



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 1994

Títol: Projecte d'instal·lacions sostenibles d'una masia rural aïllada

Document: 1. MEMÒRIA I ANNEXOS

Alumne: Antoni Casanovas Iborra

Director/Tutor: Josep Maria Corretger

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: MMT

Convocatòria (mes/any): Setembre 2008

1. INTRODUCCIÓ	2
1.1. ANTECEDENTS	2
1.2. OBJECTE	3
1.3. ESPECIFICACIONS I ABAST	4
2. INSTAL·LACIÓ DE CALEFACCIÓ I AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS).....	5
2.1. ESPECIFICACIONS	5
2.2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA DEL SISTEMA GEOTÈRMIC	5
2.2.1. <i>Terra radiant</i>	5
2.2.2. <i>Necessitats aigua calenta sanitària</i>	8
2.2.3. <i>Bomba geotèrmica</i>	8
2.2.4. <i>Bescanviador geotèrmic</i>	9
3. INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA AMB SEGUIDOR SOLAR	10
3.1. ESPECIFICACIONS	10
3.1.1. <i>Tipus de subministrament i empresa subministradora</i>	10
3.2. SISTEMA DE SEGUIDOR SOLAR	11
3.2.1. <i>Descripció de les línies</i>	12
3.3. PRODUCCIÓ ANUAL ESTIMADA	14
4. SISTEMA DE NETEJA D'AIGÜES RESIDUALS AMB AIGUAMOLLS ARTIFICIALS. 16	
4.1. ESPECIFICACIONS	16
4.2. SOLUCIÓ ADOPTADA	16
4.2.1. <i>Objectiu a assolir</i>	16
4.2.2. <i>Cabal d'entrada</i>	17
4.2.3. <i>Pretractament</i>	17
4.2.4. <i>Tractament Primari</i>	18
4.2.5. <i>Aiguamoll subsuperficial</i>	19
5. RESUM DEL PRESSUPOST	21
6. CONCLUSIONS	22
7. RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	24
8. BIBLIOGRAFIA.....	25
8.1. BIBLIOGRAFIA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA:.....	25
8.2. BIBLIOGRAFIA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA:.....	25
8.3. BIBLIOGRAFIA AIGUAMOLLS CONSTRUÏTS:	26

1. INTRODUCCIÓ

Vivim en una etapa de la història en què la humanitat està canviant el planeta a una velocitat vertiginosa, fent arribar el progrés i la tecnologia fins als punts més remots. En aquesta globalització imparable de grans zones habitades i grans indústries per tot el món, ha sorgit el que ja era previsible i esperat per la majoria de científics, el canvi climàtic. La contaminació i la desforestació del planeta és tan gran, que a part d'eliminar gran quantitat d'espècies del planeta, estem aconseguint canviar el clima, fent pujar més de 2°C la temperatura mitjana global, degut als gasos d'efecte hivernacle provinents de la combustió de les màquines, com el CO₂.

Per tant, si volem continuar gaudint de les comoditats del progrés, però sense destruir la gran diversitat del planeta, la humanitat ha de buscar solucions més ecològiques i que siguin el màxim de respectuoses amb el medi ambient.

En aquest projecte es vol demostrar la viabilitat de la construcció d'una casa ecològica i autosuficient que es generà la seva pròpia energia per el seu funcionament, d'una forma no contaminant, i també la depuració de les aigües residuals generades en ella provenint de les aigües negres de la casa, que retornarem a la natura de forma que nos sigui perjudicial pel nostre entorn.

1.1. Antecedents

El Projecte parteix de la remodelació d'una antiga pallissa en una casa unifamiliar, que està en fase de disseny per una arquitecte. Actualment la pallissa serveix com a garatge de cotxes de la masia principal.

La masia principal es diu Mas Vilaseca i es troba a uns 3 km de la població de Sant Bartomeu del Grau en direcció a Perafita, a la comarca d'Osona. La masia principal és una típica masia catalana al mig d'una zona rústica, a la part alta de la serra de Sant Bartomeu del Grau.

La domiciliació de la masia és: Mas Vilaseca s/n, Sant Bartomeu del Grau (08519), Barcelona, es troba a uns 825 m sobre el nivell de mar i la seva posició UTM 31N 429853, 4650958 i la GPS 42° 0' 20" N 2° 9' 6".

L'espai a remodelar es troba annex a la lliça de la masia i es va construir fa uns 70 anys, però ja havia patit una remodelació a mitjans dels 90 per convertir-la en garatge per a vehicles, en la qual es va fer la remodelació de la teulada i alguns tancaments. La construcció és una planta més o menys quadrada d'uns 130 m² amb les dues vessants de teulada inclinades cap a est i oest. Les bigues són actuals de formigó, però es van posar les antigues teules d'argila. Les parets són de pedra d'uns 40 cm de gruix que es respectaran tot i que n'hi ha algunes que són de totxana perquè en l'antiga pallissa eren obertures. El terra està formigonat amb uns 15 cm de gruix. Al mig hi trobem un pilar de nova construcció que sustenta el carener de la teulada.

Segons el POUM amb aprovació provisional a data de 12 de Desembre de 2007, tot i que mentre no estigui feta l'aprovació final continuen establertes les normes subsidiàries vigents, de 28 d'octubre de 2005, les hectàrees que ocupa la finca estan qualificades com a reserva agrícola i reserva rural.

1.2. Objecte

La demanda que ens han fet pel projecte és aconseguir que la casa sigui respectuosa amb el medi ambient tenint en compte tres punts principals; primer, aconseguir que el balanç del consum energètic sigui mínim o fins i tot negatiu, però sense renunciar a les comoditats actuals, en segon lloc, que al mateix temps sigui una vivenda que generi el mínim de perjudici al medi que l'envolta, és a dir que no tingui problemes d'abocaments degut a la falta de xarxa de clavegueram, i per últim, que els costos de la construcció no siguin molt excessius i que puguin ser assequibles per a la família.

Per aquest motiu l'arquitecte ens demana que dissenyem un sistema de generació de corrent elèctrica per entregar-la a la xarxa elèctrica per mitjà de plaques fotovoltaïques per compensar el consum energètic de la vivenda, un sistema de calefacció i d'aigua calenta sanitària (ACS) per mitjà d'un sistema renovable i un sistema de depuració d'aigües residuals de la casa.

1.3. Especificacions i Abast

Per aconseguir els objectius demanats s'han valorat diferents opcions i s'han tingut en compte diversos factors. En primer lloc la integració arquitectònica dels sistemes en el medi rural, i en segon lloc que els sistemes ens garanteixin un bon funcionament, baix manteniment i un consum de combustibles fòssils mínim o nul.

Per a la producció de calefacció i ACS també s'ha evitat posar plaques solars a la teulada pel motiu anterior, i s'ha optat per un sistema de bomba de calor geotèrmica. Per a la producció d'electricitat s'ha adoptat un sistema de seguiment solar que el podem posar relativament allunyat de la casa en lloc de posar-les a la teulada degut a la mala orientació d'aquesta i també per motius d'integració arquitectònica. Per la neteja d'aigües residuals, s'ha optat per un sistema de neteja per aiguamolls construïts juntament amb un sistema d'aprofitament d'aigües grises.

Aquest projecte es limita a l'execució de les instal·lacions que permeten aconseguir la sostenibilitat, tot deixant de banda aspectes que facin referència a les companyies subministradores, i tampoc les instal·lacions bàsiques del qual aquest estarà compost. L'habitatge està format per una planta (Plànols 3-7) més o menys quadrada amb la següent distribució de superfícies de la taula 1:

<i>Estança</i>	<i>Superfície (m²)</i>
Habitació Matrimoni	9,00
Vestidor	2,20
Lavabo habitació	5,27
Lavabo Principal	6,40
Habitació 1	8,84
Habitació 2	9,61
Passadís 1	12,52
Passadís 2	3,21
Rebost	2,64
Safareig	3,21
Cuina	20,05
Menjador	25,48
Lavabo Convidats	2,70
Terrassa	14,95
Sala Instal·lacions	13,83
Total Superfície Útil	139,91
Superfície Construïda	160,48

Taula 1. Superfície de cada estança de l'habitatge.

L'ocupació màxima prevista de l'habitatge és de 4 persones distribuïdes en les 3 habitacions dobles que s'hi realitzaran. Aquest es veurà ocupat d'igual forma al llarg de tot l'any, essent la residència de la família.

2. INSTAL·LACIÓ DE CALEFACCIÓ I AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS).

2.1. Especificacions

Una de les especificacions bàsiques requerides en el sistema era la sostenibilitat sense renunciar a la comoditat del les cases actuals. Per aquest motiu es busca un sistema de calefacció que ens permeti obtenir el mateix grau de confort que qualsevol altre, que sigui el màxim de respectuós amb el medi ambient, i que no depengui del temps que hi ha a l'exterior. Per aquest motiu s'ha optat per un sistema de bomba de calor geotèrmica. Aquest sistema consisteix en l'aprofitament de l'energia acumulada degut a la radiació del sol a la superfície del planeta. Parteix de la premissa que el terreny a la Península Ibèrica es troba entre 15 i 17°C a una profunditat de 60m.

2.2. Descripció de la solució adoptada del sistema geotèrmic

El sistema consta del circuit de terra radiant que és el que distribueix la calor per tota la casa en cinc circuits diferenciats regulables en temperatura ambient, la bomba geotèrmica és la que a partir d'electricitat i els bescanviadors genera la calor de la casa (Plànol 8). A més a més, porta incorporat un dipòsit d'aigua calenta sanitària que garanteix el subministrament diari sense ajudes externes.

2.2.1. Terra radiant

La potència tèrmica necessària segons els tancaments que ha de tenir la casa en la situació geogràfica del CTE que es trobava (C3 a 820m) i els requeriments de ventilació exigits pel mateix s'exposen a la taula 2. S'ha discriminat la potència tèrmica aportada per les persones que es troben dins la casa degut a la seva variabilitat i el poc pes que pot tenir amb concentracions tant petites de persones.

<i>Estança</i>	<i>Terra (m²)</i>	<i>Potència habitació seguretat (W)</i>	<i>Potència renovació (W)</i>	<i>Potència total habitació (W)</i>
Habitació Matrimoni	9,00	377,16	305,48	682,64
Vestidor	2,20	35,32	74,67	109,99
Lavabo habitació	5,27	184,80	178,88	363,68
Lavabo Principal	6,40	253,04	217,23	470,27
Habitació 1	8,84	310,83	300,05	610,88
Habitació 2	9,61	303,30	326,19	629,49
Passadís 1	12,52	521,41	424,96	946,37
Passadís 2	3,21	42,79	108,96	151,74
Rebost	2,64	123,82	89,61	213,43
Safareig	3,21	48,62	108,96	157,58
Cuina	20,05	881,71	680,55	1562,26
Menjador	25,48	1156,63	864,86	2021,49
Lavabo Convidats	2,70	43,35	91,65	134,99
Potència total				8054,81

Taula 2. Potència tèrmica necessària a la casa.

El terra radiant estarà format per el sistema Wirsbo-evalPEX de la casa Uponor. S'ha seleccionat el sistema tradicional, per a rajola de 2 cm amb la distribució de circuits de la taula 3.

<i>Terra radiant</i>	<i>Àrea circuit (m²)</i>	<i>Longitud Total (m)</i>	<i>Diàmetre tub Eval_Pex (mm)</i>	<i>Potència tèrmica del circuit (W)</i>	<i>Temperatura interior (°C)</i>
Circuit 1 (Habitació doble)	19,27	126,45	17x2	1407,20	19
Circuit 2 (Lavabos)	23,63	153,70	17x2	1590,05	21
Circuit 3 (Habitacions individuals)	20,06	135,34	17x2	1316,24	19
Circuit 4 (Cuina)	22,69	143,81	17x2	1719,83	20
Circuit 5 (Menjador)	25,48	161,25	17x2	2021,49	20
		720,56		8054,81	

Taula 3. Dimensionament terra radiant.

Les temperatures de funcionament dels diferents circuits dissenyats en les condicions extremes de -5°C a l'exterior de la casa, per aconseguir les temperatures interiors esmentades en la taula anterior, són les expressades a la taula 4.

<i>Temperatura del terra</i>	<i>Qn(W/m²)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Tms</i>	<i>Ta entrada</i>	<i>Ta retorn</i>
------------------------------	----------------------------	----------------	------------	-------------------	------------------

Circuit 1 (Habitació doble)	73,02	19	25,64	34,15	24,15
Circuit 2 (Lavabos)	67,28	21	27,12	34,96	24,96
Circuit 3 (Habitacions individuals)	65,63	19	24,97	32,62	22,62
Circuit 4 (Cuina)	75,80	20	26,89	35,73	25,73
Circuit 5 (Menjador)	79,34	20	27,21	36,46	26,46

Taula 4. Temperatures de disseny dels circuits.

Segons els càlculs realitzats els circuits tindran un funcionament descrits la taula 5 següent:

<i>Pèrdua de càrrega</i>	<i>Cabal (l/s)</i>	<i>Àrea tub Diàmetre(17mm) (m2)</i>	<i>m (Kg/h)</i>	<i>Velocitat (m/s)</i>	<i>Pèrdua de càrrega lineal (KPa/m) (36°C)</i>	<i>Pèrdua de càrrega (KPa)</i>
Circuit 1 (Habitació doble)	0,03697	0,00013273	133,10	0,28	0,102	12,90
Circuit 2 (Lavabos)	0,04178	0,00013273	150,39	0,31	0,1326	20,38
Circuit 3 (Habitacions individuals)	0,03458	0,00013273	124,49	0,26	0,0918	12,42
Circuit 4 (Cuina)	0,04519	0,00013273	162,67	0,34	0,1428	20,54
Circuit 5 (Menjador)	0,05311	0,00013273	191,20	0,40	0,1938	31,25
	0,21162		761,85			

Taula 5. Funcionament dels tubs de terra radiant.

Els cinc circuits de terra radiant s'uniran per a ser connectats amb la bomba geotèrmica per mitjà d'un col·lector de 6 entrades de la casa Uponor amb electrovàlvules de regulació de pas controlades pel sistema Genius de control de temperatura, per a controlar la temperatura en cada circuit. El col·lector està unit al sistema geotèrmic per mitjà d'un tub de 32mm de diàmetre. Segons el RITE, per aquests tubs en les seves parts que es troben a l'aire, hem de posar un aïllament mínim de 25mm. Les pèrdues de càrrega totals del circuit numero 5, que és el més desfavorable, són les justificades a la taula 6 que ens permetran escollir la bomba geotèrmica necessària.

<i>Pèrdua de càrrega màxima</i>	<i>Criteri</i>	<i>Pèrdues de càrrega KPa</i>
Circuit	Circuit 5	31,25
Col·lector 6 circuits	Cabal 0,18790 l/s	2,3
Tuberies de distribució	Wirsbo-evalPEX 32x2,9 2x6m	0,798
Accessoris	10 colzes	1
	4 unions	0,016
	6 claus de pas	1,731
	Total pèrdues	34,35

Taula 6. Pèrdues de càrrega totals del circuit 5.

2.2.2. Necessitats aigua calenta sanitària.

Les necessitats d'aigua calenta sanitària de la casa s'han establert segons el CTE que ens requereix 30 l/persona/dia d'ACS a 60°C que en aquest cas seran 120 litres si considerem que la casa tindrà 4 persones normalment i que si nosaltres tenim l'acumulador a 45° són un màxim de 178 l/dia.

2.2.3. Bomba geotèrmica

No serà necessària la col·locació de plaques solars tèrmiques si fem la substitució per un sistema de calefacció completament renovable. La bomba geotèrmica és considerada un sistema renovable ja que ens permet un estalvi d'aportació d'energia de fins un 70% respecte els sistemes convencionals i no produeix cap tipus de CO₂.

La bomba geotèrmica escollida serà de la casa Thermia, el Model Confort amb la bomba de funcionament del circuit radiant incorporat. Dins del model escollim el numero 10 que és el que ens proporciona un capacitat de pressió de 34Kpa a 0,22l/s.

El sistema autoregula els cabals en funció d'una equació de control intern, que amb sensors que controlen la temperatura de l'exterior, la temperatura i pressió d'entrada i sortida de L'ACS, BRINE i el terra radiant, és capaç de regular el sistema per aconseguir el grau de confort desitjat i el mínim consum possible.

La bomba acumularà l'aigua calenta sanitària, al dipòsit acumulador de 180 l que porta incorporat. Cada cop que es produeix un consum d'aigua calenta sanitària el sistema augmentarà la temperatura a 60° amb l'ajuda d'una petita resistència de 3KW que porta incorporada, per complir el decret sobre la legionel·la en acumuladors d'aigua calenta sanitària. La bomba geotèrmica també porta incorporat una bomba per el circuit del bescanviador geotèrmic amb una capacitat de 32Kpa a 0,57l/s.

2.2.4. Bescanviador geotèrmic

Hi ha diferents tipus de sistemes de bescanviadors, verticals o horitzontals. El primer és un simple forat de pou que podem fer fins a més de 150m, i en els horitzontals es realitza una gran extracció d'una superfície de terra i s'estén el tub bescanviador i es torna a tapar a una profunditat mínima de 1,5m. El sistema de bescanviador serà del tipus vertical que permet tenir una temperatura estacional molt més constant que el sistema horitzontal.

El tub bescanviador geotèrmic serà de la casa Movitech i serà format per dos pous de 80m de profunditat i a una distància de 4 m l'un de l'altre. Els tubs seran introduïts amb forma de U i seran de diàmetre 32mm i omplerts amb aigua glicolada (20-30%), i per tant els pous tindran un diàmetre de 70 mm. La part que es troba a l'exterior de l'edifici haurà de portar un aïllament mínim de 35mm d'espessor segons el RITE.

La temperatura d'entrada als pous serà propera als 5°C i la de sortida serà de 15° inicialment, amb el temps aquesta pot anar disminuït fins als 12°. La capacitat de transferència serà d'uns 58 W/m a 0,36 l/s en el cas més desfavorable.

Tot l'esquema de muntatge es pot consultar en el Plànol 9, i aprofundir amb l'annex A.

3. INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA AMB SEGUIDOR SOLAR

3.1. Especificacions

L'habitatge disposarà de dues instal·lacions elèctriques que es tractaran de forma totalment independent, la instal·lació elèctrica pròpia de l'habitatge i la instal·lació corresponent a la producció de l'energia solar fotovoltaica (Plànol 10). En el present projecte es farà l'estudi de producció de l'energia solar fotovoltaica.

El requeriment del projecte és aconseguir que la energia consumida a la casa, sigui inferior o igual a l'energia produïda pel nostre sistema fotovoltaic. A més a més, com que ens trobem en una zona rústica i també per motius d'integració amb la casa, que no té cap teulada orientada a cara sud, s'ha descartat l'opció de col·locar les plaques fotovoltaïques en ella. Seguidament es fa un càlcul de la previsió de consum anual de la casa en condicions normals per una família de 4 persones.

La circuit elèctric de la casa serà dimensionat segons el REBT del 2002 que ens diu com han de ser els circuits i les potències mínimes que hem d'instal·lar. En aquest cas la casa tindrà un grau d'electrificació elevada. Es considera que els electrodomèstics instal·lats seran de la classe energètica A que són els més eficients energèticament. La casa té dos tipus un consum. Els electrodomèstics d'ús continu amb un consum estimat de 9.866 Wh anuals i els de consum variable amb consum anual de 4.420 Wh. El que fa que la casa tingui un consum anual d'uns 14.286 Wh anuals.

3.1.1. Tipus de subministrament i empresa subministradora

La companyia que subministrarà l'energia serà FECSA ENDESA. Pel que fa a la instal·lació de l'habitatge, l'energia serà subministrada per la companyia FECSA ENDESA i es vendrà l'energia produïda per la instal·lació solar fotovoltaica a la mateixa companyia mitjançant la instal·lació de dos comptadors i dues línies independents al llarg de tot l'habitatge.

La tensió de subministrament i de venda serà de 3x400/230V a 50Hz, complint amb la normativa vigent respecte a la producció d'energia i els seus harmònics.

3.2. Sistema de seguidor solar

Durant els últims anys, el desenvolupament de la tecnologia ha permès la utilització de sistemes capaços de realitzar un seguiment continu del desplaçament solar. Aquests elements consisteixen en suports articulats, amb la capacitat de sostenir una sèrie de mòduls fotovoltaics, controlats electrònicament. Amb aquest sistema s'aconsegueix localitzar la posició del Sol i orientar els panells de manera que els raigs solars incideixen de forma perpendicular a ells, aconseguint així la màxima eficiència en captació de radiació solar.

El seguidor escollit serà el model SOLON MOVER que ja inclou el panells fotovoltaics i els inversors en un quadre elèctric inclòs en l'estructura. El seguidor solar està format per 12 mòduls fotovoltaics amb una potència nominal de 760 W cadascun i 3 inversors de 3 KW (Plànol 12). Les característiques del components seran les següents.

Mòdul FV: Model 760I 744G1

Fabricant SOLON

Número de mòduls FV: En sèrie 4 mòduls. En paral·lel 3 cadenes.

Total número de mòduls FV: N^o mòduls 12 Potència nom. un. 760 Wp

Potència total camp Nominal (STC): 9.1 kWp En cond. funcionament 7.5 kWp (50°C)

Característiques de funcionament de camp (50°C): U_{mpp} 141,2 V, I_{mpp} 5,85 A

Superfície total: Superfície de mòdul 53.0 m². Superfície cèl·lula 48.7 m²

Inversor Model Solon GTM - E

Variables d'entrada DC:

Tensió de funcionament 195-550 V DC Tensió màxima d'entrada: 600VDC

Intensitat màxima d'entrada: 11 Am DC

Variabls de sortida AC:

Intensitat màxima sortida 16,9A AC

Rang de tensió sortida: 196 – 253 V

3.2.1. Descripció de les línies

En aquest apartat es descriuen les diferents línies elèctriques de la instal·lació solar fotovoltaica. Per tal de nomenar les línies s'ha seguit la nomenclatura utilitzada en el Plànol 12. La identificació dels conductors de la instal·lació és la següent: el conductor de fase s'identificarà pel color marró o negre, el conductor neutre s'identificarà pel color blau clar, i el conductor de protecció se l'identificarà pel doble color groc i verd.

Els elements de protecció i control de les línies (interruptors automàtics, interruptor diferencial, interruptors manuals,) es comenten en els següents apartats. En un quadre de distribució situat a l'interior de la sala de màquines de la casa, s'instal·laran els interruptors automàtics de les línies derivades. En un altre quadre de distribució situat a l'exterior de la sala de màquines, just a la paret contraposada del quadre de distribució, s'instal·laran els fusibles, els comptadors, l'interruptor automàtic de control de potència (ICP-M), l'interruptor diferencial i l'interruptor d'interconnexió de la línia repartidora.

Les tres línies fotovoltaïques (LF), en les que circula corrent continu, uneixen les entrades de corrent contínua dels inversors amb cadascun dels grups de mòduls fotovoltaïcs. En aquestes línies no s'inclouen els trams de les interconnexions entre mòduls fotovoltaïcs, ja que aquests ja duen el cablejat per realitzar la interconnexió entre ells.

Aquestes línies fotovoltaïques discorren dintre de tubs protectors de PVC en canalitzacions fixes en superfície de l'estructura del seguidor, i tindran una mètrica (diàmetre exterior) de 16 mm. Els tubs es fixaran a l'estructura mitjançant brides o abraçadores protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes, essent la distància entre aquestes inferior al mig metre. Les línies fotovoltaïques estaran constituïdes per dos cables unipolars més el corresponent a la

línia de terra. Els conductors seran del tipus 0,6/1 kV de coure aïllat amb XLPE. La secció de tots els conductors serà de 4 mm² amb una tensió nominal d'aïllament de 1000 V.

La longitud dels conductors de cadascuna de les línies fotovoltaïques serà de 15 metres des del grup de mòduls del seguidor fins al quadre de distribució situat a la part inferior on es troben els inversors. La caiguda de tensió produïda en cada línia fotovoltaïca serà inferior a l'1%.

Entre el grup de mòduls fotovoltaïcs de cada línia i els seus corresponents inversors s'instal·laran dintre del quadre de distribució, uns fusibles i un seccionador bipolar per a cada línia fotovoltaïca. Els fusibles tindran una intensitat nominal de 10 A i una tensió assignada de 750 V, i el seccionador bipolar tindrà una intensitat nominal de 20 A i una tensió de 600 V.

La línia derivada (LD), en la que circula corrent altern trifàsic, enllaçarà el punt de derivació amb la sortida de corrent alterna de cada inversor.

Aquesta línia derivada estarà dintre de tubs protectors de PVC en canalitzacions enterrades i de mètrica (diàmetre exterior) de 110 mm. La línia derivada estarà constituïda per tres fases i un neutre més el corresponent a la línia de terra. Els conductors seran del tipus 0,6/1 kV de coure aïllat amb XLPE. La secció dels conductors serà de 25 mm², amb la línia de terra de 16 mm² amb una tensió nominal d'aïllament de 1000 V. La longitud dels conductors de la línia derivada serà de 100 metres des del punt de connexió amb la línia repartidora (punt de derivació) fins a la sortida de corrent alterna de cada inversor. La caiguda de tensió produïda en cada línia derivada serà inferior a l'1%.

Entre els inversors de cada línia i el punt de derivació s'instal·laran dintre del quadre de distribució, un interruptor automàtic de 4 pols amb una intensitat nominal de 20 A i poder de tall de 6000 A.

La línia repartidora (LR), en la que circula corrent altern trifàsic, enllaçarà el punt de connexió a la xarxa de baixa tensió amb el punt de derivació. Aquesta línia repartidora s'instal·larà dintre de tubs protectors de PVC en canalitzacions fixes en superfície, que estaràn grapejats sobre les parets de la masia principal i tindran una mètrica (diàmetre exterior) de 40 mm. Els tubs es fixaran a les parets mitjançant brides o abraçadores

protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes, essent la distància entre aquestes inferior al mig metre.

La línia repartidora estarà constituïda per quatre cables unipolars més el corresponent a la línia de terra. Els conductors seran del tipus 0,6/1 kV de coure aïllat amb XLPE. La secció del conductor de fase i del neutre serà de 25 mm² i de 16 mm² pel conductor de terra, i una tensió nominal d'aïllament de 1000 V. La longitud dels conductors de la línia repartidora serà de 100 metres des del punt de connexió a la xarxa de baixa tensió fins al punt de derivació. La caiguda de tensió produïda en la línia repartidora serà inferior al 1%.

Entre el punt de derivació i el punt de connexió a la xarxa de baixa tensió s'instal·laran dintre d'un altre quadre de distribució, uns fusibles, uns comptadors, un interruptor automàtic de control de potència bipolar (ICP-M), un interruptor diferencial bipolar i un interruptor d'interconnexió. Els fusibles tindran una intensitat nominal de 25 A i una tensió assignada de 500 V, l'interruptor automàtic de control de potència bipolar (ICP-M) tindrà una intensitat nominal de 20 A i poder de tall de 6000 A, l'interruptor diferencial bipolar tindrà una intensitat nominal de 30 A i sensibilitat de 30 mA i un interruptor d'interconnexió de control de tensió i de fases.

3.3. Producció anual estimada

La producció estimada del sistema s'ha realitzat segons l'estació meteorològica més propera que té unes condicions geogràfiques i meteorològiques molt semblants. La situació de la masia es troba a (Lat 42,8°N, Lon 3,8° Est, 825 m) mentre que la de la estació es troba (Lat 42,9°N, Lon 3,8° Est, 805 m) i esta a uns 5km de mitjana.

La radiació anual mitjana en pla horitzontal serà de 1566 kWh/m² mentre que en un pla constantment perpendicular a la llum solar serà de 2437 kWh/m² això suposa un increment de la radiació aprofitable del 56%. Té una mitjana de 168 dies l'any, tot i que els darrers anys, s'ha anat reduint, tot i que s'ha mantingut els dies de pluja anuals.

El seguidor solar es preveu que tingui el següents rendiments mitjans anuals:

Yf : Energia útil produïda (Sortida de l'inversor) 4.83 kWh/kWp/dia

Ls : Pèrdua del sistema (inversor, ...) 0.52 kWh/kWp/dia

Lc : Pèrdues de recollida (perdues de camp FV) 1.32 kWh/kWp/dia

El mes més productiu serà el de juliol amb una mitjana de 6.20 kWh/kWp/dia tot i ser el mes amb un rendiment més baix, i el més desfavorable serà el gener amb 2.35 kWh/kWp/dia seguit del desembre, tot i ser el mes amb un rendiment més elevat.

L'energia anual rebuda serà de 21.072 kWh mentre que la de sortida serà de 16.094 kWh i per tant el rati de rendiment (PR) anual del sistema previst serà del 74%.

En l'Annex B podem trobar les especificacions de càlcul.

4. SISTEMA DE NETEJA D'AIGÜES RESIDUALS AMB AIGUAMOLLS ARTIFICIALS.

4.1. Especificacions

Un dels requisits de la realització del projecte és aconseguir que les aigües residuals que es produeixen no siguin perjudicials pel medi ambient, degut a que la casa no està connectada a la xarxa de clavegueram del poble, degut a la distància a què es troba. Per tant s'ha d'optar per un sistema que sigui econòmic, eficient i amb poc manteniment.

Per aquest motiu s'adoptarà un sistema d'aiguamolls artificials, que ens ofereix les següents avantatges:

És un sistema completament natural amb plantes pròpies de qualsevol zona amb aigües embassades. És ideal per a poblacions de fins a 2000 habitants. Requereix poc manteniment. No es necessària una gran inversió econòmica. No genera males olors ni es converteix una zona de cria dels d'insectes.

Com a inconvenient el sistema requereix molt d'espai per unitat de volum de d'aigua residual a depurar, però no és inconvenient perquè es disposa de suficient espai a l'exterior.

4.2. Solució adoptada

Es farà el recull de les aigües residuals de les dues cases i en el cas d'omplir el dipòsit d'aigües pluvials, també realitzarà l'abocament d'aquestes passant pel sistema (Plànol 13).

El sistema de depuració d'aigües residuals serà el sistema d'aiguamolls subsuperficial de flux horitzontal. Però prèviament al sistema d'aiguamolls seran necessaris alguns pretractaments per tenir l'aigua en bones condicions per accedir en aquest i que el sistema no s'obturi (Plànol 14).

4.2.1. Objectiu a assolir.

L'objectiu és reduir els continguts dels diferents components residuals que porta l'aigua als límits marcats per les poblacions de menys de 2000 habitants en la Directiva europea 91/271/CEE.

La demanda bioquímica d'oxigen (DBO_5 a 20 °C) sense nitrificació. Reduir la concentració a 25 mg/l o reducció del 40% de conformitat amb l'apartat 2 de l'article 4 sobre aigües residuals domèstiques.

La demanda química d'oxigen (DQO). Reduir la concentració a 125mg/l o reducció del 75%.

Total de sòlids en suspensió (MES). Reduir la concentració a 60mg/l o reducció del 70% de conformitat amb l'apartat 2 de l'article 4 sobre aigües residuals domèstiques.

4.2.2. Cabal d'entrada.

Les dues cases es suposen de 4 habitants cada una i amb un cabal mig diari de 200l/hab·dia, això suposarà un cabal mig diari de 1.600l/dia, que equivalen a 66l/hora. El conjunt es dimensionarà per poder absorbir fins a 10 vegades el cabal diari, és a dir, que el sistema serà capaç de depurar 660 l/hora, perquè també recollirà les aigües de la pluja en cas d'estar ple el dipòsit d'aigües pluvials de 5.000l de capacitat. A partir d'aquest límit l'aigua residual es considera suficientment diluïda per considerar-se apte per poder ser retornada a la natura. Considerarem que la pluja màxima excepcional a la zona serà de 100l/h·m² que amb els 200 m² de teulada suposaran 20.000l/hora.

4.2.3. Pretractament

En primer lloc es col·locarà un sistema de pretractament. Aquest sistema serà una reixa de desbast l'objectiu del qual serà el d'evitar l'entrada de grans sòlids al següent pas. Estarà feta de formigó armat amb corrugats de 12mm (Plànol 15).

El tub de desguàs que arriba de les cases serà de 110mm i trobarà una primera zona de recepció d'on tindrem el sobreeixidor de cabal. Aquest deixarà continuar cap el sistema un cabal de fins a 660l/h, mentre que serà capaç de treure el 19.400 litres d'aigua que poden entrar en cas d'una pluja de 100l/h·m². Les dimensions seran de 5 cm d'alçada per 26 de llarg. En el canal per on circula l'aigua accedent s'ha de col·locar una reixa de separació entre barrots de 100 mm i neteja manual.

Seguidament passarà per el canal de desbast i dessorrejat, on trobarem una reixa que no deixarà passar els grans sòlids i una zona de dessorrejat amb un augment de la secció per reduir la velocitat.

El canal de desbast tindrà una amplada de canal de 25 cm i una longitud de 7cm, amb una reixa de desbast de 4 barrots de 8 mm de diàmetre i alçada de 10cm amb un pas útil de 15,26cm.

El dessorrejador mantindrà l'amplada del canal de desbast i serà de 0,5m de llarg. Aquesta llargada farà que tinguem un temps de permanència de 68 segons.

4.2.4. Tractament Primari

Com a tractament primari utilitzarem una fossa sèptica, inicialment s'ha previst fer-la insitu, però també es podria col·locar una prefabricada de dimensions similars a la que hem dimensionat. La principal missió del tractament primari és la reducció de la matèria en suspensió (MES).

La fossa serà dimensionada per un temps de retenció de 3 dies i que per tant serà capaç de tenir 3 vegades el volum diari consumit, es a dir $4,8\text{m}^3$. La longitud útil serà de 3m i l'amplada de 1,5m amb una altura de la lamina d'aigua de 1,07 m (Plànol 15).

Es deixarà un volum del a la part inferior de $2,92\text{m}^3$ per allotjar el fangs que extraurem cada 2 anys i que ocuparan una altura de 0'65m.

També, en la part superior, es deixarà una altura de càmera d'aire de 0,3m. Per tant la fossa sèptica tindrà una altura útil de 2,02m.

El seu interior constarà de dues càmeres el qual la primera serà de $2/3$ del volum total i la segona $1/3$, amb una paret que sobrepassarà el nivell de làmina de l'aigua. Es col·locarà un tub de 80mm de diàmetre que comuniqui les dues càmeres 0,2 m per sota el nivell de làmina d'aigua.

4.2.5. Aiguamoll subsuperficial

El dimensionament es realitzarà perquè la DBO es redueixi a 20 mg/l i complir els requisits de DBO i MES, perquè el sistema és molt més efectiu per l'extracció de la MES i per tant aquest requisit també serà complert.

Considerant els valors recomanats de la velocitat d'emissió màssica unitària de 40g/hab·dia de DBO₅, la concentració d'entrada serà de 200 mg/l, tot i que podem considerar que aquesta es redueix un 20% en el pas per la fossa sèptica, és a dir serà de 160mg/l.

Per aconseguir aquest objectiu hem de realitzar primer un dimensionament biològic i que ens determina que serà necessari aiguamoll de 42m², però no complirem el requisit de la concentració superficial que ha de ser de 6 gDBO/m²d. Això farà que sigui necessari una superfície de 50 m² i ja reduïm la concentració superficial a 5,12 gDBO/m²d.

La reducció del nitrogen serà entre el 30 i el 60 % depenent de la temperatura que en aquest factor si que ens influeix.

Seguidament es fa un dimensionament hidràulic que ens determina l'amplada i la longitud. Necessitem una secció transversal de 1,07 m² i com que ens aconsellen una profunditat de 0,3 m, l'amplada útil serà de 3,56 m i això farà que amb la superfície necessària de 50m² sigui convenient a longitud de 14,06 m. El pendent de l'aiguamoll serà de 5mm/m. L'extracció de l'aigua es realitzarà amb un tub de 80mm col·locat perpendicularment a la direcció del flux al final de l'aiguamoll i perforat amb forats cada 5mm a tot el seu vol. El diàmetre dels forats no serà superior a 1mm per evitar el pas de fins.

Abans i després de l'aiguamoll es col·locaran arquetes de distribució i recollida (Plànols 16 i 17). La primera arqueta distribuirà el flux provinent de la fossa sèptica en 2 tubs d'entrada a l'aiguamoll a partir de dos triangles d'anivellació de flux. Aquests tubs es col·loquen a la part superior de l'entrada de l'aiguamoll a aproximadament a 1 m de cada paret lateral. També es col·locarà una xapa metàl·lica abans i després del tub d'entrada per reduir la velocitat de l'aigua residual.

A la sortida es col·locarà l'arqueta de recollida que recollirà el flux de sortida de l'aiguamoll a partir d'un tub de 80mm que entrarà dins d'aquesta provenint de la sortida de l'aiguamoll. En

l'extrem final interior a l'arqueta es col·locarà un tub flexible sostingut per una cadena que ens permetrà regular el nivell de l'aigua de l'aiguamoll.

L'arqueta també rebrà l'aigua provinent del sobreexidor anterior del canal de desbast. Un cop totes les aigües estan unides ja es poden abocar al medi natural.

Les dues arquetes seran d'una amplada útil de 0,8x0,8m i la seva tapa haurà de ser reixada amb capacitat per aguantar un pes mínim de dues persones.

Les plantes de l'aiguamoll seran canyís (*Phragmites australis*) i es començaran a col·locar a un metre de distància de l'entrada a l'aiguamoll de l'aigua residual i també de la sortida repartides matricialment cada 30cm.

5. RESUM DEL PRESSUPOST

CAPÍTOL	RESUM	EUROS	%
1	Instal·lació geotèrmica.....	26.542,68	21,60
2	Instal·lació Solar Fotovoltaica.....	79.522,34	64,72
3	Instal·lació depuració aigües residuals.....	13.963,40	11,64
4	Seguretat i Salut.....	<u>2.500,75</u>	<u>2,04</u>
TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL		122.868,77	
3,00% Despeses Generals.....		15.972,9	
6,00% Benefici industrial.....		7.372,13	
SUMA DE D.G. i B.I.....		23.345,07	
16,00% I.V.A.....		23.394,21	
TOTAL PRESSUPOST CONTRACTE		169.608,07	
TOTAL PRESSUPOST GENERAL		169.608,07	

Puja el pressupost general l'esmentada quantitat de CENT SEIXANTA-NOU MIL SISCENTS VUIT EUROS amb SET CÈNTIMS.

L'Autor Antoni Casanovas

Girona, 02 de Setembre de 2008

6. CONCLUSIONS

El projecte exposat podria ser un exemple de com hauran de ser les cases en un futur, tot i en aquest moments el projecte encara costa a la societat acceptar la viabilitat del projecte. Però això pot canviar en els propers anys i fer que projectes de cases sostenibles i respectuoses amb el medi ambient siguin d'allò més comú degut a diversos motius.

En primer lloc perquè cada cop ens queda menys temps per complir el protocol de Kyoto, i els governs hauran de buscar solucions per aconseguir aquest objectius per reduir les emissions de CO₂. El protocol es l'exigència dels 3 vint, es a dir reduir el 20% les emissions de CO₂ abans de l'any 2020 amb un 20% de la energia produïda per energies renovables.

En segon lloc degut a la dependència dels combustibles fòssils que cada vegada són més difícils d'extreure i el seu cost de producció no para de pujar. Això farà que s'hagin de buscar noves solucions energètiques per no tenir la dependència actual del petroli. Una de les solucions que actualment s'està plantejant és la producció de biocombustibles, però quan encara estan als inicis de la seva utilització massiva ja generen diferents problemàtiques, ja que també generen gasos d'efecte hivernacle o també, i molt important, és que s'utilitza vegetació que podria ser utilitzada per a la alimentació i això fa que els preus dels aliments també augmentin desmesuradament.

Però també és important esmentar que totes les energies, per molt renovables que siguin totes tenen els seus inconvenients, en el cas que ens ocupa de les plaques fotovoltaïques és sobretot el seu impacte ambiental visual, és a dir que necessiten grans extensions de terreny per poder generar grans quantitats d'electricitat. I per altre banda, si seguim el camí de producció de tots els elements que formen un generador solar, ens adonem que per realitzar-los necessitem grans quantitats d'energia, en alguns estudis que s'han realitzat, s'ha observat que gairebé es necessita la meitat de l'energia que produirà durant la seva vida útil.

Per això podem concloure que millor solució per evitar la contaminació és reduir el consum al mínim necessari i no fer un malbaratament de l'energia, i així no necessitar un nombre tant important de centrals elèctriques i en conseqüència un consum tant elevat de petroli.

Pel que fa el tema de la qualitat de l'aigua, en els últims anys a Catalunya, s'ha millorat molt la qualitat de la majoria de rius, gràcies a que les grans poblacions ja s'han construït EDARS que tenen un bon funcionament, però que diàriament necessiten un seguiment, un manteniment i un control important. Però el sistema exposat és destinat a zones rurals, urbanitzacions amb pocs habitants o per cases que vulguin utilitzar les seves pròpies aigües residuals per a el reg de jardins. El sistema projectat és un sistema efectiu amb bons resultats i assequible econòmicament, ja no només per els països rics, sinó també a zones de països subdesenvolupats i que contaminen les aigües dels rius que els envolten i que després utilitzen per al reg.

L'Autor Antoni Casanovas

Girona, 02 de Setembre de 2008

7. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document núm. 1: Memòria i Annexos

Document núm. 2: Plànols

Document núm. 3: Plec de condicions

Document núm. 4: Estat d'Amidaments

Document núm. 5: Pressupost

8. BIBLIOGRAFIA

8.1. Bibliografia Instal·lació geotèrmica:

G.Llopis Trillo i V. Rodrigo Angulo, Guía de la energía geotérmica a Madrid, 2008

Dr.Erich Mands i Dr.Burkhard Sanner. Energia Geotérmica a Poca Profundidad, 2002

KARO. Manual Técnico. Climatización Tranquila. Las soluciones de Karo Systems, 2005.

Mouvitech, Tipus de Bescanviadors Geotèrmic i material adicional, Desembre del 2008, www.mouvitech.com

Girod Geotermia, Catàlegs Bombes Geotèrmiques, Gener del 2008, www.girodgeotermia.com

UPONOR. Manual Técnico. Aplicaciones de calefacción y climatización, Desembre del 2007, www.Uponor.es

8.2. Bibliografia Instal·lació fotovoltaica:

Alonso Abella, Sistemas fotovoltaicos: Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica. M. Era Solar. Ed. SAPT, 2001.

Atlas de radiació solar a Catalunya. GENERALITAT DE CATALUNYA Estudis monogràfics N°7. Biblioteca de Catalunya. (2000).

ICAEN, Curs de formació d'energia solar fotovoltaica. 1ªEdició. Biblioteca de Catalunya. (2002).

Solon, Models de Seguidors Solars, Octubre del 2007, www.solon.com

Ecoestalvi, Equivalències de Gasos d'efecte hivernacle, Maig del 2008 www.ecoestalvi.cat/Serveis/Equivalencies_co2.htm

Generalitat de Catalunya, Preus de l'energia, Març del 2008, www.gencat.cat/economia/ambits/energia_mines/energia/preus/index.html

Schneider-Electric, Elements de protecció de Circuits elèctrics, Febrer del 2008, <http://www.schneider-electric.cl>

8.3. Bibliografia Aiguamolls construïts:

García, J., Morató, J. y Bayona, Nuevos Criterios para el Diseño y Operación de Humedales Construidos., J.M. Editores, CPET-Centro de Publicaciones del Campus Nord, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona,2004

Barrera, A.. Análisis y Caracterización de los Parámetros de las Aguas Residuales Necesarios para el Dimensionamiento de Estaciones Depuradoras de Menos de 2000 hab.-eq. Tesina de Especialitat, ETSECCPB, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona ,1999.

Kadlec, R.H., Knight, R.L., Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P. y Haberl, R. *Constructed Wetlands for Pollution Control: Processes, Performance, Design and Operation*. IWA Specialist Group on Use of Macrophytes in Water Pollution Control, IWA Publishing, 2000.

García J., Aguirre P., Mujeriego R., Huang Y., Ortiz L. y Bayona, J. M.. Initial contaminant removal performance factors in horizontal flow reed beds used for treating urban wastewater. *Wat. Res.*, 38, 1669-1678 , 2004.

Collado, R. Depuración de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades. Colección Señor 12, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1992.