



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 2002

**Títol:** Projecte per la realització d'una instal·lació solar fotovoltaica en règim especial als edificis de l'Escola Politècnica Superior de la UdG

**Document:** Resum

**Alumne:** Albert Juan Casademont

**Director/Tutor:** Josep Maria Corretger Canós  
**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial  
**Àrea:** Màquines i motors tèrmics

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2008

**RESUM**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>OBJECTIUS</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE</b> .....	<b>3</b>
3.1	SELECCIÓ DELS EDIFICIS .....	3
3.2	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ .....	4
3.3	ANÀLISI FINANCER DE LA INVERSIÓ PROPOSADA .....	5
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>8</b>

## 1 INTRODUCCIÓ

La generació d'energia elèctrica és necessària, i en gran quantitat, ja que les previsions apunten a que en els pròxims 25 anys el consum mundial d'electricitat es dupli i, per complicar el panorama a mitjà o llarg termini, algunes de les fonts d'energia primària d'on s'aconsegueix actualment s'esgotaran en unes dècades.

En aquest context apareix a mitjans del segle XX una tecnologia energètica per produir electricitat d'una font inesgotable com és el sol: L'energia solar fotovoltaica, la qual ofereix la conversió directa d'energia solar en electricitat per tal d'injectar-la a la xarxa pública de consum elèctric.

Aquesta energia generada és retribuïda de forma obligatòria segons el Real Decret 661/2007 per les companyies elèctriques distribuïdores al titular de la instal·lació per un preu de 0.4551 euros per cada kilowatt hora produït, la qual cosa ha causat un augment exponencial de les instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa de pública de distribució elèctrica en els últims dos anys.

Així doncs, les instal·lacions fotovoltaïques de connexió a xarxa han passat a ser un molt bon producte financer, on un inversor diposita una inversió inicial, la qual serà retornada amb un temps (amortització) i generarà una sèrie de beneficis.

## 2 OBJECTIUS

El present projecte té per principal objectiu dur a terme el disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica de producció d'energia elèctrica en règim especial sobre teulada instal·lada en un edifici de caràcter oficial de l'Escola Politècnica Superior amb l'objectiu de generar energia elèctrica per la seva venda.

Tot i així, i a diferència de la majoria d'instal·lacions, el finançament d'aquesta possible instal·lació com el posterior repartiment de beneficis seria de caràcter "popular", és a dir, que

la participació no es centrarà en un únic inversor financer sinó en un conjunt dispers de participacions econòmiques encarades als col·laboradors de la pròpia universitat (professorat, pas, etc.).

Els aspectes més importants en què es centrarà el present projecte seran:

- Definir els corresponents elements d'una instal·lació fotovoltaica per centrar les bases de selecció dels diferents components per la instal·lació.
- Anàlisi del context econòmic present i futur del règim especial i en concret de l'energia solar fotovoltaica a l'estat espanyol.
- Disseny tècnic global de la solució més favorable.
- Solució proposada per la participació popular a nivell financer de la instal·lació.
- Dotar el projecte de tots els mecanismes necessaris per tal de poder ser executat amb posteritat segons les ordenances que li són d'aplicació.

### **3 DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE**

El projecte es basa en realitzar una ampliació de l'actual instal·lació fotovoltaica col·locada en la teulada del laboratori de pesants de 15 kWn (anterior projecte Universol de l'any 2003) per passar a 72 kWn. Per fer-ho s'han analitzat les teulades dels edificis Politècnic-1, 2, 3 i 4.

#### **3.1 SELECCIÓ DELS EDIFICIS**

La selecció dels diferents edificis s'ha fet d'acord en buscar les teulades que presentessin les condicions més favorables per poder acollir una instal·lació fotovoltaica. Aquestes condicions són: teulada amb grans zones lliures d'ombres, sense gaires obstacles, preferiblement planes o inclinades vers al sud i amb una bona disposició o proximitat per tal de connectar-se a un punt de connexió de la companyia elèctrica per evacuar l'energia produïda.

Segons els anteriors criteris tècnics s'han seleccionat les cobertes dels edificis Politècnic-1 i 3, quedant descartades les cobertes dels edificis Politècnic-2 i 4. El principal inconvenient ha estat la distància que separa els diferents centres, la qual feia inviable econòmicament la interconnexió en baixa tensió respecte el punt de connexió original (a darrera del laboratori de pesants) que s'ampliaria. També cal afegir, que Fecsa Endesa no accepta l'ampliació de punts de connexió en règim especial en diferents escomeses

### **3.2 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ**

La instal·lació estarà formada per 300 mòduls fotovoltaics de silici policristal·lí de la marca alemanya Solon de 220 Watt pic de potència nominal i de 1.64 metres d'altura per 1 metre d'amplada, la potència de la instal·lació serà de 66 kilowatt pic.

Aquests mòduls aniran col·locats de forma horitzontal en conjunts de dues o tres altures en funció de la zona sobre una estructura d'alumini de forma triangular del fabricant Anusol amb una inclinació de 30° respecte l'horitzontal i una desviació de 25° positius respecte el sud. L'estructura, la qual serà fixa, estarà formada per una sèrie de rails travessers que aniran units entre ells i quedaran fortament fixats.

La unió de l'estructura amb l'edifici serà de forma directa, per mitjà d'uns peus que aniran collats directament amb un cargol i es practicarà una impregnació en el forat per mitjà d'un agent químic per tal que la teulada no es vegi afectada posteriorment per la realització d'aquesta obra.

La desviació respecte les condicions òptimes (30° d'inclinació i 0° de desviació respecte el sud) representa un 1.9% de pèrdues respecte la producció anual de la instal·lació, per tant, aquesta desviació no es considera crítica i s'aconseguirà una major integració arquitectònica en el si de l'edifici; i també permetrà aprofitar millor l'espai de les cobertes.

Aquests mòduls es connectaran entre ells en sèrie i en paral·lel fins a arribar a una configuració de 20 panells en sèrie per cada 15 en paral·lel. Aquesta configuració dóna uns valors de tensió òptims per la configuració amb un ondulador central Siemens Sinvert de 57

kW nominals. Aquest aparell transformarà la tensió contínua d'entrada que variarà entre 450 i 750V a una sortida estable de 400V 50 Hz a tres fases més neutre i terra (esquema TT).

Aquest ondulador, conjuntament amb un quadre elèctrics de protecció i control de cada sèrie de plaques fotovoltaïques es col·locarà en un prefabricat exterior adjacent a l'edifici del P-3, molt pròxim a l'actual punt de connexió. Les línies elèctriques de cada sèrie de panells fotovoltaïcs, prèviament dissenyades i convenientment protegides i fixades discorreran per les teulades fins a arribar al dispositiu de protecció que s'ha dissenyat per aquesta aplicació.

En aquest mateix prefabricat, de 3,28 metres de llarg per 2,38 metres de fondària per 2,7 metres d'altura, s'hi col·locarà tot l'equip d'automatització que s'ha dissenyat expressament per aquesta instal·lació per tal de poder dur a terme una gestió remota d'aquesta, amb l'avís dels diferents avisos o alarmes que es puguin produir, seguiment de la producció, gestió de les factures de l'equip de comptatge, etc.

El disseny de la instal·lació sempre s'ha realitzat seguint les prescripcions dels òrgans reguladors de producció d'energia en règim especial i segons tots els reglaments que li són d'aplicació. Tot i així, s'ha de remarcar que la majoria dels materials que s'han utilitzat són adaptats per aquest tipus d'instal·lació tot i que alguns s'han col·locat per la pròpia seguretat de la instal·lació i no per l'existència de cap reglament específic.

### **3.3 ANÀLISI FINANCER DE LA INVERSIÓ PROPOSADA**

Actualment, les instal·lacions d'energia solar fotovoltaïca en règim especial estan regulades per el Real Decret 661/2007 el qual fixa el preu a 0.4551 kWh segons la tipologia d'instal·lació d'aquest projecte.

Al tractar-se d'un preu molt ben retribuït ha comportat que el nombre d'instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa hagi augmentat de forma exponencial fins a sobrepassar l'objectiu del plan d'energías renovables de l'estat espanyol fixat en 400 MW l'any 2010 en els últims dos anys. En conseqüència, el secretari d'estat d'energia va efectuar

el passat setembre del 2007 una proposta de real decret la qual fixaria el preu a 0.39 kWh a partir del setembre del 2008.

A nivell financer, l'import total de la instal·lació és de **447.199,00 €**. Aquest preu inclou la realització total de l'obra claus en mà inclosa la interconnexió amb la línia d'evacuació energia. També inclou l'IVA i l'aportació de capital necessària per crear una societat limitada diferenciada de la Universitat de Girona, per tal de gestionar els diferents assumptes financers de la instal·lació.

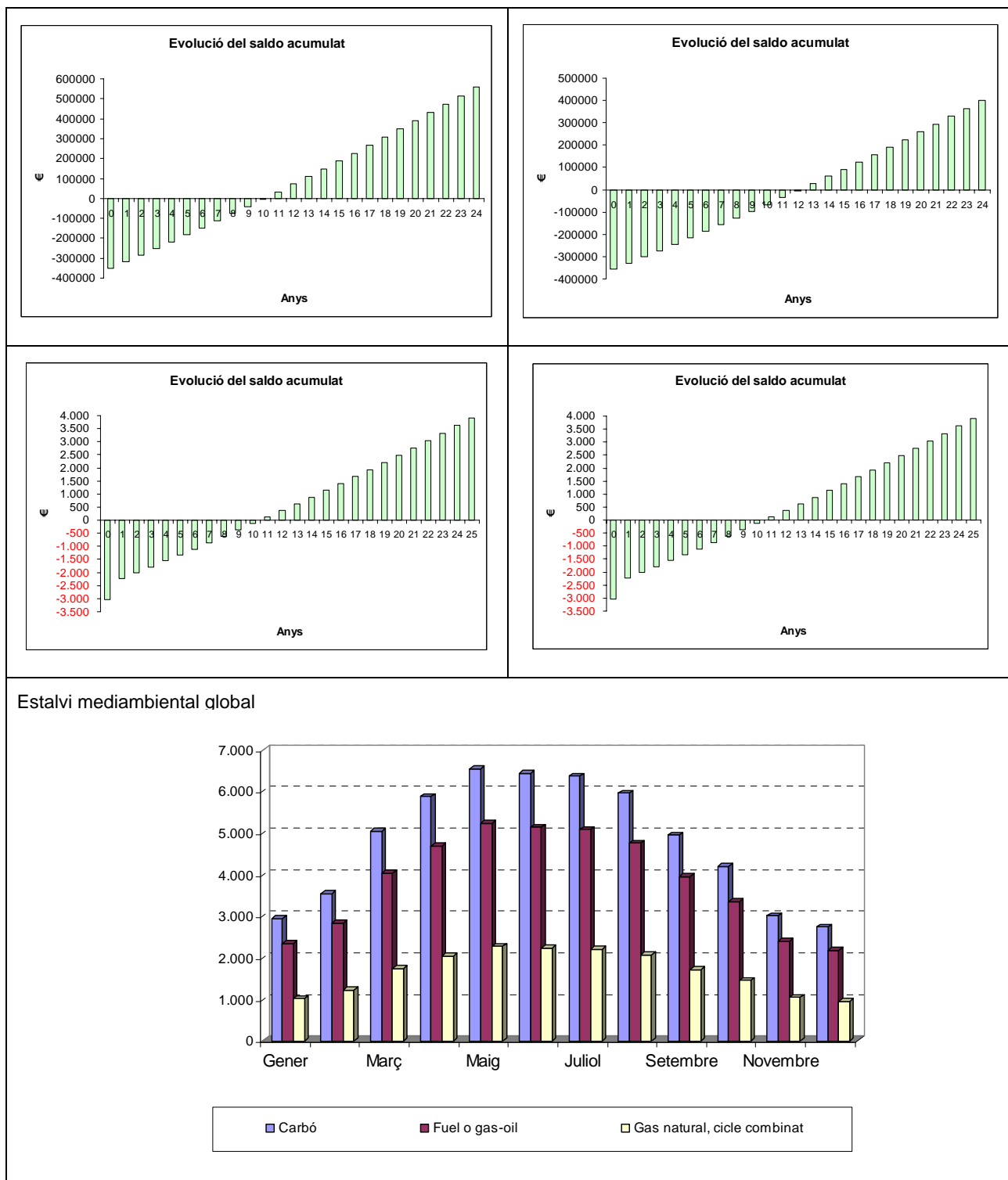
S'ha decidit dividir aquest import total en 148 participacions de 3.022€ cadascuna. Aquesta aportació seria amortitzada en base a l'aportació inicial i a les despeses fixades en manteniment i gestió de la planta que representarien un 1.21% del cost total de la instal·lació.

La producció anual de la planta serà de 1163 kWh/kWp instal·lat, la qual cosa suposa la producció de 76758 kWh/any. Amb un performance ratio del 73.2% (rendiment global de la instal·lació) i una eficiència mitjana del 9.70%.

Simulació segons RD 661/2007 (ITC 3860/2007)	Simulació segons proposta de RD 27/09/07
Cash Flow global de la instal·lació: 37.671,36 €	Cash Flow global de la instal·lació: 31.303,54 €
Rendiment mig anual: 9,84%	Rendiment mig anual: 8,17%
Facturació mitja anual per participació: 253€	Facturació mitja anual per participació: 203€
Retorn de la inversió: 11è any	Retorn de la inversió: 13è any

Taula 1. Comparativa del rendiment i del retorn de la inversió de la instal·lació segons legislació aplicable

A part del benefici econòmic, la instal·lació projectada aportaria el benefici mediambiental de la producció de 518.64 kW/any, la qual cosa suposaria la reducció de fins a un 11,9% de l'energia que arribaria a consumir una habitatge de tipus estàndard amb 3 habitants.



Taula 2. Comparativa de resultats econòmics i estalvi mediambiental



## 4 CONCLUSIONS

Es valora com assolit amb èxit els objectius proposats, justificant els següents punts:

S'ha realitzat un disseny global i al detall de la solució tècnica més favorable.

S'ha dotat el projecte de tots els mecanismes necessaris per tal de poder ser executat amb posteritat segons les ordenances que li són d'aplicació.

La solució proposada de participació popular a nivell financer ha obtingut una bona rendibilitat i demostra com l'energia solar fotovoltaica a part de ser una bona per diversificar les fonts energètiques és un bon producte financer a petita escala.

Tot i així, es pot dir que el projecte pot ésser millorable en alguns aspectes, els quals es podrien incloure en futures ampliacions d'aquest. Podria realitzar-se una ampliació de l'estructura actual de distribució en mitja tensió que interconnecta els diferents centres i estendre la possibilitat de col·locar plaques fotovoltaïques a altres edificis del campus universitari.

També podria estudiar-se la possibilitat d'altres tecnologies de plaques fotovoltaïques en teulades de formes no favorables o la integració de mòduls fotovoltaïcs en l'estructura de possibles nous edificis.