aparells formats per nombroses cel·les, anomenades cèl·lules fotovoltaïques o solars, que transformen la llum incident del sol en electricitat. Les cel·les utilitzen l'efecte fotovoltaic per transformar l'energia de la llum del sol i fer que un corrent passi entre dues plaques amb càrregues elèctriques oposades.

Aquest efecte consisteix en la transformació de l'energia que aporten els fotons de llum incidents sobre materials semiconductors en energia elèctrica capaç d'impulsar els electrons despresos a través d'un circuit exterior, realitzant un treball útil.

El tractament especial del semiconductor és necessari, ja que l'energia que cedeix el fotó als electrons d'aquest material es destina a transformar-se en calor inútil, després d'alguns xocs de l'electró en el seu moviment a través de la xarxa atòmica.

### *Funcionament*

Els fotons, en xocar amb els electrons de la matèria, els alliberen, deixant un buit. Per a produir corrent elèctric, l'electró alliberat ha de ser extret del material, perquè no torni a ocupar el buit deixat. Per a això s'introdueixen elements químics, o dopants, al material semiconductor, que produeixen un excés d'electrons i buits, procés denominat dopatge.



Transformació d'energia solar en energia elèctrica en una cèl·lula fotovoltaica, Michael W. Davidson, FSU (<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/solarcell/>).

Els noms positiu i negatiu no es refereixen a un estat descompensat elèctricament, sinó a la càrrega que queda lliure a la xarxa cristal·lina. La càrrega elèctrica neta del vidre segueix sent zero, ja que cada àtom té el mateix nombre de protons que d'electrons, de manera que s'equilibraran les seves càrregues.

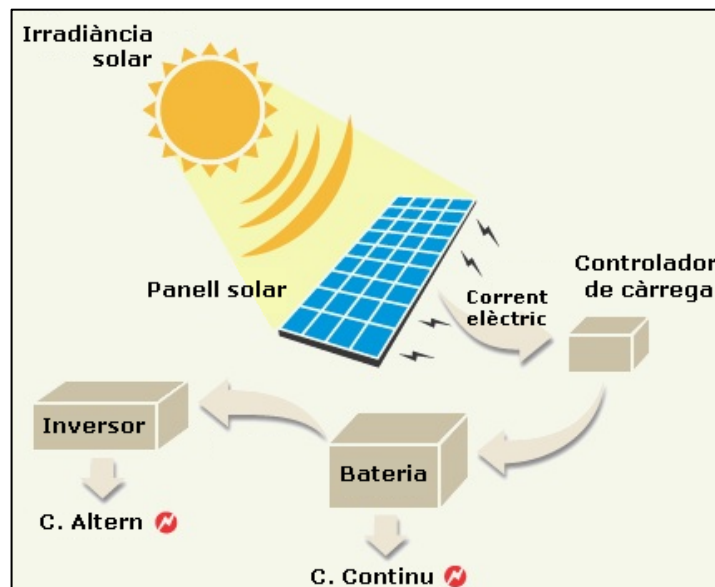
Si es posen aquestes regions de forma adjacent una a l'altra, alguns dels electrons lliures de la zona negativa passaran a la zona positiva, travessant la frontera i instal·lant-se en els buits lliures d'aquesta. Així, gràcies a aquest pas de càrregues, es forma una unió positiva – negativa on el camp elèctric crea una barrera de potencial que no deixa que el procés segueixi indefinidament.

Així, si els fotons de la llum que penetra comuniquen la suficient energia als electrons del semiconductor, alguns d'ells travessaran la barrera de potencial i seran expulsats del semiconductor amb l'ajuda d'un circuit exterior, produint un corrent elèctric. Després de recórrer el circuit extern, aquests electrons tornen a entrar al semiconductor per l'altra cara.

### *De què es compon*

Un sistema solar fotovoltaic es compon dels següents elements:

- **Cèl·lula fotovoltaica:** encarregada de la transformació de l'energia provinent del sol en energia elèctrica. Compta de dos parts principals:
  - **Semiconductor positiu:** element que “genera” càrregues positives. Un exemple seria el bor, que es fa servir com dopant del silici, ja que té un electró d'enllaç menys que el segon. D'aquesta manera, cada àtom de bor s'unirà amb tres àtoms de silici, deixant un buit en el lloc que hauria d'haver un altre electró (el quart electró d'enllaç).
  - **Semiconductor negatiu:** element que “genera” càrregues negatives. Un altre dopant pel silici pot ser el fòsfor, que al tenir un electró d'enllaç més que el silici, en substituir un àtom de silici per un altre de fòsfor a la xarxa cristal·lina, l'electró sobrant queda lliure.
- **Controlador o regulador de càrrega:** deixa de subministrar energia a les bateries en cas que aquestes estiguin plenes.
- **Bateria:** acumula l'energia provinent de les plaques per a un ús posterior. Cal tenir en compte que el semiconductor no emmagatzema energia elèctrica, sinó que la genera transformant l'energia radiant quan aquesta incideix sobre ell. És per això que es necessita d'acumuladors per a l'emmagatzematge d'aquesta energia.
- **Inversor:** transforma el corrent continu provinent de la bateria en corrent altern aprofitable.



Funcionament bàsic d'una instal·lació aïllada de plaques fotovoltaïques, Albert Campi (<http://albertcampi.me/>).



### 3.1.2. Solar tèrmica

S'entén per captació tèrmica al procediment de transformació de l'energia radiant del sol en calor. Això es fa mitjançant escalfadors solars, que aprofiten la capacitat d'absorció de la radiació i transmissió de calor d'alguns materials, i de l'efecte hivernacle que es produeix quan un altre material (per exemple el vidre) és transparent a la radiació d'ona curta del sol i opac a la radiació d'ona llarga que emeten els cossos que estan calents.

El rendiment d'un panell depèn de la conversió de l'energia solar en aprofitament tèrmic i és el factor determinant del disseny de la instal·lació. Aquesta part de diversos factors externs o ambientals i de factors propis de la consola.

#### *Factors que n'afecten el rendiment*

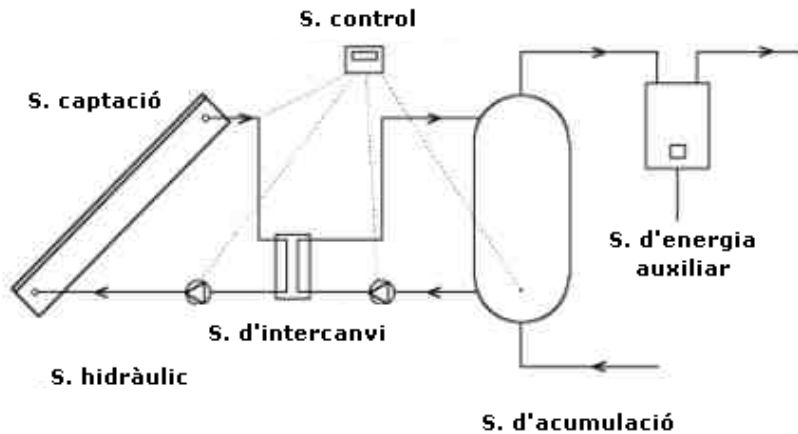
El rendiment d'un panell no és un valor constant, sinó que depèn de variables com la temperatura ambiental, la temperatura del líquid caloportador a l'entrada i a la sortida del col·lector, de la intensitat de la radiació solar i de la superfície d'exposició del col·lector. També cal tenir en compte els factors externs com la temperatura exterior i la temperatura d'acumulació dins del col·lector.

Els fabricants de col·lectors solars informen en els seus catàlegs comercials de les característiques d'aquests i de les seves gràfiques de rendiment, pel que si es tria un de diferent al proposat en aquest projecte, s'haurien de fer de nou els càlculs del rendiment.

#### *De què es compon*

Un sistema d'energia solar tèrmica està constituït per diversos subsistemes, que es poden considerar com a sistemes interdependents connectats entre si. No obstant, un mateix element físicament independent pot realitzar diverses funcions dins del sistema solar. Aquests diferents subsistemes són:

- **Sistema de captació:** els panells o escalfadors solars pròpiament.
- **Sistema d'acumulació :** dipòsit per acumular l'aigua calenta generada.
- **Sistema hidràulic:** bombes i canonades per on circula el fluid de treball.
- **Sistema d'intercanvi:** en cas que el fluid que circula pels panells solars no sigui el mateix que el que utilitza l'usuari en el seu aprofitament, per exemple quan hi ha risc de gelades o el fluid de l'usuari pot danyar la instal·lació solar.
- **Sistema de control:** en els sistemes de circulació forçada amb bombes s'encarregarà de posar-les en marxa i aturar-les.
- **Sistema d'energia auxiliar:** en les ocasions en que la viabilitat econòmica de la instal·lació solar implica que no es pugui satisfer la demanda energètica en tot moment, sobretot quan l'energia produïda per la instal·lació depèn de les condicions climatològiques, s'utilitza un sistema de producció d'energia auxiliar a la instal·lació.



Esquema d'una instal·lació solar tèrmica, elaboració pròpia.

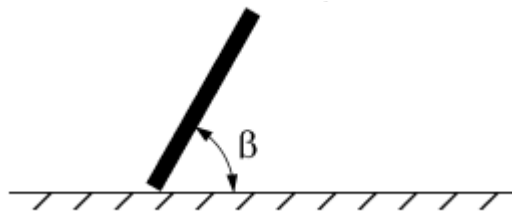
Degut a la poca necessitat d'aigua calenta de l'habitatge, s'ha decidit fer una instal·lació senzilla i utilitzar panells solars plans. Aquests estan constituïts per:

- **Coberta:** element transparent a la radiació solar i opac a la radiació d'ona llarga que emet l'absorbidor (material selectiu transmissor), produint així l'efecte hivernacle a l'interior del captador que augmentarà considerablement el rendiment. La coberta també serveix per reduir les pèrdues per conducció i convecció. Alguns captadors duen diverses cobertes transparents que redueixen encara més les pèrdues però augmenten el cost de l'equip.
- **Absorbidor:** és l'element on es produeix la transformació de l'energia que arriba per radiació en energia tèrmica que absorbeix el fluid caloportador. Generalment està constituït per uns tubs o dues plaques conformades de metall o un material plàstic que es troben exposats a la radiació solar i per l'interior passa el fluid de treball.
- **Aïllament:** per a reduir les pèrdues tèrmiques del captador és convenient aïllar les zones no exposades la major part del dia a la radiació solar. Aquestes són els laterals i la part posterior del captador solar. Un bon aïllament tèrmic en aquestes zones contribueix a disminuir el factor de pèrdues tèrmiques del captador augmentant consegüentment el seu rendiment.
- **Junta de coberta:** es un element de material elàstic la funció és assegurar l'estanquitat de la unió entre coberta i carcassa. Servirà al seu torn per absorbir les diferències en les dilatacions entre la carcassa i la coberta, perquè no es produeixi trencament en cap element del captador.
- **Carcassa:** és l'element que serveix per conformar el captador i fixar la coberta. Conté i protegeix als restants components del captador i suporta els ancoratges. Caldrà prestar especial atenció als temes de corrosió i deterioració a causa de la radiació solar.

### 3.1.3. Pèrdues per inclinació

Cal tenir en compte l'orientació i la inclinació de les plaques i del captador a l'hora de fer una instal·lació solar, ja que, si no, la rendibilitat d'aquests pot ser massa baixa com perquè valguin la pena instal·lar-los.

Per això es determina un angle d'inclinació ( $\beta$ ), l'àrea que forma la superfície del captador amb el pla horitzontal. A instal·lacions on el consum és constant durant tot l'any, el valor òptim es considera la latitud geogràfica a la que es troba la instal·lació, en aquest cas  $42^\circ$ . En casos on es necessiti més energia a l'hivern, com serà aquest, caldrà inclinar més el captador per a què els rajos arribin més perpendiculars en les èpoques de menys energia.



Angle d'inclinació, IDAE.

### 3.2. Energia eòlica

L'energia eòlica és l'energia cinètica generada per efecte dels corrents d'aire per a ser utilitzada principalment per produir energia elèctrica mitjançant aerogeneradors.

Per poder utilitzar l'energia del vent, cal que aquest assoleixi una velocitat mínima que dependrà de l'aerogenerador que s'utilitzi, però que sol anar d'entre els 3 m/s (10 km/h) i els 4 m/s (14,4 km/h), velocitat anomenada *cut – in speed*, i que no superi els 25 m/s (90 km/h), velocitat anomenada *cut – out speed*.

L'energia eòlica s'utilitza sobretot per moure aerogeneradors, on l'energia eòlica mou una hèlix i, mitjançant un sistema mecànic, es fa girar el rotor d'un generador, normalment un alternador, que produeix energia elèctrica.

Tipus d'aerogeneradors:

- **Aerogenerador d'eix vertical:** permet col·locar el tren de potència (multiplicadora, generador elèctric, etc) a la base de l'aerogenerador, facilitant-ne la instal·lació. Les pales d'aquest aerogenerador giren paral·leles a terra.
- **Aerogenerador d'eix horitzontal:** consisteix a col·locar el tren de potència a la part superior al costat del eix de gir de la turbina eòlica. Les pales d'aquest aerogenerador giren en un pla perpendicular al terra.



A. d'eix vertical

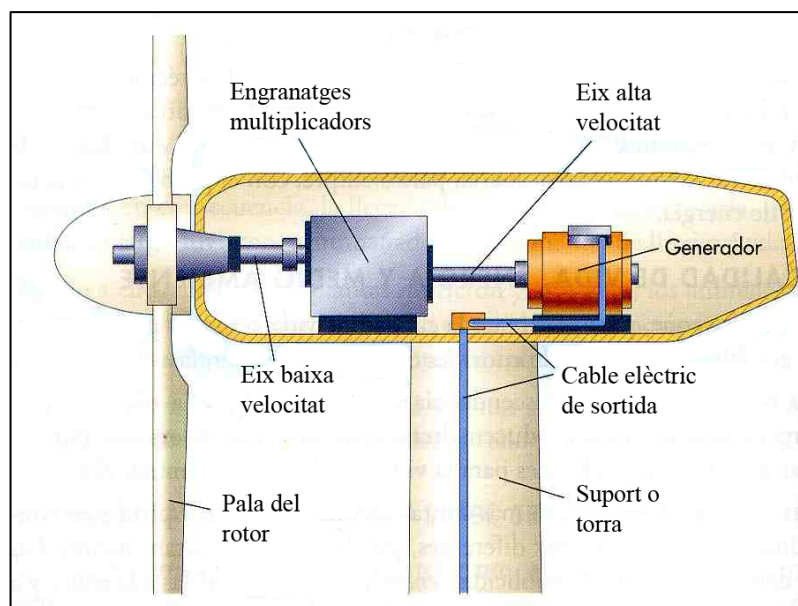


A. d'eix horitzontal

Estructura d'un aerogenerador:

- **La torre:** suporta la gòndola i el rotor. Avui en dia solen ser tubulars d'acer. Les d'acer soldats són més econòmiques, però han deixat d'usar-se per estètica i per ser més incòmodes i insegures per als treballadors.
- **Rotor:** conjunt format per les pales i la boixa que les uneix. Serveix per transformar l'energia cinètica del vent en energia mecànica. Com més gran sigui l'àrea del rotor més gran serà la producció. Els rotors poden ser de pas variable (que permeten girar sobre si mateixes a les pales) o de pas fix (en el què no poden girar). També pot ser de velocitat variable (quan la velocitat de gir del rotor és variable) o constant.

- **Les pales:** les pales d'un aerogenerador són molt similars a les ales d'un avió. Avui en dia, la majoria de les turbines tenen tres pales, i solen ser de polièster o epoxy reforçat amb fibra de vidre.
- **Góndola:** al seu interior conté els diferents dispositius que transformen l'energia mecànica del rotor en energia elèctrica, i al seu exterior tenen un anemòmetre i un penell que faciliten informació contínua de tot el sistema per al seu control.
- **Multiplicador:** multiplica la velocitat de gir que arriba del rotor per adaptar-la a les necessitats del generador. El moviment de gir dels aerogeneradors sol ser bastant lent. Per exemple, el rotor d'una turbina de 1.500 kW de potència sol girar a una velocitat d'entre 10 i 20 revolucions per minut (rpm), el multiplicador augmentarà aquesta velocitat fins les 1.500 rpm.
- **Generador:** transforma l'energia mecànica en energia elèctrica, tal com fa la dinamo de una bicicleta, encara que generant normalment corrent altern. L'alternador pot ser síncron o asíncron. El primer subministra una energia de més qualitat, però és més car i complex, pel que l'asíncron és el més estès dels dos.
- **Controlador electrònic:** un ordinador controla contínuament les condicions de funcionament de l'aerogenerador mitjançant l'anàlisi de les dades captades per múltiples sensors que mesuren temperatures, pressions, velocitat i direcció del vent, tensions i intensitats elèctriques, vibracions...
- **Sistemes hidràulics:** elements auxiliars que permeten l'accionament del gir de les pales sobre el seu eix, així com la frenada del rotor o el gir i frenada de la góndola.
- **Sistema d'orientació:** els aerogeneradors disposen d'un sistema d'orientació que a partir de les dades recollits pel penell, col·loca el rotor de manera perpendicular al vent.



Parts d'un aerogenerador, Ariadna Carreño (<http://ariadnaenergiaeolica.wordpress.com/>).

### 3.3. Aiguamolls construïts

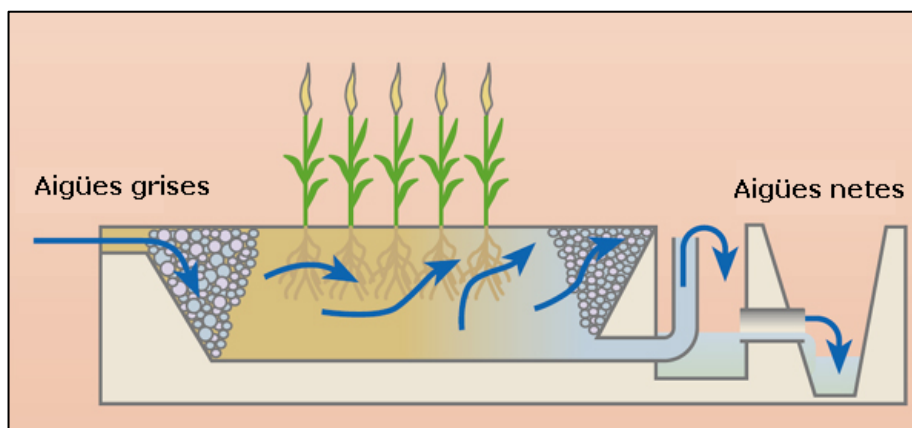
Els aiguamolls tenen un gran potencial d'autodepuració gràcies a la vegetació, el sòl i la flora bacteriana que hi viu. Des de fa anys això s'aprofita per construir sistemes que, tot imitant la natura, depuren les aigües residuals de forma respectuosa amb l'entorn natural i amb menys requeriments energètics.

Aquests aiguamolls consisteixen en una sèrie de llacunes generalment excavades en el terreny i capaces de funcionar com a dipòsits d'emmagatzematge d'aigua residual durant períodes de temps determinats. El tractament de l'aigua residual té lloc per sedimentació de la matèria en suspensió i degradació microbiana de la matèria orgànica.

Bàsicament es tracta de basses impermeabilitzades, plenes de grava. Les aigües brutes entren per un costat de la bassa, i l'aigua depurada surt, uns dies després, per un sobreeixidor a l'altra banda.

Les llacunes que constitueixen un sistema d'aiguamolls construïts poden classificar-se segons diferents criteris:

- Segons la seqüència del procés: primàries, secundàries, terciàries o quaternàries segons el lloc del procés on estan situades.
- Segons el mètode d'oxigenació i la distribució d'oxigen dissolt a la massa d'aigua:
  - *Llacunes aeròbies*: tenen de fondària entre 1 i 1,5 metres a fi que la llum penetri totalment i hi hagi condicions aeròbiques en tot el volum de l'aigua.
  - *Llacunes facultatives*: el seu interior està dividit en una zona
  - *Llacunes anaeròbies*: tenen gran profunditat, entre 3 i 7 m, amb condicions anaeròbies en tot el volum d'aigua.
  - *Llacunes airejades*: disposen d'un sistema d'aeració de flux continu mitjançant bufadors.



Funcionament bàsic d'un sistema d'aiguamolls construïts, <http://www.landsurvey-intl.com/>

S'ha pogut observar que la operativitat del aiguamolls construïts no es redueix durant l'hivern, ja que els processos físics com la sedimentació no depenen de la temperatura i permeten que l'aigua no es congeli. Moltes de les reaccions que tenen lloc es produeixen al substrat mateix, com la descomposició microbiana, la qual produeix suficient calor com per evitar la congelació del substrat. Per altra banda, si es preveu que hi ha d'haver una glaçada, s'ha de tenir en compte que s'ha de augmentar el nivell de l'aigua per que hi pugui haver un flux subterrani, i reduir el nivell un cop ha passat la època de glaçades.

En definitiva, els aiguamolls construïts són una opció molt factible per diverses raons:

- Són menys cars de construir que altres sistemes.
- Les despeses de manteniment i d'operació són baixes.
- El manteniment no ha de ser continu, n'hi ha prou en que sigui periòdic.
- Toleren molt bé fluctuacions en els cabals.
- Faciliten la reutilització i reciclatge de l'aigua.

A més a més:

- Proporcionen un habitat per a molts organismes.
- Es poden construir per tal que encaixin amb el paisatge que els envolta.
- Es un mètode que es veu amb bons ulls per a la població en general.

Fins ara, tots els manuals de disseny proposaven que aquests aiguamolls es construïssin amb una profunditat entre 0,5 i 0,6 metres de làmina d'aigua. Actualment es proposa que es facin una mica menys profunds. El tema de la profunditat té a veure amb la capacitat d'oxigenació que té el sistema, per tant es pot dir que les llacunes que són menys fondes tractin la mateixa quantitat d'aigua amb menys temps i de forma més eficient.

Una dada també important és la superfície mitjana que es necessita per a una correcta depuració de les aigües respecte el volum generat d'aquesta. Són necessaris entre **5 i 10 m<sup>2</sup>** per persona equivalent, la meitat si únicament es depuren aigües grises.

### 3.3.1. Vegetació

Les espècies vegetals més usades en els sistemes d'aiguamolls construïts són les macròfites aquàtiques, com per exemple el canyís (*Phragmites australis*), les envianes (*Typha latifolia*), els joncs d'estany (*Scirpus lacustris*), els joncs durs (*Scirpus robustus*), *Scirpus validus*, etc. A Europa predomina la plantació de *Phragmites* (canyís) perquè el seu creixement és molt ràpid i és una espècie resistent. En canvi, en algunes zones dels Estats Units l'ús d'aquesta planta està prohibit a causa del seu caràcter invasor (es difon amb molta facilitat).

Les macròfites tenen les següents característiques comunes:

- Gran tolerància als tòxics.
- Gran resistència en condicions anaeròbies.
- Capacitat per acumular nutrients.
- Adaptació a profunditats variables de l'aigua i facilitat per manejar-les.

La funció principal de les plantes la fan els rizomes enterrats, els quals tenen una gran capacitat colonitzadora, i les arrels, que creen petits ambients aerobis oxidats al seu voltant on es produeix la degradació aeròbia de la matèria orgànica i la nitrificació.

Alguns efectes de la vegetació sobre l'aiguamoll són:

### **Reserva d'aigua i assimilació nutrients**

Les macròfites assimilen el nitrogen, el fòsfor i algunes sals minerals de l'aigua residual. Tot i això, si es comparen la concentració a la entrada i a la sortida el percentatge d'eliminació no sol superar el 10% pel fòsfor i el 25% pel nitrogen (Vymazal, 1999). Malgrat això, el seu efecte pot ser important en el cas d'aigües poc carregades. La major part dels nutrients acumulats en la vegetació tornen a l'aigua quan la planta mor; per aquesta raó, alguns autors proposen replantar periòdicament, per tal d'evitar l'excés de biomassa.

### **Formació d'una superfície específica per al creixement bacterià**

Les arrels serveixen de suport a la biopel·lícula. En tenir una àrea més gran, els microorganismes s'hi instal·len millor i, per tant, hi ha un augment de la degradació de la matèria orgànica i de l'eliminació de nutrients.

### **Estabilització del medi granular i esmortiment de les variacions ambientals**

La presència de la vegetació distribueix i alenteix la velocitat de l'aigua, la qual cosa afavoreix la sedimentació dels sòlids en suspensió i augmenta el temps de residència i contacte entre l'aigua i la vegetació. A més, quan les plantes estan desenvolupades permeten aïllar el sistema dels agents atmosfèrics (Brix, 1994):

- Disminució de la velocitat del vent.
- Disminució de la quantitat de llum.
- Esmortiment dels canvis de temperatura, proporcionant temperatures més càlides a l'hivern i més fredes a l'estiu.

### **Disminució de la conductivitat hidràulica**

El creixement de l'arrel disminueix la conductivitat hidràulica (Marsteiner *et al.*, 1996). La conductivitat disminueix en la zona ocupada per les arrels, fet que provoca un flux més gran en les zones més profundes.

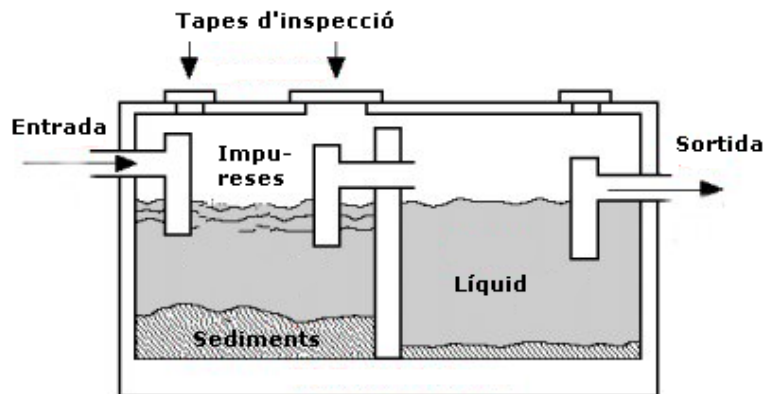


### 3.4. Fossa sèptica

La fossa sèptica és un sistema molt comú per a tractar aigües residuals, el qual extreu els sòlids sedimentaris i flotants de l'aigua negra per decantació. A la vegada que treu matèria sòlida, també permet la digestió d'una porció d'aquesta i emmagatzema la part que no digereix.

Al aturar aigua residual en el tanc, s'enfonsen els sediments i la capa d'impureses sura. Perquè aquesta separació passi, l'aigua residual ha de quedar estancada al tanc un mínim de 24 hores. D'aquesta manera, es poden descompondre fins al 50 % dels sòlids retinguts al tanc i la matèria sòlida restant s'hi acumula. No calen additius biològics ni químics per ajudar o accelerar la descomposició.

Seguidament, el llot es va acumulant al fons de la fossa sèptica. Els pous dissenyats degudament compten amb espai suficient per a l'acumulació d'almenys tres anys de llot. Quan el nivell del llot sobrepassa aquest punt el procés deixa de ser eficient i el procés disposa de menys temps per separar la matèria sòlida de l'aigua abans de sortir del tanc.



Secció transversal d'una fossa sèptica de dos cambres, <http://www.solomantenimiento.com>

A mesura que el nivell del llot puja, més matèria sòlida entra a la zona de filtració. Si el llot s'acumula durant massa temps, les aigües negres entren directament a l'àrea de filtració. Per evitar això, de llot del tanc ha s'ha de buidar, normalment amb una bomba d'un vehicle especial per al buidatge de pous sèptics.

El termini per al buidatge d'un Pou Sèptic depèn, bàsicament, de:

- La capacitat del tanc sèptic.
- La quantitat d'aigües residuals (dependrà del habitants de la casa).
- El volum de matèria sòlida en l'aigua residual.

#### *Neteja i buidat*

Degut a què s'han de complir certes normes amb els residus resultants, és recomanable contractar una empresa especialitzada, que buidi el llot de fosses sèptiques per bombeig. També s'ha de netejar a través de la boca central d'accés i no pels portells d'inspecció dels desviadors per evitar danyar els desviadors interns del pou i afectar el seu funcionament.

## IV. AVALUACIÓ ENERGÈTICA

En aquest apartat es tractaran les qüestions referides a la generació d'energia elèctrica.

### 4.1. Capacitats de la zona

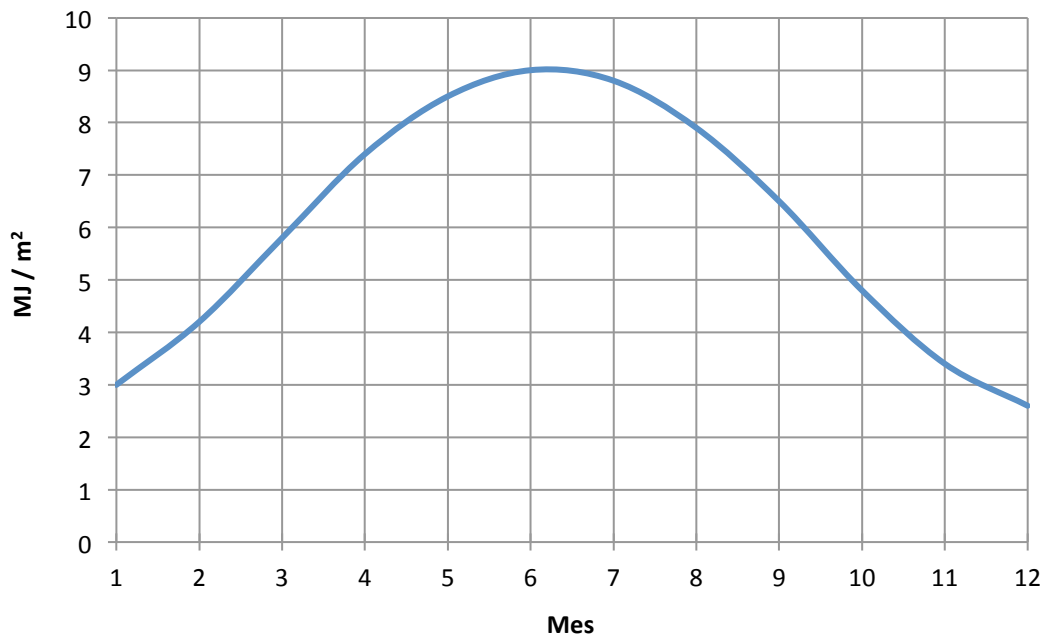
#### 4.1.1. Energia solar

La casa es troba situada al vessant solell de la muntanya. L'estació de mesura de la radiació incident es troba al poble de Santa Pau<sup>4</sup>, situat a 9 km al nord – est de la casa i a 569 m sobre el nivell del mar. Se n'han obtingut les següents dades (ICAEN, 2000):

#### Radiació solar difusa diària

Valors mitjans mensuals d'aquesta radiació, incident sobre una superfície horitzontal calculats segons la correlació de Page, que relaciona la irradiació diària mitjana mensual global amb la difusa, en MJ / m<sup>2</sup>:

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
3,0	4,2	5,8	7,4	8,5	9,0	8,8	7,9	6,5	4,8	3,4	2,6



<sup>4</sup> Servei Meteorològic de Catalunya, <http://www.meteo.cat>

### Irradiació solar extraterrestre diària

Valors sobre una superfície horitzontal, per a una latitud de 42° N (la diferència màxima d'aquests valors respecte als que obtindríem en el extrems nord i sud de Catalunya no supera un 2%), en MJ / m<sup>2</sup>:

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
14,5	19,6	27,0	34,5	39,9	42,2	41,0	36,6	29,4	21,7	15,6	13,0



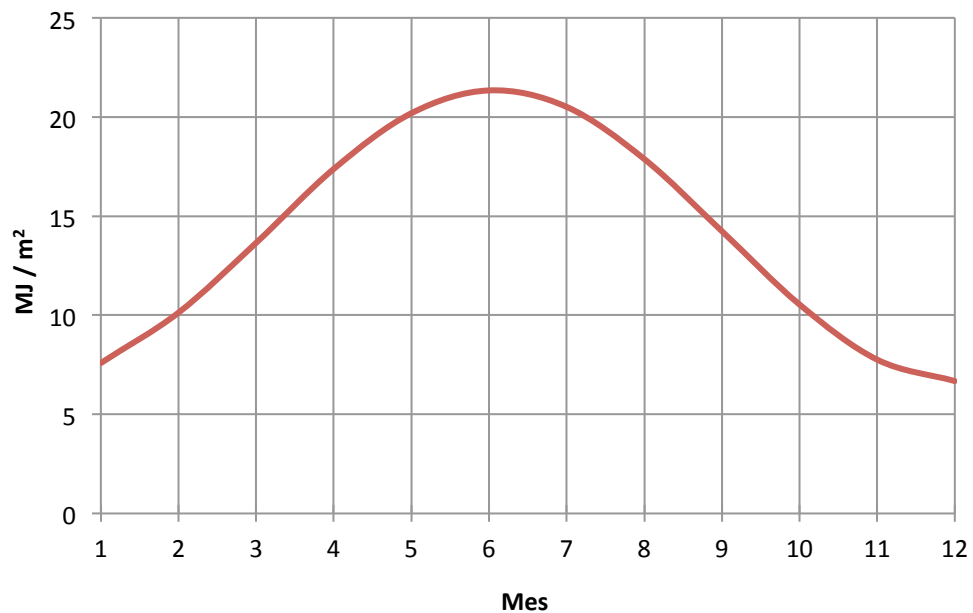
## Irradiació solar global diària

En MJ / m<sup>2</sup>:

Gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	M	A
7,60	10,13	13,65	17,38	20,19	21,34	20,51	17,88	14,24	10,54	7,76	6,68	14,01	7,42

**M:** radiació solar diària mitjana (en base anual) que es podria haver obtingut d'una sèrie de dades prou llarga (en el sentit climatològic).

**A:** relacionada amb l'amplitud mitjana de l'oscil·lació anual de la radiació solar al voltant del valor **M**.



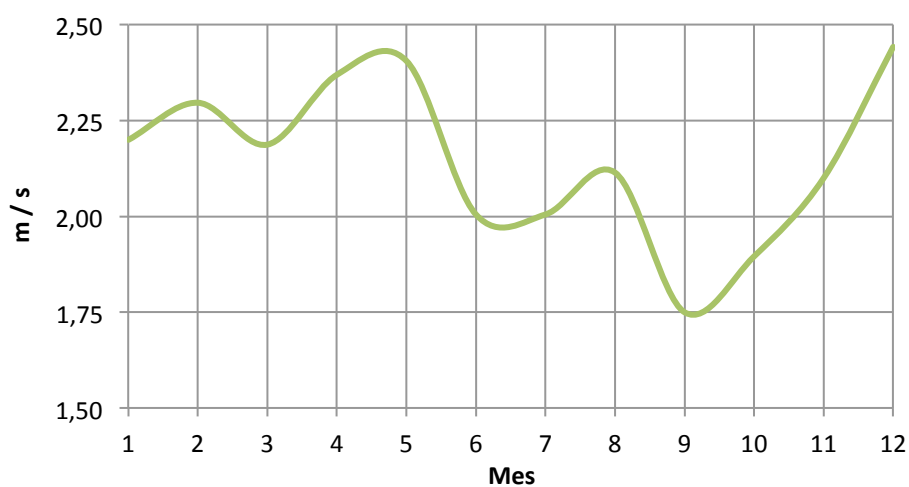
#### 4.1.2. Energia eòlica

Pel que fa al vent, la masia se situa a la part alta de la vall del Brugent, que per la seva orografia farà que la majoria de vents siguin de component nord o de component sud. Les següents dades corresponen al poble de Sant Feliu de Pallerols:

##### Velocitats<sup>5</sup>

En m/s :

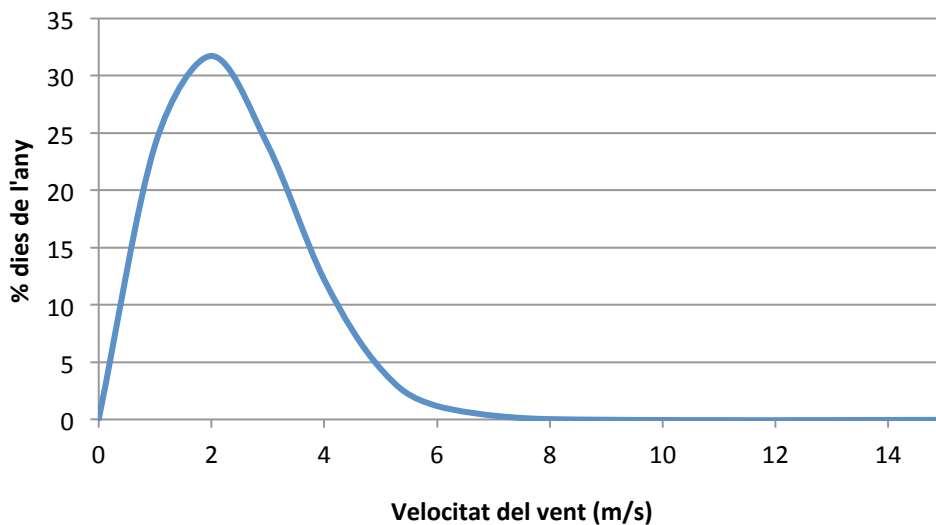
gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	anual
2,2	2,3	2,2	2,4	2,4	2,0	2,0	2,1	1,7	1,9	2,1	2,4	2,1



De totes maneres, en aquest apartat cal puntualitzar que les velocitats exposades anteriorment són únicament mitjanes i no reflecteixen la realitat de la localització, amb velocitats elevades i moments de calma segons la climatologia.

<sup>5</sup> Estació meteorològica ICTSANTF2, Weather Underground, <http://www.wunderground.com/>

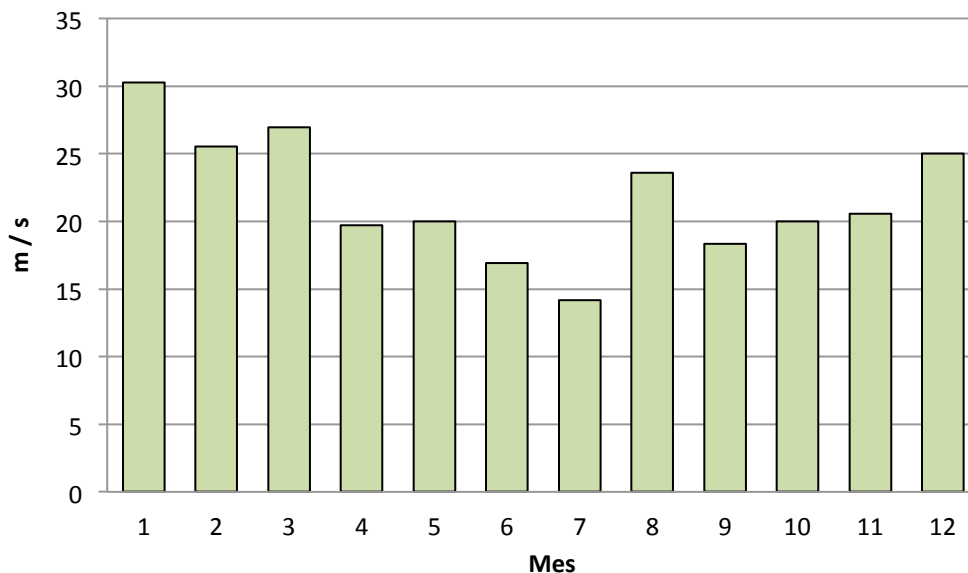
En aquests casos s'utilitza la distribució estadística de *Weibull*: una distribució de probabilitat contínua que té en compte l'efecte esmentat anteriorment, i situa el 50 % dels valors per sota i l'altre 50 % per sobre la mitjana (Weibull, 1951). Així, pels 2,1 m/s anuals:



### Ràfegues màximes<sup>6</sup>

En m/s :

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
30,3	25,6	26,9	19,7	20,0	16,9	14,2	23,6	18,3	20,0	20,6	25,0



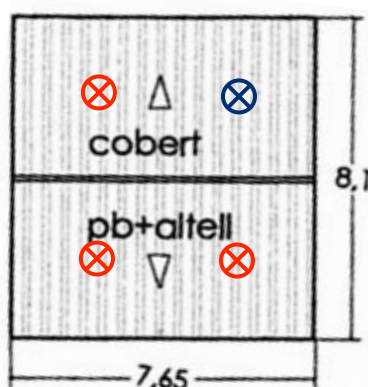
<sup>6</sup> Meteo Sant Feliu de Pallerols, <http://www.meteosantfeliu.com/>

## 4.2. Diagnosi i càlculs

A partir de les dades mostrades anteriorment, i de les necessitats de la llar, es realitzaran els càlculs pertinents per a disposar d'electricitat i aigua calenta les 24 hores del dia.

### 4.2.1. Electricitat

En primer lloc es tractaran els punts de llum. Se n'instal·laran cinc que cobriran les necessitats lumíniques de l'habitatge: 3 a la planta baixa, un a l'altell i un altre al soterrani. Quedaran de la següent manera, on el punt de llum blau indica tan el del soterrani com el de l'altell:



La casa és molt lluminosa, situada en un punt de la muntanya on sempre hi toca el sol, i amb grans finestres, fet que reduirà l'ús d'electricitat per a la generació de llum. S'estima un màxim d'ús de les 5 bombetes de 8 hores al dia en total al llarg de l'any.

La potència a instal·lar s'estimarà de la següent manera:

Aparell de consum	Potència	Unitats	Temps d'ús
Frigorífic – congelador	150 W	1	24 h / dia
Rentadora (en fred)	500 W	1	2 cops / setmana
Rentavaixelles	2.400 W	1	2 cops / setmana
Bombetes de baix consum	20 W	5	8 h / dia
Bomba de pou	750 W	1	1 h / dia

La duració d'un programa de rentat en fred és d'una hora aproximadament, i la d'un programa de rentavaixelles ronda la hora i mitja. D'aquesta manera es pot obtenir el consum i l'energia setmanal i el mitjana diària usades, que servirà per a calcular la mesura de les bateries. Els càlculs es realitzen mitjançant les següents fórmules, tenint en compte que 1W = 1J per segon:

#### Consum

$$\text{Consum (kWh)} = \text{Potència} \cdot 3600 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}}$$

**Energia diària**

$$Energia\ diària\ (KJ) = Potència \cdot 3600\ s \cdot \frac{1\ KW}{1000\ W} \cdot hores\ d'ús\ diari$$

Es multiplicarà per 7 per a obtenir la setmanal.

**Energia setmanal**

$$E.\ setmanal\ (KJ) = Potència \cdot 3600\ s \cdot \frac{1\ KW}{1000\ W} \cdot duració\ programa\ (h) \cdot usos\ setmanals$$

Es dividirà per 7 per a obtenir la mitjana diària.

D'aquesta manera s'obté la següent taula:

<b>Aparell de consum</b>	<b>Potència (W)</b>	<b>Consum (kWh)</b>	<b>Energia diària (KJ)</b>	<b>Energia setmanal (KJ)</b>
Frigorífic – congelador	150	540	12.960	90.720
Rentadora (en fred)	500	1.800	515	3.600
Rentavaixelles	2.400	8.640	3.703	25.920
Bombetes de baix consum	20	72	576	4.032
Bomba de pou	750	2.700	2.700	18.900
		<b>Total</b>	20.454 KJ	143.172

Així doncs, les plaques haurien d'aportar diàriament una mitjana d'uns **20.500 KJ**, si bé és cert que és una mitjana diària i no tots els dies caldrà aquesta aportació i altres dies en caldrà més.



## Solar fotovoltaica

Aquest tipus de font renovable serà la nostra principal subministradora d'energia. A la següent taula s'observa la irradiància en les diferents unitats usades pels càlculs:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
<i>MJ/m<sup>2</sup> dia</i>	7,60	10,13	13,65	17,38	20,19	21,34	20,51	17,88	14,24	10,54	7,76	6,68
<i>kWh/m<sup>2</sup> dia</i>	2,11	2,81	3,79	4,83	5,61	5,93	5,70	4,97	3,96	2,93	2,15	1,86
<i>W/m<sup>2</sup></i>	87,96	117,20	158,00	201,20	233,70	247,00	237,40	206,90	164,80	122,00	89,81	77,31

El següent són els factors de conversió usats pels càlculs:

**MJ → kWh**

$$1 \text{ MJ} \cdot \frac{1000 \text{ KJ}}{1 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3.600 \text{ KJ}}$$

**MJ/dia → W**

$$\frac{1 \text{ MJ}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ MW}}{1 \text{ MJ en un s}} \cdot \frac{10^6 \text{ W}}{1 \text{ MW}}$$

## Factor de correcció

Els watts per metre quadrat de la taula superior s'han mesurat en una superfície plana. Per a poder captar el màxim de radiació, s'ha d'inclinar la placa perquè quedi perpendicular als rajos incidents, com s'ha explicat al Marc Teòric.

Si s'inclinés la placa fins a 42º, els rajos arribarien perpendiculars. Com que a l'estiu, quan els rajos de sol arriben més verticals, no cal tanta energia, i a l'hivern, quan arriben més horitzontals, se'n necessita més, s'inclinà la placa més de 42º per a aconseguir un màxim rendiment en les èpoques de menys radiació.

Aquesta inclinació són 55º. El factor de correcció per a aquesta (IDAE, 2009) és el que potencia més l'energia rebuda a l'hivern, i els seus valors són:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
<i>k (latitud 42º, inclinació 55º)</i>	1,44	1,30	1,13	0,97	0,85	0,80	0,85	0,98	1,19	1,43	1,59	1,57

Llavors, els **watts per m<sup>2</sup>** que rep la placa en aquesta inclinació seran:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
	126,66	152,36	178,54	195,16	198,65	197,60	201,79	202,76	196,11	174,46	142,80	121,38

### Model de placa solar

Un cop obtinguda l'energia rep la casa cal optar per una placa solar. En aquest estudi, s'ha optat per usar una de les plaques més eficients del mercat i de fàcil obtenció al nostre país: la placa *SunPower E20*, model *SPR-333NE-WHT-D* (consultar annexes per a més informació), proporcionada per empreses locals tals com Empordà Solar<sup>7</sup>.

Els panells solars SunPower E20 proporcionen l'eficiència i el rendiment més elevats en l'actualitat. Amb la tecnologia *Cel·luna Maxeon™*, de SunPower, la sèrie E20 ofereix eficiències de conversió de panell molt elevades. El reduït coeficient tensió – temperatura i les prestacions excepcionals en condicions d'escassetat de llum de la sèrie E20 proporcionen un extraordinari rendiment energètic per watt de potència pic.

La placa en qüestió té una eficiència del **21,4 ± 0,6 %** (Green *et al.*, 2012).

Les mides són les següents:

- **Altura:** 1,559 m.
- **Amplada:** 1,046 m.



Placa solar Sunpower E20

A partir de l'eficiència esmentada anteriorment s'ha obtingut la següent taula, en W per m<sup>2</sup> de placa:

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
27,11	32,61	38,21	41,77	42,51	42,29	43,18	43,39	41,97	37,33	30,56	25,97

Les plaques havien d'aportar diàriament 20.500 KJ, és a dir:

$$\frac{20.500 \text{ KJ}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = 237,27 \text{ W}$$

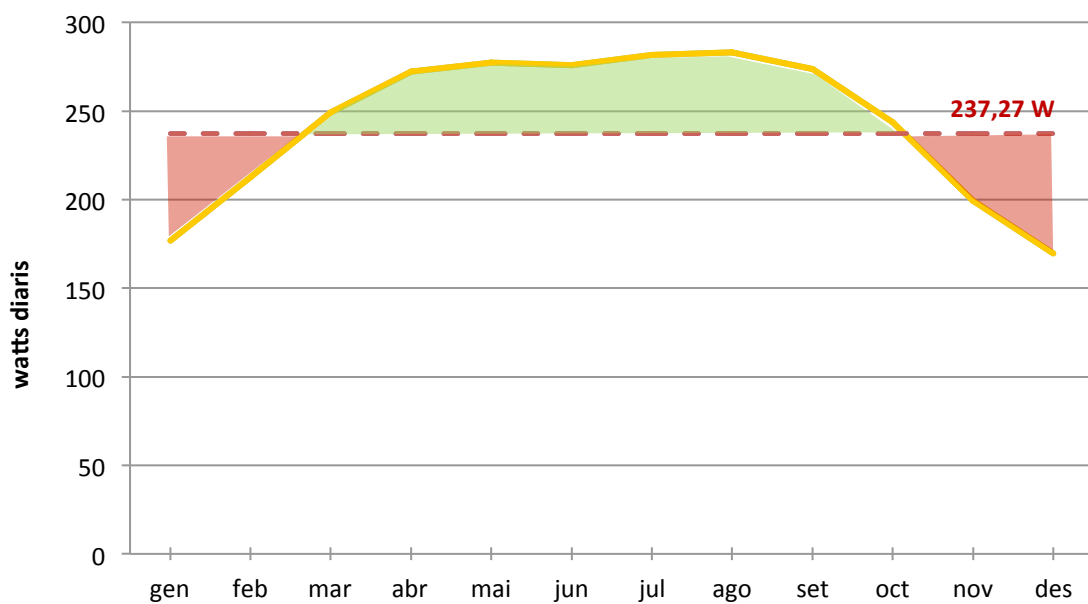
Llavors, a partir de la taula de la pàgina anterior i multiplicant per la mida i nombre de plaques obtenim els watts que ens donen aquestes. S'ha cregut oportú la instal·lació de 4 plaques per a cobrir la demanda esmentada anteriorment, de la següent manera:

Energia diària aportada per les plaques, en W:

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
176,81	212,68	249,22	272,43	277,29	275,83	281,68	283,03	273,75	243,53	199,33	169,43

<sup>7</sup> <http://www.empordasolar.com/>

El gràfic per mesos ens mostra el dèficit i el superàvit d'energia diaris:



Així doncs, aquest dèficit en els mesos de menys insolació caldrà obtenir-lo a partir de l'energia eòlica. L'excés d'energia no s'ha d'interpretar com a tal ja que únicament és una estimació, i hi pot haver dies on l'energia generada per les plaques sigui molt inferior.

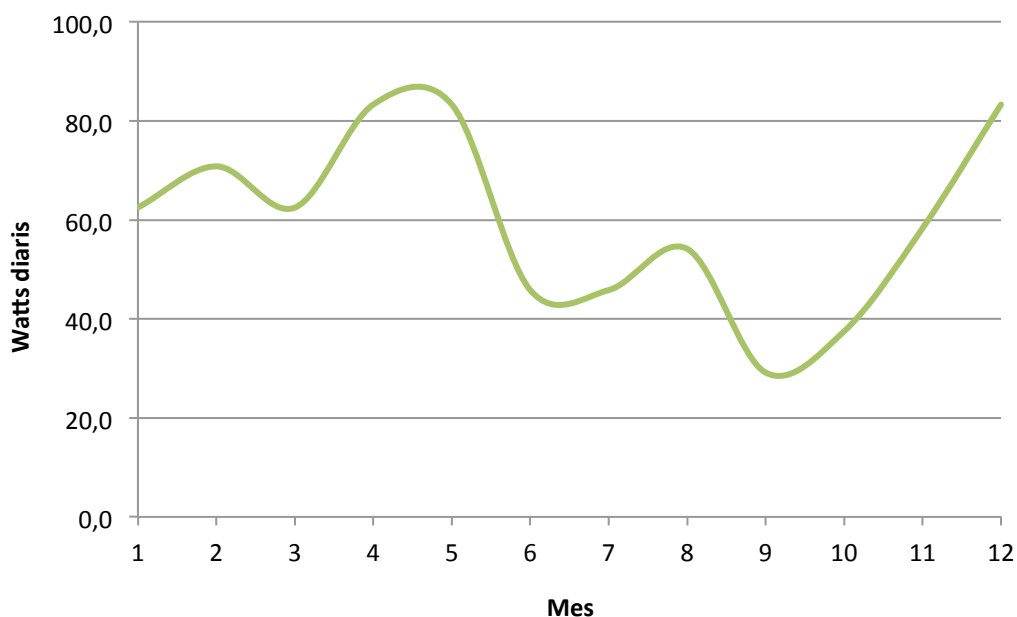
## Eòlica

La manca observada anteriorment serà coberta mitjançant una turbina que transformarà l'energia eòlica en electricitat.

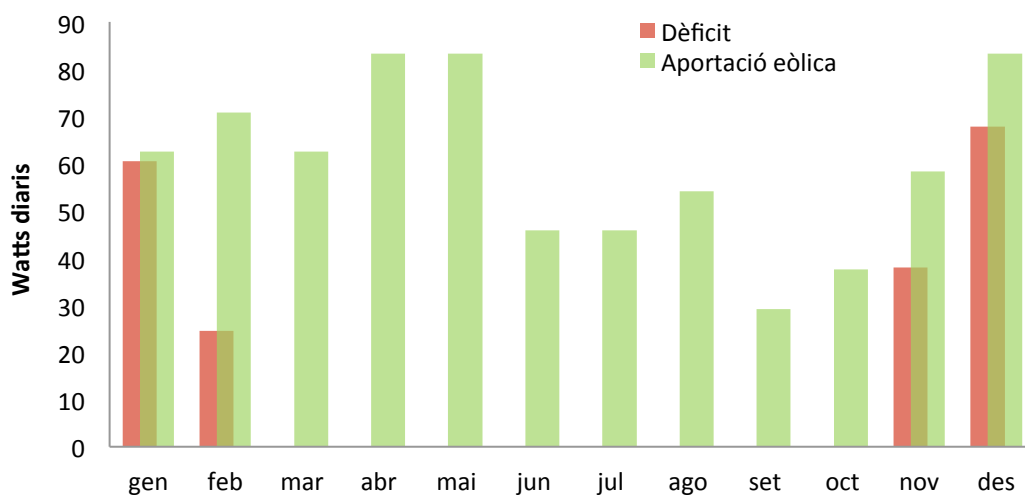
La turbina usada serà proporcionada també per Merkasol, i serà concretament el model *EOLOS* - 450 500W 24v. Aquest ens proporcionarà els **watts diaris** que s'observen a continuació:

gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
62,5	70,8	62,5	83,3	83,3	45,8	45,8	54,2	29,2	37,5	58,3	83,3

Gràficament:



I cobrirà el dèficit d'aquesta manera:



### *Model d'aerogenerador*

Com s'ha dit, el model emprat serà el *EOLOS - 450 500W 24v*. S'ha cregut convenient aquest model degut a la seva baixa velocitat d'arrancada i a la alta velocitat que pot suportar, sempre superior a les ràfegues màximes que han tingut lloc al municipi. A més, és un dels més silenciosos del mercat.

Les especificacions tècniques són les següents:

- **Número d'hèlices:** 3.
- **Fre electromagnètic.**

Les físiques:

- **Pes aerogenerador:** 25 kg.
- **Dimensions:** 119 x 45,72 x 24,5 cm.
- **Diàmetre d'aspes:** 140 cm

I, pel que fa a les velocitats del vent:

- **Per a arrancar:** 1,5 m/s.
- **Velocitat màxima del vent:** 60 m/s.

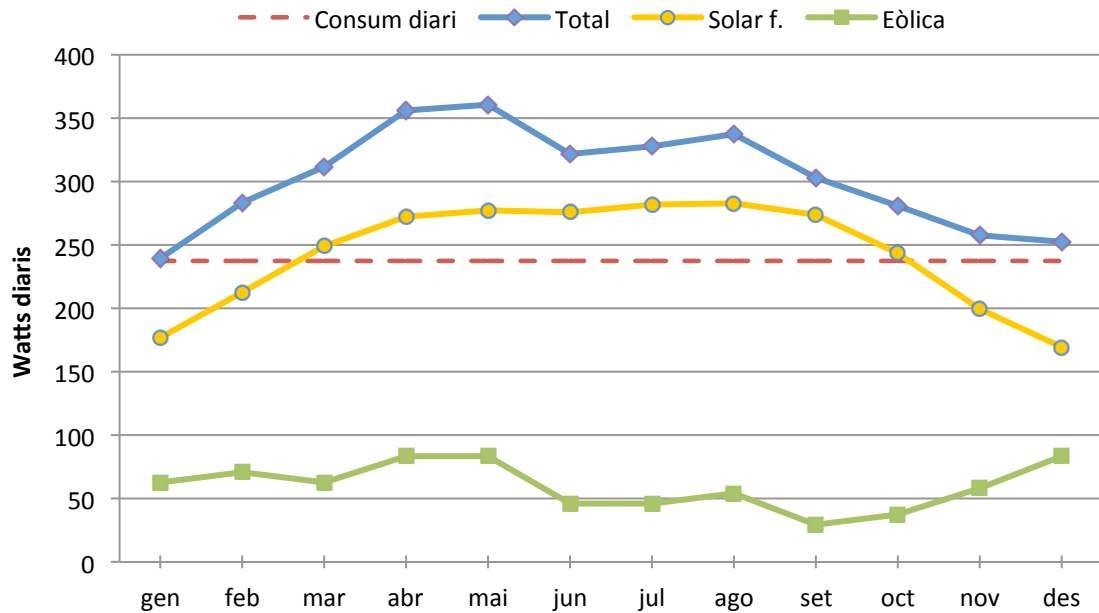


Aerogenerador EOLOS utilitzat

Necessitarem també d'una torre per a suportar l'aerogenerador. En el nostre cas, s'optarà per utilitzar una torre autosustentada de 12 metres, anomenada, *P – 700*, que ens proporcionarà la mateixa empresa que proporciona el molí.

### Total electricitat

Així doncs, amb la utilització d'energia solar i energia eòlica de forma combinada s'assegura que la generació d'energia diària és superior a la demanda, com il·lustra el següent gràfic:



Com es pot observar, tot i que durant els mesos d'hivern la generació sigui molt pròxima al consum, sempre existeix un marge que assegurarà suficient energia per a la llar.

### *Bateries, inversor i regulador de càrrega*

Per acumular l'energia abans de ser utilitzada, seran necessàries unes bateries. La capacitat de les bateries ve donada en *Ah*, ampers hora: la quantitat de càrrega elèctrica que circula per una secció d'un conductor per on passa un corrent de 1 amper durant 1 hora.

Diàriament es necessiten acumular com a mínim 20.500 KJ. S'optarà per a poder-ne acumular 25.000, i així tenir un marge amb més energia per a dies de poca generació i per als dies de més consum.

Tenint en compte que el voltatge de les bateries és de 12 V, la mida d'aquestes s'obté mitjançant els següents càlculs:

$$\text{Energia a subministrar (J)} = \text{Voltatge (V)} \cdot \text{Intensitat (Ah)} \cdot 3600$$

$$\text{Ah} = \frac{22.000.000 \text{ J}}{3.600 \cdot 12}$$

$$\text{Mida bateria} = 579 \text{ Ah}$$

Així doncs, les bateries tindran una mida de 600 Ah per a evitar una infravaloració del càlcul. Aquestes podran aportar un màxim de 25.920 KJ diaris.

L'empresa MerkaSol<sup>8</sup> proporciona bateries d'aquestes mides, i s'ha considerat com al model més adient el següent: *TAB OPzS Battery 6 2V 600Ah C10*, amb els 600 Ah calculats de capacitat i amb una vida de més de 20 anys.

La mateixa empresa proporciona inversors de corrent. En el nostre cas, necessitem passar dels 12 V de les bateries als 220 que consumeixen els electrodomèstics i, sobretot, passar del corrent continu a l'altern, pel que s'utilitzarà el model *Mastervolt AC Master 12v 500w*.

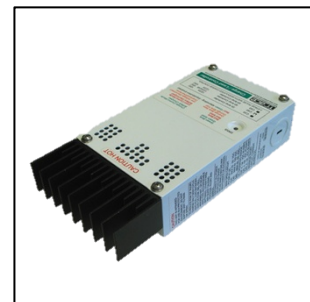
El regulador de càrrega emprat serà el model *Xantrex C60 12/24V 60A [C60]*, proporcionat per Teknosolar<sup>9</sup>.



Bateries



Inversor



Regulador de càrrega

<sup>8</sup> <http://www.merkasol.com/>

<sup>9</sup> <http://www.teknosolar.com/>

### 4.2.2. Aigua calenta

La demanda d'aigua calenta sanitària (ACS) de la casa, que correspon la dutxa, a les aixetes i al rentavaixelles, s'ha estimat de 35 litres per persona i dia a una temperatura de 45°C. Al viure-hi dos persones, la demanda total d'ACS és de 70 litres diaris. Aquests litres contempnen dues dutxes diàries o, quan s'utilitzi el rentavaixelles, únicament una dutxa

En aquest tipus d'instal·lacions se sol escalfar l'aigua inicialment fins a 60°C per allunyar-se del rang de 35 - 37°C, on la proliferació de la legionel·la és major, i així evitar problemes amb aquesta. En aquest cas, l'aigua de consum és la del pou de la propietat i no hi ha risc en el seu consum. Així, s'han fet els càlculs, seguint tots els passos descrits per IDAE, per a què l'aigua s'escalfi inicialment a 45°C i es distribueixi després.

D'aquesta manera es confecciona la següent taula:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
<i>m<sup>3</sup> mensuals</i>	2,19	2,05	2,19	2,12	2,19	2,12	2,19	2,19	2,12	2,19	2,12	2,19
<i>T<sup>a</sup> aigua (°C)</i>	9,7	10,2	11,5	13,2	15,8	18,15	21,7	21,6	18,2	12,85	10,25	9,5
<i>Salt tèrmic (°C)</i>	35,3	34,8	33,5	31,8	29,2	26,85	23,3	23,4	26,8	32,15	34,75	35,5
<i>MJ mensuals</i>	323	298	306	281	267	237	213	214	237	294	307	325
<i>MJ diaris</i>	10,42	10,27	9,89	9,39	8,62	7,93	6,88	6,91	7,91	9,49	10,26	10,48

On **m<sup>3</sup> mensuals**: consum mensual d'ACS de la casa.

**T<sup>a</sup> aigua**: temperatura a la que arriba l'aigua al captador.

**Salt tèrmic**: diferència entre la temperatura d'ús (45°C) i la de l'aigua que arriba.

A partir d'aquest i del consum mensual, s'han pogut calcular les necessitats mensuals en tèrmies a partir de la fórmula:

$$Q \text{ (tèrmies)} = m^3 \text{ (consum)} \cdot C_p \text{ (calor específica de l'aigua)} \cdot \Delta T$$

$$1 \text{ Tèrmia} = 4,184 \text{ MJ}$$

Amb la utilització del mateix factor de correcció utilitzat anteriorment, per una latitud de 42° i una inclinació dels captadors de 55°, podem obtenir la intensitat dividint l'energia que arriba per les hores útils diàriament (IDAE).

A partir de la irradiància, i aplicant el factor de correcció k, trobem l'energia útil (MJ). Aquesta és l'energia que arriba als col·lectors, corregida tenint en compte la brutícia i l'envelliment de la instal·lació amb el pas del temps (es multiplica per 0,97) i per compensar el fet de que en realitat els rajos del sol no arriben del tot perpendiculars (es torna a multiplicar per 0,97).



D'aquesta manera s'obté la següent taula:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
<i>MJ/m<sup>2</sup> dia</i>	7,6	10,13	13,65	17,38	20,19	21,34	20,51	17,88	14,24	10,54	7,76	6,68
<i>k</i>	1,44	1,3	1,13	0,97	0,85	0,8	0,85	0,98	1,19	1,43	1,59	1,57
<i>E útil(MJ)</i>	10,94	13,17	15,42	16,86	17,16	17,07	17,43	17,52	16,95	15,07	12,34	10,49
<i>hores útils</i>	8	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	9	8	7,5
<i>W/m<sup>2</sup></i>	352,2	385,0	446,5	506,4	538,3	551,4	546,8	560,2	512,3	434,2	390,1	353,5
<i>°C hores de sol</i>	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10

La intensitat, juntament amb la temperatura ambient durant les hores de sol (IDAE) i del rendiment òptic de la placa (rendiment del panell sense tenir en compte les pèrdues), a més els coeficients de pèrdua de calor per convecció i radiació d'aquesta (proporcionats pel fabricant) permet conèixer el rendiment real del col·lector de la següent manera:

$$\eta = \eta_0 - a \cdot \frac{\Delta T}{I} - b \cdot \frac{\Delta T^2}{I}$$

On  $\eta$ : rendiment real del col·lector (tan per 1).

$\eta_0$ : coeficient òptic el panell (0,71).

$\Delta T$ : diferència entre la temperatura d'entrada de l'aigua (45°C) i la de l'ambient durant les hores de sol.

$a$ : coeficient de pèrdua de calor per convecció ó coeficient primari de pèrdues (3,38 W/m<sup>2</sup>).

$b$ : coeficient de pèrdua de calor per radiació ó coeficient secundari de pèrdues (0,01 W/m<sup>2</sup>)

$I$ : intensitat de la radiació (W/m<sup>2</sup>)

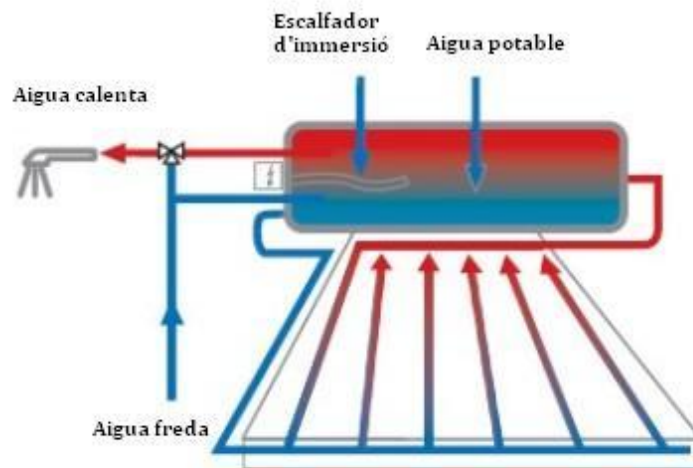
A partir d'aquí, trobem:

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
<i>MJ totals / m<sup>2</sup></i>	10,94	13,17	15,42	16,86	17,16	17,07	17,43	17,52	16,95	15,07	12,34	10,49
<i>Rendiment <math>\eta</math></i>	0,33	0,37	0,43	0,47	0,51	0,54	0,57	0,57	0,55	0,48	0,42	0,35
<i>MJ útils / m<sup>2</sup></i>	3,61	4,87	6,63	7,92	8,75	9,22	9,94	9,99	9,32	7,23	5,18	3,67
<i>MJ / m<sup>2</sup> al dia</i>	3,07	4,14	5,64	6,74	7,44	7,84	8,45	8,49	7,92	6,15	4,40	3,12
<i>Mj / m<sup>2</sup> al mes</i>	95,2	120,1	174,8	202,1	230,6	235,1	261,8	263,2	237,7	190,6	132,1	96,7

On es troben els MJ útils multiplicant l'energia que arriba total pel rendiment. Seguidament, per a obtenir els MJ generats per m<sup>2</sup> al dia es multiplicarà per 0,85, ja que un 15 % es perd per pèrdues calorífiques.

### *Model de termosifó*

El termosifó és una instal·lació en la que el fluid de treball circula per convecció lliure, de manera que és l'opció més econòmica. No requereix cap bomba gracies a què l'aigua calenta puja per si mateixa, però el tanc d'aigua ha d'estar col·locat sobre el panell solar per captar i guardar l'aigua calenta durant el dia i la nit per a què es pugui fer servir quan calgui. Tampoc necessita electricitat i són sistemes petits, barats i ràpids de muntar; perfectes per una o dues persones.



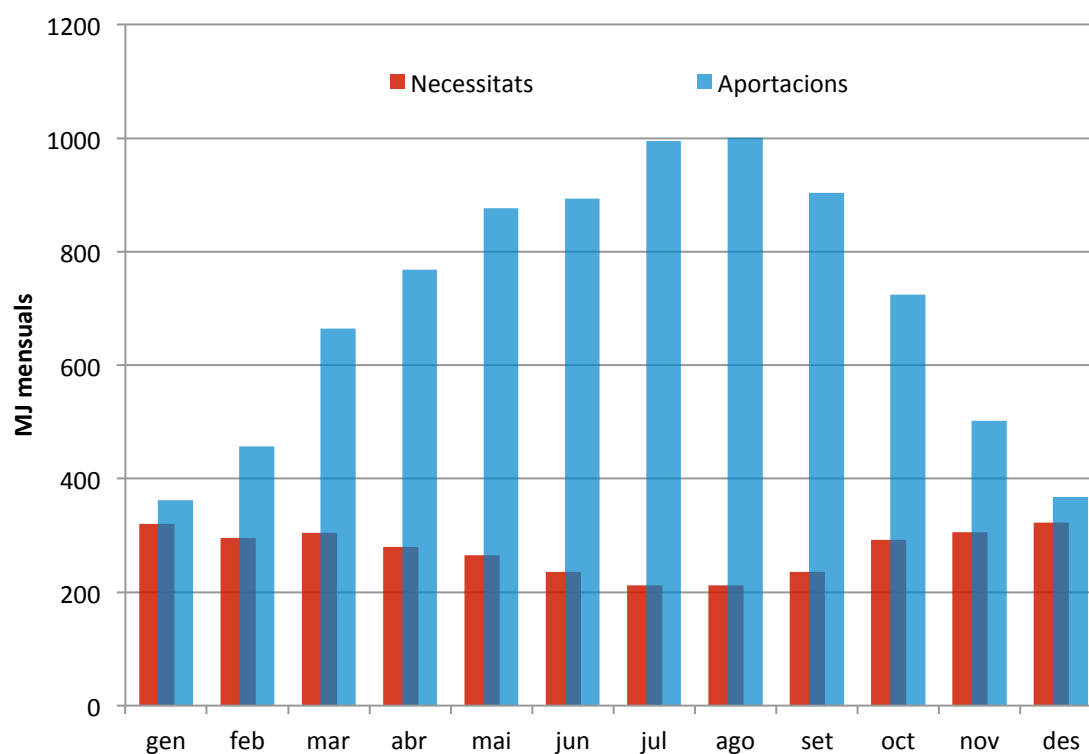
Funcionament d'un termosifó, elaboració pròpia a partir de Google Imatges.

Després de comparar el rendiment i el preu de diferents termosifons, s'ha triat el captador solar tèrmic *TDS200-TPS-2* de DANOSA SOLAR<sup>10</sup>, compost per:

- Dos panells DS09-20S de superfície útil 3,8 m<sup>2</sup>, amb aïllament tèrmic de llana de roca de 40 mm de espessor.
- Estructura de suport per coberta plana.
- Interacumulador situat sobre el panell, model AT200L, de 200 L, especial per a exteriors i protecció contra corrosió mitjançant ànode de magnesi.

<sup>10</sup> <http://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?cmd=volverHome&lng=1&site=1>

D'aquesta manera, amb els 3,8 m<sup>2</sup> de superfície útil es cobreixen les necessitats de la següent manera:



Així, tot i que durant els mesos de més calor s'aporta molta més energia de la que es necessita, durant els mesos de fred es compleix amb la demanda.

## V. AIGÜES

En aquest capítol es tractarà tot el que fa referència al sanejament i a la captació d'aigües pluvials.

### 5.1. Sanejament

Al tractar-se d'una edificació aïllada, en certa manera els recursos són si fa no fa limitats, i el consum d'aigua hauria de ser el més baix possible. A més, no seria bo una sobreexplotació de l'aqüífer. Per a aconseguir això s'han de prendre diverses mesures pel que fa al consum d'aigua:

- Per a rentar la roba és farà servir una rentadora de baix consum (**42 litres** d'aigua per rentada) i només s'usarà dos cops a la setmana.
- El consum d'aigua per a cuinar serà de **2 litres** diaris aproximadament, tot i que aquesta no serà la activitat més limitada.
- El consum d'aigua per a la dutxa haurà de reduir-se ja que sol ser una de les activitats que més gasta. Cada persona es podrà dutxar com a màxim un cop cada dos dies.
- Rentar-se les mans no és una activitat que consumeixi molta aigua però s'estima un consum al voltant de **1,5 litres** diaris.
- Per a rentar els plats s'usarà un rentavaixelles de **30 litres**, de baix consum i menys consumidor que el rentat manual. Es podrà posar en marxa 2 cops per setmana, un nombre suficient de vegades per a una llar amb dos persones.
- Pel que fa al lavabo, se n'implantarà un de **6 litres** de capacitat però aplicant-hi un contrapès a la cisterna que faci reduir el consum a la meitat.

Consum d'aigua per a dos persones:

Origen	Consum diari (L)	Consum setmanal (L)
<b>Rentadora</b>	12	84
<b>Cuina</b>	2	14
<b>Dutxa</b>	35	245
<b>Rentat de mans</b>	1,5	10,5
<b>Rentavaixelles</b>	8,5	60
<b>Lavabo de baix consum</b>	12	84
<b>Total</b>	71	497,5

Així, setmanalment es necessitaran aproximadament **500 litres** d'aigua obtinguts del pou.

Gran part d'aquest consum d'aigua acabarà formant part de les aigües residuals que produeix la casa.

### 5.1.1. Aigües grises

Per a la depuració d'aigües grises, s'optarà a petició dels clients per un sistema d'aiguamolls construïts. Aquest sistema també pot depurar les aigües negres, i consisteix en recollir els residus en llacunes i deixar-los reposar fins que la matèria orgànica que contenen s'estabilitza per descomposició bacteriana.

La gran limitació que solen tenir els aiguamolls construïts és l'espai que ocupen. De totes maneres, a la masia ja hi ha una bassa situada uns metres més avall de la casa, per la qual cosa és la ubicació idònia per a aquesta ja que no en serà necessària la construcció i les aigües hi aniran per gravetat.

#### Càlculs

Les aigües grises són les que provenen dels següents processos:

Origen	Producció diària (L)	Producció setmanal (L)
Rentadora	12	84
Dutxa	35	245
Rentat de mans	1,5	10,5
Rentavaixelles	8,5	60
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>399,5</b>

Si es té en compte que el temps que triga l'aigua fins a recuperar les seves propietats inicials de forma acceptable és d'entre **20 i 40 dies** (s'agafaran com a terme mig 30 dies, tot i que al ser només aigües grises podrien ser ben bé 20 dies), i es desguassen uns 57 litres al dia, podem calcular les dimensions que hauria de tenir l'estany construït:

$$V = Q \cdot T$$

$$V = 57 \text{ dm}^3/\text{dia} \cdot 30 \text{ dies} = 1710 \text{ dm}^3 = 1,71 \text{ m}^3$$

Així, segons el cabal de sortida de la casa i els dies necessaris per a depurar aquesta aigua, el volum mínim que s'hauria d'emprar és de **1,71 m<sup>3</sup>**.

L'efluent de les aigües grises anirà a un dipòsit que s'utilitzarà per al reg de l'hort.

#### Model de llacuna

La casa compta amb una bassa adient per a aquesta funció, ja que amb 12,25 m<sup>2</sup> i una profunditat de 0,2 metres s'obtindrà un volum 2,45 m<sup>3</sup>, suficient per a prevenir els efectes de glaçades. A més, la bassa no estarà plena, pel que també previndrà els efectes de grans pluges.

D'aquesta manera, s'aconsegueix una llacuna aeròbia, ja que la llum penetra tota la profunditat de l'aiguamoll. S'hi plantarà canyís degut a la seva gran productivitat, ja que és una planta que es renova anualment

### 5.1.2. Aigües negres

Les aigües negres són aquelles aigües que, en el nostre cas, provenen de cuina i del lavabo. És molt difícil donar-les-hi un us, ja que poden contenir productes molt difícils d'eliminar, i que per tant s'emmagatzemen per tal que no afectin a l'entorn.

Utilitzarem una depuradora biològica de decantació de tres cambres. Anualment es podrà procedir a buidar les  $\frac{3}{4}$  parts dels primers compartiments ja que la matèria orgànica ja estarà prou degradada i podrà ser abocada a l'exterior en una zona adequada.

#### Càlculs

Per a realitzar els càlculs, s'estimarà que el volum d'aigua consumida al procés és el mateix que en surt i, per tant, que s'ha de sanejar.

Seguidament s'observa la taula de consums referents a activitats desemboquen en la depuradora biològica, en litres:

Origen	Producció diària	Producció setmanal	Producció anual
Cuina	2	14	728
Lavabo de baix consum	12	84	4368
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>98</b>	<b>5096</b>

El volum d'aigua que hauria d'entrar a la depuradora biològica de decantació setmanalment seria, aproximadament, de **98** litres; i de **5096** litres a l'any. Per tant hem d'entendre que seria necessari un dipòsit de poc més de 5000 litres per complir amb els nostres requisits.

#### Depuradora

El model que recomanem és la *DEPURADORA FOSA FILTRE FF 20 Volum 6000 - D mm 1725 - L mm 3000 - Tub. mm 125*, proporcionada per l'empresa Filtec<sup>11</sup>.

Aquesta depuradora està composta per un sistema de sedimentació primari amb digestió anaeròbia de fangs seguit d'un tractament mitjançant un filtre biològic. El sistema compleix la normativa d'abocament actual espanyola, corresponent al *Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Real Decreto 849/11986*.

El tractament que realitza la depuradora es compon de les següents operacions:

- **Decantador – digestor:** realitza la sedimentació primària i la digestió dels fangs.
- **Filtre biològic:** és on té lloc el tractament d'oxidació biològica de la matèria orgànica, a partir de microorganismes i amb una aportació d'oxigen. Està compost d'un material de rebliment de plàstic d'alt rendiment que proporciona una major efectivitat en el procés i menys problemes de manteniment que de rebliment mineral.

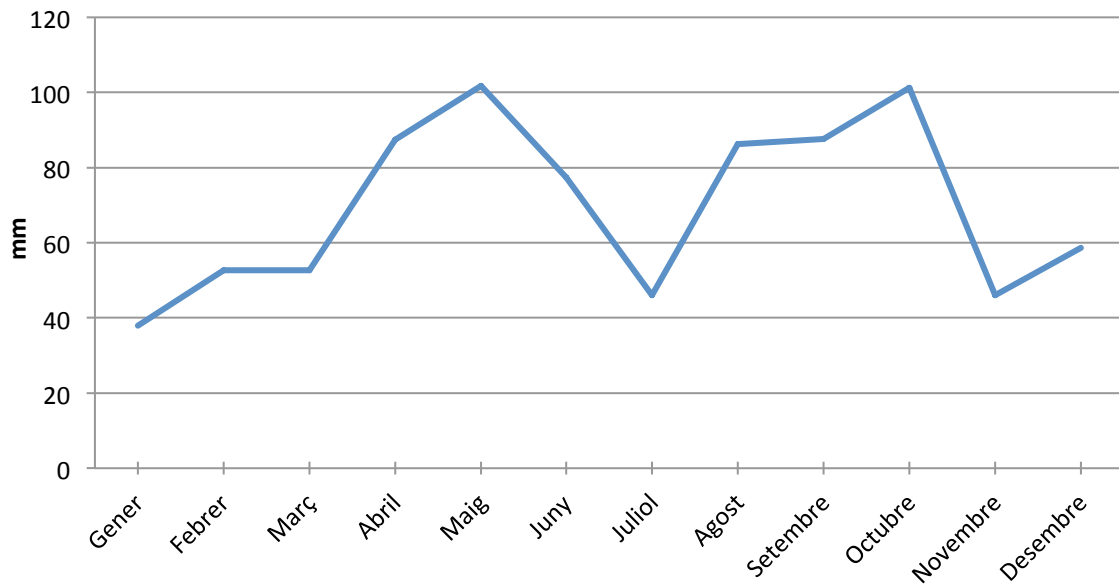
<sup>11</sup> <http://www.ictisp.com/>

## 5.2. Captació d'aigües pluvials

Les aigües pluvials s'utilitzaran per al reg de l'hort.

La següent taula ens mostra la mitjana, en mm o l/m<sup>2</sup>, d'aigua caiguda mensualment a l'estació de mesura d'Olot:

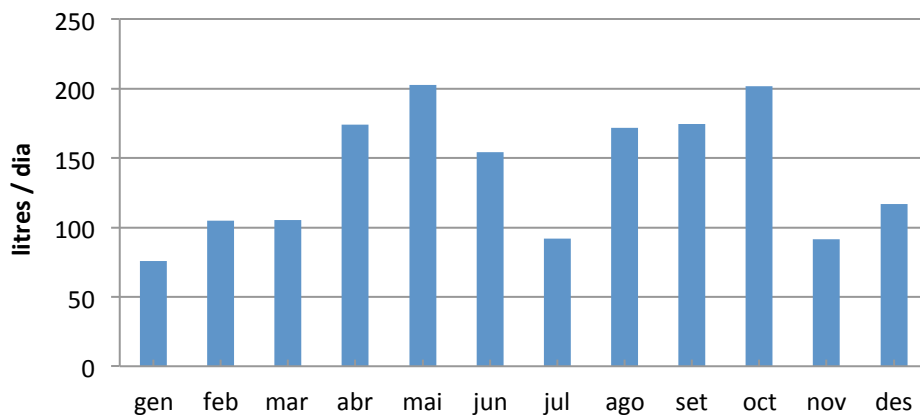
gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
37,9	52,6	52,7	87,4	101,7	77,4	46,1	86,2	87,6	101,2	46,0	58,6



S'observa que plou durant tot l'any, una característica de la comarca de la Garrotxa i que no es comparteix amb altres comarques mediterrànies.

La superfície de captació d'aigües pluvials serà la teulada de la residència dels clients, on s'està duent a terme l'estudi.

Si tenim en compte la superfície de la teulada, de 61,8 m<sup>2</sup>, aquest gràfic indica la quantitat mitjana diària que es podrà acumular:



La teulada es netejarà d'elements pertorbadors sense funcionalitat, és a dir, elements orgànics, sòlids inerts, elements metàl·lics (prevenció d'una posterior oxidació) i de tot tipus d'elements que poden perjudicar l'aigua i components del sistema.

En la residència actual, als 61,8 m<sup>2</sup> de teulada l'aigua captada s'evacua per dos laterals diferents. Cada un d'ells està compost per 30.9 m<sup>2</sup>. Una vegada recollida d'aigua dels 2 pendents es poden ajuntar els 2 cabals en un cabal per a un millor transport i reducció de tubs en direcció al tanc d'emmagatzematge.

En les canals s'hi haurà de col·locar una reixa de filtratge, no corrosiva, de diàmetre 0.5 centímetres al llarg d'aquestes per a evitar l'entrada de material que col·lapsi el sistema.

La localització del tanc d'emmagatzematge seria per sota de la bassa. Així, per gravetat, tant les aigües provinents de sistema d'aiguamolls construïts com la provinent de la recollida de pluvials es dirigiran al dipòsit.

El tanc haurà de ser:

- Hermètic per prevenir pèrdues d'aigua i/o entrades de material nociu per una bona conservació de l'aigua.
- Haurà de comptar amb un tub de respiració, protegit d'entrades de material nociu perquè en el moment d'entrada d'aigua no es col·lapsi el sistema. Així, l'aigua que entra pot desallotjar l'aire del dipòsit a través d'aquest tub.

Es podrà reduir l'impacte visual de tots els components pintant-los amb una coloració fosca.

### *Dipòsit*

S'optarà per un dipòsit de 3 m<sup>3</sup>: *Scütz Aqua Battery Tank 3.000 litres (Ref. 40002403)*, proporcionat per l'empresa SoloStocks<sup>12</sup>. Una mida de 3000 litres serà més que suficient per al rec de l'hort i per a acumular l'aigua que s'obtindrà.

Es tracta d'un dipòsit de polietilè d'alta densitat, ideal per a ambients exteriors. Aquest compta amb un sobreexidor que expulsa l'aigua que hi entra quan aquest està ple.

Aquest dipòsit té les següents mides:

- **Llargada:** 220 cm
- **Amplada:** 99 cm
- **Alçada:** 157 cm



Dipòsit emprat

<sup>12</sup> <http://www.solostocks.com/>



## **VI. SUPORT GRÀFIC**

### **6.1. Situació i emplaçament**



## 6.2. Planta



### 6.3. Alçats





## 6.4. Projectió







## VII. CONCLUSIONS

### 7.1. Epíleg

En primer lloc, volem dir que tenim la sensació que moltes de les parts del projecte quedaven fora del nostre coneixement. El fet de tractar un tema on la carrera de Ciències Ambientals hi està relacionada, però no de manera estricta, ha fet que haguéssim de consultar moltes fonts per a la realització dels càlculs, sobretot pel que fa a l'energia solar tèrmica i als captadors solars. De totes maneres pensem que ens n'hem sortit, i que s'han complert els objectius d'aquest projecte.

El pressupost s'ha presentat, i amb tots els càlculs que el justifiquen. S'ha intentat que el cost econòmic fos el menor possible, escollint materials i tecnologies amb una bona relació qualitat – preu i, sobretot, fiables. D'aquesta manera, únicament amb el cost de fer-hi arribar la línia elèctrica (fins a 30.000 € el quilòmetre, al tipus d'emplaçament on es troba la casa) ja es pot observar com resulta molt més rendible les alternatives proposades en aquest projecte, que a més també inclouen sanejament.

I no només això. La degradació ambiental que suposaria l'estesa de les línies ja feia descartar-ho des de bon principi. A més, els tràmits legals que pels que haurien de passar els propietaris, degut a l'entorn privilegiat i protegit on s'ubica la casa (al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa) també s'eviten d'aquesta manera.

S'ha intentat també d'integrar les tecnologies al màxim amb l'entorn, i aprofitar les possibilitats d'aquest. Això s'ha aconseguit amb temes com la llacuna aeròbia o l'aprofitament de la teulada o del pendent existent, i ens ha deixat molt satisfets a nosaltres i als propietaris.

A partir de l'execució del projecte, a decisió dels propietaris, aquests passarien a disposar de les comoditats que actualment desitgen: electricitat, aigua calenta i sanejament. A més, els habitants de La Baga actualment ja disposen d'una caldera de biomassa, la qual utilitzen els mesos més freds amb massa forestal obtinguda de l'entorn, pel que gaudirien, finalment, de totes les comoditats de les que requerien.

En cas que aquest projecte es repeteixi en un futur, seria interessant mirar l'aïllament tèrmic de l'habitacl i, com que no sempre es disposarà d'una caldera, obtenir una solució sostenible per a l'escalfament de la llar. Per a fer els càlculs pertinents, però, calen programaris molt complexos i específics, com el LIDER<sup>13</sup> o el CALENER<sup>14</sup>, que aquest cop si que s'escaparien del nostre coneixement.

També podria ser rellevant un estudi del nivell freàtic ja que, al extreure tota l'aigua del pou, caldria saber el cabal màxim d'extracció i l'estat de salut de l'aqüífer.

<sup>13</sup> [http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto\\_0002.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0002.html)

<sup>14</sup> <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/programacalener/paginas/documentosreconocidos.aspx>

Pel que fa al treball en grup no ens ha sorprès comprovar que la coordinació entre els membres és sempre complicada, i fet de tenir un dels membres estudiant a l'estranger encara ha dificultat més la tasca. Com en tots els projectes en grup, n'hi ha que treballen més i d'altres menys, però amb una bona predisposició i enteniment això es pot solucionar. Tot i això, perquè el grup funcioni bé sempre hi ha d'haver algú que tingui la veu cantant.

Per acabar, opinem que la construcció de l'habitatge totalment sostenible és possible. Tot i que actualment no ho sembli, quan la consciència ambiental comenci a pesar més que l'econòmica, i ja ho està començant a fer, en un futur ho serà. La gent estarà més predisposada, l'Estat canviarà de política i incentivarà aquestes tecnologies, i aquestes hauran millorat en eficiència i rendiment. Serà més fàcil construir habitatges totalment autònoms.

Però esperem que aquests es construeixin voluntàriament, i no com a últim recurs en vistes a les possibles condicions pèssimes del planeta.

I esperem ser-hi. I ajudar.

## 7.2. Agraïments

En primer lloc, voldríem agrair als nostres dos tutors, en Jesús Colprim i l'Emili Mató, per la col·laboració oferta i pel seguiment en la realització del projecte. Ens hauria estat molt més difícil sense el seu ajut.

Després de la inestimable ajuda del tutors, cal fer ressenya de l'ajuda de l'empresa familiar d'un membre del grup, el despatx d'arquitectes Pla i Padrosa.

També volíem agrair als propietaris de la casa la seva inestimable disponibilitat per tot el que ens ha fet falta.

Per acabar, agrair al web Meteo Sant Feliu de Pallerols l'accés a les seves dades, sense les quals hagués estat molt difícil o poc precisa la realització d'alguns apartats.

No podem oblidar, tampoc,

El bar de la Facultat de Ciències, per aguantar-nos cada matí; al restaurant Can Guix, per delectar-nos amb la seva cuina durant les visites a la casa; a les begudes energètiques en aquelles llargues tardes de feina; al senyor Zuckerberg, per deixar penjar fitxers a la seva pàgina web; a Can Burguès, pel seus grans dinars al sol; a Catània, perquè la distància va imposar respecte i, sobretot, als últims deu minuts, que es van convertir en les últimes deu hores.

Moltes gràcies a tots.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ, C. (2006). Manual de energías renovables, nº3: Energía eólica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.

ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA. (2011). Eólica ' 11.

ASOCIACIÓN SOLAR DE LA INDÚSTRIA TÉRMICA. (2008). La guía ASIT de la energía térmica.

BRIX, H. (1994). Use of constructed wetlands in water pollution control: Historical development, present status, and future perspectives. *Water Science and Technology* 30(8): 209-223.

CASARIEGO, F. (2007). Líneas eléctricas. Estudio de costes. Oviedo.

DELOITTE. (2011). Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España. Asociación empresarial eólica.

GREEN, M. *et al.* (2012). Sollar cell efficiency tables (version 39). *Prog. Photovolt: Res. Appl.* 2012; 20 : 12 – 20.

INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA. (2000). Atlas de Radiació Solar a Catalunya. Barcelona.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. (2009). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura.

MARSTEINER *et al.* (1996). The influence of macrophytes on subsurface flow wetland hydraulics, 5<sup>th</sup> International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Vienna.

MATAMOROS, V. (2007). Comportament de contaminants orgànics en aiguamolls construïts i formació de subproductes de desinfecció durant el procés de regeneració d'aigües residuals. CSIC i Universitat de Barcelona.

PÉREZ, C. i KLAMBURG, G. (2007). Depuració natural d'aigües residuals. *Bioconstrucció - Agroicultura / CAT*.

PLACCO. C. Colectores solares para agua caliente. *INENCO, UNSa – CONICET*.

Varis autors; Environmental Protection Agency. (1994). A handbook of constructed wetlands. *U.S. G.P.O., Supt. of Docs*, Washington DC, EE.UU.

VYMAZAL, J. *et al.* (1999). Nutrient cycling and retention in natural and constructed wetlands. *Leiden : Bachhuys, c1999*.

WEIBULL, W. (1951). A statistical distribution function of wide applicability. *J. Appl. Mech.-Trans. ASME* 18(3), 293-297.

**IX. PRESSUPOST**

Capítol	Descripció	Quantitat	Preu (€ / unitat)	Import (€) sense I.V.A.
<b>Solar fotovoltaica</b>	Placa fotovoltaica SunPower E20	4	516,15	2064,60
	Regulador de càrrega Xantrex C60 12/24V 60A [C60]	1	140,00	140,00
	Acumuladors d'energia TAB OPzS Battery 6 2V 600Ah C10	1	1248,73	1248,73
	Inversor Mastervolt AC Master 12v 500w	1	334,75	334,75
	Suports / unions / despeses de transport	5	20,00	100,00
	Operari	3	4 hores (25 € / 1 hora)	300,00
	<b>Total capítol</b>			<b>4188,08</b>
<b>Eòlica</b>	Aerogenerador EOLOS - 450 500W 24v	1	790,60	790,60
	Torre aerogenerador autosustentada P - 700	1	435,42	435,42
	Suports / unions / despeses de transport	3	20,00	60,00
	Operari	3	2 hores (25 € / 1 hora)	150,00
	<b>Total capítol</b>			<b>1436,02</b>
<b>Solar tèrmica</b>	Captador solar + acumulador + suport Danosa Solar TDS200-TPS-2	1	1923,83	1923,83
	Canalització / unions / despeses de transport	5	20,00	100,00
	Operari	2	4 hores (25 € / 1 hora)	200,00
	<b>Total capítol</b>			<b>2223,83</b>
<b>Aiguamolls construïts</b>	Tubs de canalització	10	10 € / 1 metre	100,00
	Suports / unions / despeses de transport	5	20,00	100,00
	Operari	3	7 hores (25 € / 1 hora)	525,00
	<b>Total capítol</b>			<b>725,00</b>
<b>Aigües negres</b>	Depuradora fossa FILTRE FF 20 Volum 6000 - D mm 1725 - L mm 3000 - Tub. mm 125	1	2738,06	2738,06
	Suports / unions / despeses de transport	3	20,00	60,00
	Operari	2	4 hores (25 € / 1 hora)	200,00
	<b>Total capítol</b>			<b>2998,06</b>

<b>Aigües pluvials</b>	Schütz Aqua Battery Tank 3.000 litres	1	730,00	730,00
	Canals de captació	16	20 € / 1 metre	320,00
	Tubs de canalització	15	10 € / 1 metre	150,00
	Suports / unions / despeses de transport	5	20,00	100,00
	Operari	2	4 hores (25 € / 1 hora)	200,00
	<b>Total capítol</b>			<b>1500,00</b>

<b>RESUM DE CAPÍTOLS</b>			<b>%</b>
<b>01</b>	Solar fotovoltaica	4.188,08 €	32,04
<b>02</b>	Eòlica	1.436,02 €	10,99
<b>03</b>	Solar tèrmica	2.223,83 €	17,01
<b>04</b>	Aiguamolls construïts	725,00 €	5,55
<b>05</b>	Aigües negres	2.998,06 €	22,94
<b>06</b>	Aigües pluvials	1.500,00 €	11,48
<b>TOTAL EXECUCIÓ</b>		<b>13.070,99 €</b>	

<b>PRESSUPOST DE CONTRACTE</b>	
TOTAL EXECUCIÓ	13.070,99 €
13,00 % Despeses Generals	1.699,23 €
6,00 % Benefici Industrial	784,26 €
<b>TOTAL</b>	<b>15.554,48 €</b>
18% I.V.A	2.799,81 €
<b>TOTAL PRESSUPOST DE CONTRACTE</b>	<b>18.354,28 €</b>

## X. PLA DE SEGUIMENT

El Pla de Seguiment es concep com una eina per a la supervisió contínua o periòdica de l'execució del projecte en qüestió, en aquest cas, "Autosuficiència energètica i sanitària en una edificació aïllada".

El Pla de Seguiment té per objectiu definir instruments de monitorització dels processos implantats, avaluant el grau de compliment de les accions definides a l'avantprojecte, així com l'efectivitat dels processos de generació d'energia solar fotovoltaica, solar tèrmica i eòlica i sanejament d'aigües negres a través d'una fossa de decantació.

El Pla proposa dues eines que fan possible el seguiment de les tecnologies adoptades per a satisfer la demanda del projecte. Aquestes dues eines són els informes de seguiment i el protocol de manteniment de les instal·lacions realitzades.

### 10.1. Informes de seguiment

Els informes de seguiment per a cada tecnologia utilitzada s'hauran d'entregar bianualment durant una vigència de deu anys, a excepció dels dos primers anys d'implantació. Aquest dos primers anys s'hauran d'entregar informes de seguiment anual. Per tant, en els dos primers anys s'elaboraran informes de seguiment per a cada tecnologia els quals han de permetre avaluar l'eficiència de la implantació de la tecnologia vers els requeriments de l'habitable.

Els informes avaluaran positivament o negativament la tecnologia i/o mètodes utilitzats per a satisfer la demanda d'una llar per a dues persones. Si la valoració d'aquestes és negativa, s'haurà d'analitzar específicament el cas en concret vers la demanda generada i analitzar o determinar alternatives que puguin satisfer adientment la demanda de la llar. A més, els informes de seguiment han de servir d'utilitat per a posteriors projectes relacionats amb aquest i no només per a comparar situacions de treball sinó per a millorar els serveis prestats i aprendre a satisfer més correctament la demanda de futurs projectes.

Els informes de manteniment es realitzaran a partir de les següents dades tècniques:

- Avaluació del grau de compliment dels compromisos del projecte:
  - Consum total d'energia elèctrica a la llar.
  - Producció total d'energia elèctrica segons provingui (fotovoltaica o eòlica).
  - Eficàcia de l'energia solar tèrmica.
  - Depuració de les aigües grises
  - Producció i capacitat de tractament totals d'aigües negres.

- Inversió econòmica: capital invertit independentment de la inversió inicial.
- Cost – eficiència: valorar la relació obtinguda.

Finalment, es redactaran les conclusions i propostes de millora. Es valorarà si la tendència en l'execució i implantació és correcta i si s'han identificat barreres destacables en aquest procés.

## 10.2. Protocol de recopilació de dades, valoració i redacció de l'informe

L'objectiu és simplificar la tasca per a l'elaboració de l'informe de seguiment, així com sistematitzar el procés d'avaluació d'indicadors que definiran la correcta implementació.

- A) El responsable de calcular els indicadors, tractar les dades i elaborar els informes de seguiment correspon a el departament tècnic de "RENEWATER".
- B) Difusió dels informes de seguiment. Cada informe de seguiment es presentarà una vegada realitzat a la part contractant del projecte, en aquest cas, als propietaris de la masia "La Baga". En aquestes reunions de presentació es podran discutir els resultats, les accions i les circumstàncies en les quals es desenvolupa el projecte. Altrament, la part contractant d'aquest projecte valorarà el grau de satisfacció de les mesures adoptades en una escala de l'1 al 3. [1- Disgust per la mesura adoptada; 2- Aliè per la mesura adoptada; 3- Satisfet per la mesura adoptada.]

## 10.3. Protocol de manteniment de les instal·lacions realitzades

El protocol de manteniment de la instal·lació realitzada es portarà a terme durant els deu anys posteriors a la implantació. La valoració correcta del funcionament de la tecnologia implantada a través d'un tècnic de "RENEWATER" i d'un altre tècnic especialitzat en el muntatge de la tecnologia en qüestió.

En aquest protocol es revisarà el correcte funcionament de les instal·lacions on els factors externs, sobretot climàtics i/o físics, no hagin deteriorat les estructures emprades. En cas d'haver-se deteriorat en consideració i afectin negativament el desenvolupament normal de la tecnologia, les parts afectades s'hauran de substituir per a un correcte funcionament, sempre i quan la part principalment afectada (propietaris de la masia "La Baga") estiguin disposats a satisfer les demandes econòmiques de millora i/o manteniment.



## 10.4. Revisions per part dels propietaris

Els habitants de la masia hauran de dur a terme revisions per a garantir un òptim de funcionament dels elements establerts. Seguidament es detalla per els diferents elements les consideracions que s'hauran de fer, anualment:

- En l'energia solar fotovoltaica, energia solar tèrmica i energia eòlica, s'ha de realitzar una revisió visual. S'ha d'estar atent als elements que envolten les instal·lacions per a què no destorbin el correcte funcionament d'aquestes, per exemple arbres que amb el temps poden privar del sol a l'energia solar tèrmica o a l'energia solar fotovoltaica, privar del vent i fins i tot entrar en contacte amb l'aerogenerador.
- Assegurar-se que tots els components instal·lats i esmentats en aquest apartat no pateixen cap modificació estructural en el temps. En cas afirmatiu, avisar el més aviat possible a l'empresa "RENEWATER" perquè determini les mesures pertinents.
- Pel que fa al sistema d'aiguamolls construïts, s'haurà de retirar el canyís que mor cada any per a deixar espai al que ha de néixer. En èpoques de fred, tot i que sigui poc probable, s'haurà de vigilar que no es congeli i, en cas que sembli que ho ha de fer, augmentar el nivell de l'aigua.
- La fossa de decantació s'haurà de visualitzar que no pateixi modificacions estructurals i, alhora, que no pateixi fugues de material a tractar per possibles fissures. En cas afirmatiu, avisar a l'empresa "RENEWATER" perquè determini les mesures pertinents.



## **XI. ANNEXES**

### **11.1. Mapa de la casa dins el Parc Natural, sector 4.2**

