ENERGIA SOLAR

EL RECORREGUT DE L'ENERGIA

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Comerç, Indústria i Energia
Direcció General d'Energia

contingut

L'energia solar

La font d'energia

L'energia solar tèrmica i termoelèctrica: tecnologia i aplicacions

L'energia solar fotovoltaica: tecnologia i aplicacions

L'aprofitament de l'energia solar al món i a les Illes Balears

Consideracions ambientals. Avantatges i inconvenients de la tecnologia

Perspectives de futur a llarg termini

EDICIÓ PER A LES ILLES BALEARS

DIRECCIÓ: Josep Maria Rigo Serra

EQUIP DE TREBALL: Pere Nadal Fiol
Tomeu Comas Hernández
Joana Aina Reus Perelló

© Govern de les Illes Balears
Conselleria de Comerç, Industria i Energia
Direcció General d'Energia

© DE L'EDICIÓ: Domènech e-learning multimedia, S.A.

PRIMERA EDICIÓ: 2010

MAQUETACIÓ: Domènech e-learning multimedia, S.A.

L'ENERGIA SOLAR

Des de sempre, la llum i la calor del Sol han estat arreu del món unes de les fonts d'energia més utilitzades, i ho són encara a molts indrets per escalfar els aliments, l'aigua i, sobretot, els habitatges.

La tecnologia moderna ha permès aprofitar de forma més eficaç i eficient la radiació solar, per mitjà d'elements que converteixen la calor en energia tèrmica (captadors solars) o que transformen la llum en electricitat (mòduls fotovoltaics).

Un tercer aprofitament actual de l'energia solar és mitjançant les centrals termoelèctriques, on s'obté electricitat a partir de l'escalfament d'un fluid i el seu ús en un cicle termodinàmic convencional com el que s'aplica en altre tipus de centrals elèctriques.

Panells solars tèrmics de tubs de buit per a fred solar, UIB

Termoelèctrica del desert de Mojave als EE.UU.

Camp de futbol Coll den Rebassa, Palma

Termoelèctrica de torre a Sanlucar La Mayor, Sevilla

Parc fotovoltaic Binissafúller, Sant Lluís

Parc fotovoltaic de Son Valardell, Llucmajor.

LA FONT D'ENERGIA

La Terra rep cada any una quantitat d'energia centenars de vegades més gran que la que consumim els humans. L'energia del Sol és, a més, el motor d'altres formes d'energia renovables. El vent, les onades, els corrents d'aigua o la biomassa tenen el seu origen en l'acció continuada de la radiació solar sobre el nostre planeta.

LA RADIACIÓ SOLAR

En el Sol es produeixen constantment reaccions nuclears de fusió que converteixen els àtoms d'hidrògen en heli tot alliberant una gran quantitat d'energia, una part de la qual arriba a la Terra: la radiació solar.

Aquesta radiació constitueix la principal font d'energia renovable a l'abast dels humans. La Terra rep del Sol una quantitat d'energia anual d'aproximadament $5{,}4 \times 10^{24}$ joules, una xifra que representa 4.500 vegades l'energia que es consumeix al món en un any.

Tot i aquesta abundància, l'aprofitament de la radiació solar està condicionada per tres aspectes:

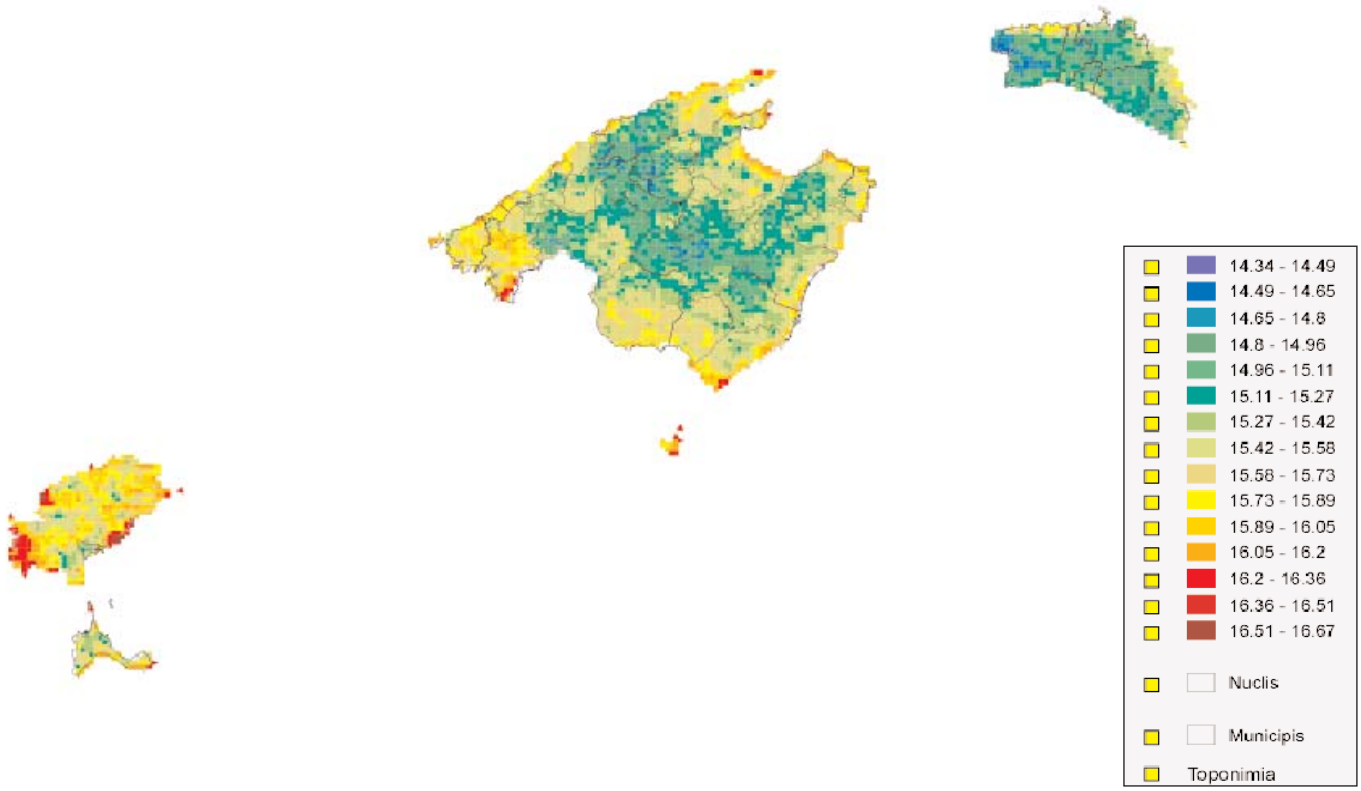
- la intensitat de la radiació rebuda per la Terra (quantitat d'energia per unitat de temps i superfície),
- els cicles diaris i anuals als que està sotmesa,
- i les condicions climàtiques (hores de Sol anuals) de cada emplaçament.

El terme de radiació solar fa referència als valors d'irradiació global, és a dir, la quantitat d'energia rebuda per unitat de superfície en un temps determinat (mesurada en W/m^2). Aquests valors fan referència a l'energia que prové directament del disc solar (radiació directa) i a l'energia que, difosa per l'atmosfera, prové de la resta del cel (radiació difusa).

La proporció entre radiació global i difusa varia segons les condicions meteorològiques, de manera que en dies ennuvolats la **radiació difusa*** pot arribar al 100% de la global, per aquest motiu, la baixa densitat de radiació i l'efecte negatiu de determinades condicions meteorològiques obliga a utilitzar superfícies de captació grans si es volen aconseguir valors significatius d'aprofitament energètic.

Les pèrdues a l'atmosfera per **reflexió***, **absorció*** i dispersió redueixen la intensitat de la radiació solar que arriba a la terra al voltant d'un 30%, al voltant dels 1.000 W/m^2. Ara bé, les condicions meteorològiques poden fer variar aquests valors. Per exemple, en un dia sense Sol els valors d'intensitat de radiació es poden reduir fins als 150 o 50 W/m^2.

L'efecte del cicle diari i anual provocats pels moviments de translació, rotació i declinació solar de la Terra impliquen la limitació del període de disponibilitat solar diari, el canvi constant de la direcció d'arribada dels raigs solars i l'oscil·lació anual en la quantitat d'energia disponible.



LES FORMES D'APROFITAMENT

El Sol ha estat arreu del món una de les fonts d'energia més utilitzada des de ben antic, i ho és encara a molts indrets per escalfar els aliments, l'aigua i, sobretot, els habitatges. L'orientació de les masies i les cases dels nuclis més antics dels pobles en són un bon exemple. L'orientació sud, per exemple, és la més favorable en zones amb clima mediterrani com el nostre, ja que s'aconsegueix la màxima radiació solar a l'hivern i mínima a l'estiu. L'adaptació moderna d'aquestes pràctiques que treuen partit del clima en benefici del confort dels ciutadans es coneix amb el nom d'arquitectura bioclimàtica.

Aquest prototip constitueix un model d'habitatge bioclimàtic. En aquest sentit, a causa del seu especial disseny, l'habitatge té un perfecte comportament bioclimàtic: no necessita aire condicionat, i gaire bé no consumeix calefacció, a més, té una alta eficiència energètica gràcies a la seva perfecta orientació, la seva tipologia arquitectònica i els aïllaments ecològics, entre molts altres aspectes. Paral·lelament, les seves fonts energètiques són renovables, amb captadors solars tèrmics i fotovoltaics.

A més d'aquesta utilització "passiva" de l'energia solar, hi ha tres tipus d'aprofitaments "actius" en els que la radiació del Sol és transformada en calor o electricitat per mitjà d'un element tecnològic:

- L'**energia solar tèrmica**, que s'utilitza bàsicament per produir calor i escalfar aigua. Les principals aplicacions són la producció d'aigua calenta sanitària (dutxes, cuines, etc.), la climatització de piscines, i en altres aplicacions de diferents sectors.

- L'**energia solar fotovoltaica**, que converteix la llum del Sol en electricitat per mitjà d'uns dispositius anomenats cèl·lules solars que s'integren en les plaques solars. Aquesta energia elèctrica pot ser utilitzada directament en el lloc on es produeix o ser enviada a la xarxa elèctrica perquè en faci ús qualsevol ciutadà, ja que l'electricitat mai pot ser emmagatzemada en grans quantitats.

- L'**energia solar termoelèctrica**, que utilitza l'energia solar per a obtenir vapor d'aigua, el qual acciona una turbina que genera electricitat. És un cicle tèrmic convencional, en el que el recurs energètic no són els combustibles fòssils o l'energia nuclear sinó el Sol.

La importància de l'orientació

L'orientació condiciona el consum energètic de qualsevol edifici o habitatge. Per aquesta raó, cal aprofitar en la mesura que això sigui possible, les característiques favorables de l'entorn. Es considera la millor orientació és la sud-nord, amb una variació de 30º a l'est o l'oest.

Per tant, per aprofitar els avantatges del Sol i de la ventilació natural, cal afavorir una superfície màxima de l'edifici seguint aquesta orientació. El criteri de disseny ha de ser el de "màxima captació, mínima ombra". Es a dir, un disseny adequat a les necessitats, i de qualitat..

Casa tradicional Mallorquina orientada a Sud

Camp de futbol Coll den Rebassa, Palma

L'ENERGIA SOLAR TÈRMICA: TECNOLOGIA I APLICACIONS

L'energia solar tèrmica aprofita l'energia del Sol per a obtenir calor, la qual es pot fer servir directament per a cuinar aliments (cuina solar, per exemple) o per a escalfar aigua destinada al consum domèstic (aigua calenta sanitària, calefacció) o a la producció d'energia elèctrica (termoelèctrica).

ELS TIPUS DE SISTEMES TÈRMICS

La captació de la radiació solar per a la seva transformació es pot realitzar a baixa, mitjana o alta temperatura:

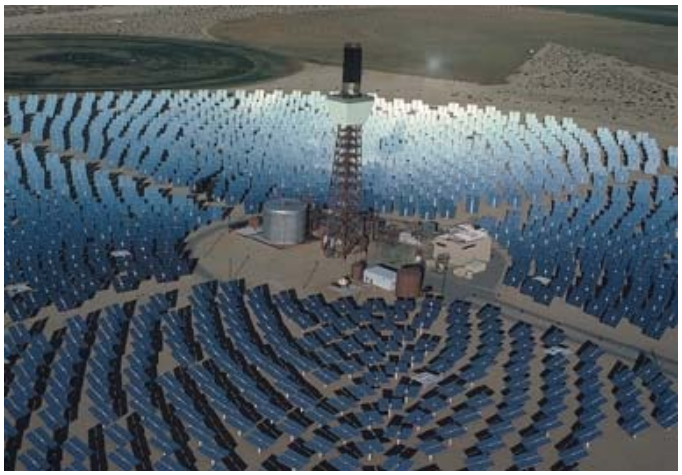
- En les de baixa temperatura es fan servir captadors tèrmics plans i treballen a temperatures que oscil·len entre els 35ºC i els 100ºC. S'utilitzen per a l'obtenció d'aigua calenta per a usos sanitaris o per a calefacció d'espais. Es classifiquen en funció del fluid que escalfen els captadors (aire o aigua), o bé en funció dels tipus de captadors tèrmics emprats (captadors plans amb coberta, captadors plans sense coberta i captadors de buit). Les aplicacions més esteses són les de baixa temperatura.

- Les instal·lacions de temperatura mitjana operen entre els 100ºC i els 300ºC, i tenen sobretot aplicacions industrials. Fan servir col·lectors parabòlics on un mirall concentra la radiació solar en un tub col·lector encarregat de recollir i transmetre la calor a un fluid.

- Les d'alta temperatura són les centrals termoelèctriques que treballen a més de 400ºC i que poden arribar a assolir temperatures superiors als 4.000ºC. Consisteixen en grans instal·lacions on el principal element és una torre paraboloide o un camp d'heliòstats que concentren la radiació solar en una torre central. Hi ha una caldera central on s'obté vapor a alta temperatura per a usos tèrmics o per a la producció d'electricitat.

Energia Solar tèrmica per escalfament de piscina

Instal·lacions solars de temperatura mitjana



Gran instal·lació solar termoelèctrica per a altes temperatures

ELS FONAMENTS TECNOLÒGICS (BAIXA TEMPERATURA)

Les instal·lacions solars tèrmiques consisteixen en un sistema de captació (el captador solar), un sistema d'emmagatzematge de l'energia tèrmica obtinguda (el dipòsit acumulador) i un sistema de distribució del calor i de consum.

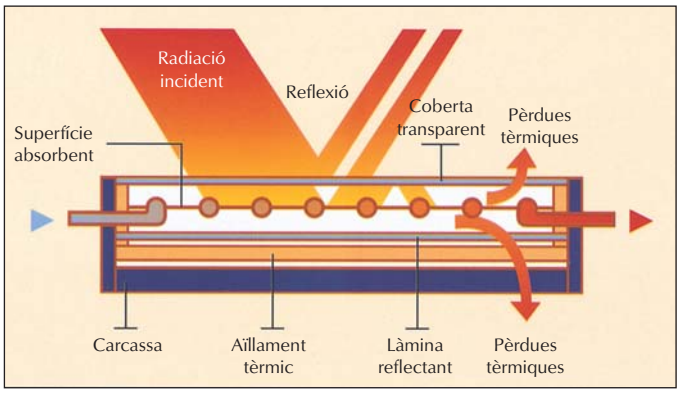
El captador solar tèrmic

El captador pla de coberta de vidre és el que, fins ara, ha tingut una major difusió. El seu funcionament està basat en el principi de l'efecte hivernacle: capta la radiació solar mitjançant una coberta transparent, la transfereix a un fluid caloportador i evita la seva sortida a l'exterior. Hi ha una superfície absorbent que recull la radiació i la transmet als tubs per on circula l'aigua. Aquesta placa absorbent es pinta de negre perquè absorbeixi més la radiació, i és de metall per transmetre millor la calor.

El principal paràmetre que caracteritza l'eficiència d'un captador és la corba de rendiment: la relació entre l'energia que li arriba (radiació solar) i l'energia que transmet al fluid que transporta la calor (l'aigua, per exemple).

Com a norma general, els captadors han de ser instal·lats orientats al sud per captar al màxim la radiació solar, i la seva inclinació respecte l'horitzontal depèn de l'aplicació i l'època d'ús. Normalment, la latitud de l'indret sol ser la inclinació de referència.

Un altre tipus de captador és el de buit, constituït per un conjunt d'elements formats per una sèrie tubs cilíndrics concèntrics situats sobre una coberta reflectora. A l'interior de cada element s'ha fet el buit per evitar les pèrdues energètiques. Com succeeix en els captadors plans vidrats, la radiació solar travessa la superfície transparent i es transforma en calor quan arriba als tubs cilíndrics interiors. Altres tipus de captadors solars per a aplicacions de baixa temperatura són els d'aire, els quals tenen un funcionament similar als d'aigua però que tenen uns tubs més grans.



Procés de captació i absorció de la radiació solar en un captador solar pla.

El dipòsit acumulador

Com indica el seu nom, aquest element serveix per acumular l'aigua que ha estat escalfada pels captadors solars i mantenir-la calenta. La mida del dipòsit depèn de la demanda d'aigua calenta i de l'ús a que hi està destinada. Per a instal·lacions petites o mitjanes, la seva capacitat sol ser d'uns 500 litres, i s'acostuma a situar al damunt del captador.

Energia Solar Tèrmica a S'Arenal

El sistema de distribució de l'aigua calenta

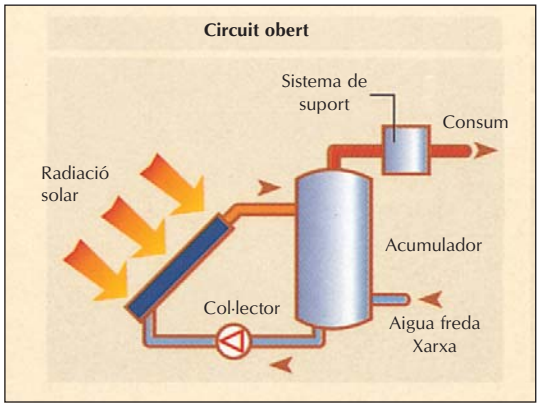
Consta de tots aquells elements i sistemes que permeten el transport de l'aigua calenta des del dipòsit acumulador fins als punts de consum: sistemes de control i gestió de les instal·lacions, canonades i conduccions, bombes per fer circular els fluids, purgadors d'aire i vàlvules de diferent tipus que ajuden a la distribució per l'habitatge o pel conjunt d'habitatges d'un edifici.

El sistema de suport

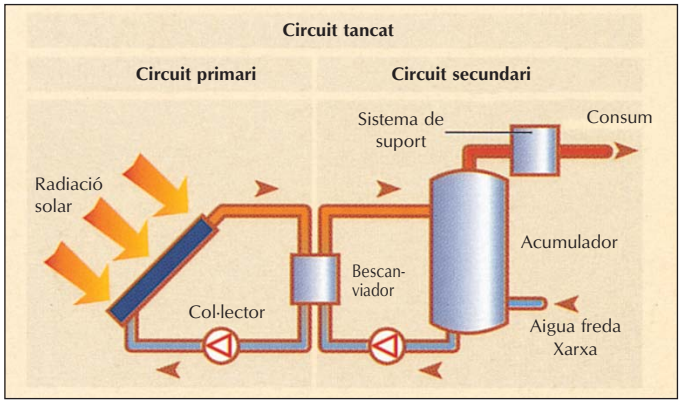
Per suplir els períodes sense radiació solar, les instal·lacions solars tèrmiques incorporen un sistema convencional d'escalfament d'aigua auxiliar (calderes), que només es fa servir quan l'energia produïda pels captadors no pot satisfer la demanda.

Les instal·lacions solars tèrmiques es poden dissenyar com circuits oberts o tancats en funció de si la mateixa aigua que circula pels captadors solars és de consum (obert) o no (tancat).

Els sistemes en circuit obert són més simples, però presenten l'inconvenient de què l'aigua es pot congelar si la temperatura és molt baixa, o de què es produeixen fenòmens de corrosió o incrustacions en el captador; a més, l'aigua que s'escalfa en el captador i la que es consumeix és la mateixa. En els sistemes de circuit tancat, en canvi, no hi ha mescla entre el líquid que circula pels captadors (circuit primari, al que s'afegeix un anticongelant), i l'aigua destinada a consum (circuit secundari).



Esquema d'instal·lació solar de baixa temperatura: circuit obert



Esquema d'instal·lació solar de baixa temperatura: circuit tancat

LES APLICACIONS ACTUALS

Les principals aplicacions solars tèrmiques de baixa temperatura són la producció d'aigua calenta sanitària, la climatització d'habitatges i piscines, i la refrigeració. En general aquestes aplicacions no es solen presentar de forma individual, sinó combinant-les en una mateixa instal·lació.

Ara per ara, l'aplicació que resulta més rendible és la producció d'aigua calenta sanitària per a instal·lacions individuals i col·lectives (centres esportius, hotels, hospitals, càmpings, etc.), ja que la constància de la seva demanda fa que la instal·lació solar estigui en servei durant tots els mesos de l'any.

Panells solars tèrmics a la caserna dels bombers de Palma

Producció d'aigua calenta sanitària (ACS)

És l'aplicació més rendible de l'energia solar tèrmica, perquè la necessitat d'aigua calenta sanitària és permanent durant tot l'any, al contrari del que passa amb la calefacció. Normalment no es dissenyen les instal·lacions per cobrir el 100% de les necessitats d'aigua calenta, ja que la superfície requerida a l'hivern, quan hi ha menys radiació, donaria lloc a grans instal·lacions difícilment amortitzables i amb un sobreescalfament a l'estiu.

El més comú és combinar la instal·lació solar amb un sistema d'escalfament convencional (a gas o elèctric). Així, el dispositiu solar només cobreix una part del consum d'energia per producció d'aigua calenta sanitària, que s'anomena fracció solar.

Calefacció

La calefacció d'un local es pot fer mitjançant la introducció d'aire calent en el seu interior o bé a través d'elements calefactors per l'interior dels quals circula aigua calenta. L'aprofitament de la radiació solar per a calefacció de locals presenta la mateixa divisió: es poden fer servir captadors d'aire o captadors d'aigua.

En aquest darrer cas, no és adequat utilitzar radiadors convencionals, ja que necessiten aigua a 80-90ºC, i els captadors solars plans treballen amb un rendiment acceptable donant aigua a 50ºC. Llavors, cal fer servir altres sistemes de calefacció, com ara:

- Terra radiant (circulació d'aigua per unes canonades situades sota el paviment dels locals).
- Radiadors sobredimensionats (superfície del radiador molt més gran que els convencionals per poder cedir la mateixa calor amb un cabal d'aigua a una temperatura inferior).
- "Fan-coils" o ventiloconvectors (grup de tubs per on circula l'aigua i que és travessat per un corrent d'aire que s'escalfa i es distribueix a l'ambient).

Climatització de piscines

El consum d'energies convencionals (combustibles fòssils, principalment) per escalfament de piscines es permet per llei només quan estiguin situades en locals tancats.

Es poden fer servir sistemes de circuit tancat (quan es combina amb generació d'aigua calenta sanitària o calefacció, amb captadors solars plans) o de circuit obert (per utilitzacions només en època estival, es poden fer servir captadors de cautxú o plàstic, més econòmics que els plans), i amb un millor rendiment a temperatures de 20ºC.

Refrigeració solar

Mitjançant una màquina d'absorció es pot produir fred a partir de calor, gràcies a la combinació de fluids miscibles i no miscibles a diferents temperatures, mecanisme similar al que fan servir les màquines estàndards de refrigeració, tot i que la font d'energia és l'electricitat en comptes de la solar. Tanmateix, encara que la refrigeració solar és possible, cal una temperatura superior als 80ºC per aconseguir el procés, per tant s'ha de disposar de captadors solars específics que permetin assolir aquestes temperatures.

El veritable potencial de l'energia solar tèrmica es troba en el sector domèstic. Un dels factors clau per fer-la avançar és la seva utilització en edificis de nova construcció i en habitatges unifamiliars, per bé que no s'ha d'oblidar en la rehabilitació.

COMPARACIÓ DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE DIFERENTS INSTAL·LACIONS SOLARS TÈRMIQUES

Aplicació	Superficie col·lectors (m²)	Volum acumulació (litres)	Producció solar anual (kWh/any)	Fracció solar (%)
ACS habitatge unifamiliar	2,5	175	1.700	67%
ACS + calefacció habitatge unifamiliar	12,5	800	-	-
ACS hotel (100 llits)	30	2.000	16.700	64%
ACS hotel (250 llits)	90	6.000	60.000	62%
ACS + calefacció centre hospitalari	150	10.000	95.000	30%
ACS + escalfament piscina centre esportiu	140	9.000	138.000	39%

Instal·lació solar tèrmica per aigua calenta a una casa particular

L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: TECNOLOGIA I APLICACIONS

L'energia solar fotovoltaica es basa en l'efecte fotoelèctric, es a dir, la transformació directa de l'energia lumínica procedent del Sol en energia elèctrica. Per a realitzar aquesta conversió són necessaris uns dispositius anomenats cèl·lules solars.
L'energia generada s'utilitza per cobrir petits consums en el mateix lloc on es produeix la demanda (instal·lacions autònomes), o s'envia a la xarxa elèctrica general.

ELS FONAMENTS TECNOLÒGICS

La cèl·lula solar

És l'element principal del mòdul fotovoltaic. La cèl·lula solar està constituïda per un material **semiconductor*** (silici, habitualment) on, de forma artificial, s'ha creat un camp elèctric permanent. D'aquesta manera, quan s'exposa a la llum del Sol es produeix la circulació d'electrons i l'aparició de corrent elèctric entre les dues cares de la cèl·lula (efecte fotoelèctric).

La potència d'una cèl·lula es mesura normalment en watts pic (Wp), que és la potència que pot proporcionar la cèl·lula amb una intensitat de radiació solar constant de 1.000 W/m^2. Per exemple, una instal·lació de 10 Wp subministraria una potència de 10 W sota una radiació de 1.000 W/m^2. Una cèl·lula individual normal té una superfície d'uns 75 cm^2 i una **potència nominal*** propera a 1 Wp, el que vol dir que amb una radiació solar de 1.000 W/m^2 proporciona valors de tensió d'uns 0,5 volts i corrent d'uns 2 ampers.

Per a obtenir potències utilitzables per aparells de mitjana potència, cal unir un cert nombre de cèl·lules en el que s'anomena placa o mòdul fotovoltaic. Aquestes plaques solen contenir entre 20 i 40 cèl·lules per produir corrent continu de 12 o 24 volts i proporcionar una potència entre 50 i 100 Wp. Per optimitzar el rendiment de les plaques cal orientar-les al Sud, amb una inclinació que depèn de la latitud i l'època de l'any.

L'efecte fotoelèctric és la capacitat de la llum per alliberar els electrons d'una superfície metàl·lica. Els materials semiconductors (el silici entre ells) tenen la particularitat de presentar un comportament diferent davant l'electricitat (flux de càrregues) en funció de si són o no són excitats per una font energètica externa.

Quan un fotó (partícula de llum radiant) impacta contra un electró del darrer orbital d'un àtom de silici, li transmet la seva energia (energia cinètica). Si l'energia que rep aquest electró supera la força d'atracció del nucli, surt de la seva òrbita, queda lliure de l'àtom i, per tant, pot viatjar pel material. En aquest moment, es diu que el silici s'ha fet conductor

Els acumuladors o bateries

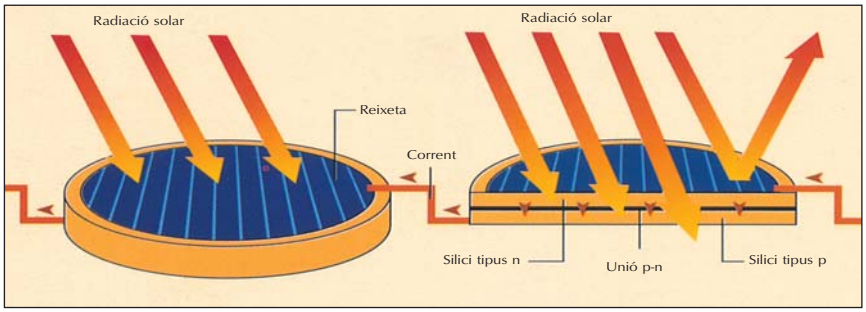
Les bateries acumulen en forma d'energia química l'energia elèctrica produïda pels mòduls fotovoltaics. La capacitat d'emmagatzematge d'electricitat necessària per a una aplicació determinada es calcula sobre la base del consum diari estimat i del nombre de dies d'autonomia que es considera convenient. Només es fan servir en cas d'instal·lacions autònomes; és a dir, no connectades a la xarxa elèctrica.

Els reguladors de càrrega

La seva funció, en instal·lacions autònomes, és protegir els acumuladors contra la sobrecàrrega i la descàrrega excessiva d'electricitat. En cas de sobrecàrrega de bateries, posa les plaques en curtcircuit i talla el pas de corrent a les bateries. En cas de descàrrega excessiva, o bé avisa al consumidor amb una alarma o bé talla el subministrament si el consum continua.

L'inversor

És un aparell que transforma el corrent continu (12 o 24 V) generat per la instal·lació fotovoltaica en corrent altern, per poder utilitzar els aparells de consum més habituals en instal·lacions autònomes, o per poder lliurar energia a la xarxa elèctrica en instal·lacions connectades.



Constitució i principi de funcionament d'una cèl·lula solar fotovoltaica.

LES APLICACIONS ACTUALS

Els sistemes autònoms (no connectats a la xarxa elèctrica)

L'energia elèctrica generada mitjançant aquests sistemes s'utilitza per cobrir petits consums en el mateix lloc on es produeix la demanda. Les aplicacions més comuns són:

- l'electrificació d'habitatges allunyats de la xarxa elèctrica,
- les aplicacions agrícoles i de bestiar: bombejament d'aigua, sistemes de reg, il·luminació d'hivernacles i granges, etc.),
- la senyalització i comunicacions (navegació aèria i marítima, senyalització de carreteres, repetidors, etc.),
- l'enllumenat públic (carrers, monuments, parades d'autobús, etc.),
- i els sistemes de depuració d'aigües.

En aquestes aplicacions, per poder disposar d'electricitat durant la nit o en períodes de baixa insolació, cal una bateria d'acumulació, amb el seu corresponent controlador de càrrega. Quan es necessita corrent altern, es fa servir un inversor.

Aquests sistemes han de tenir una dimensió suficient per satisfer la totalitat de les necessitats energètiques, sempre que no hi hagi un sistema de suport convencional, com ara un grup electrogen a gas-oil.

Els sistemes connectats a la xarxa elèctrica

Aquest sistema fotovoltaic es connecta a la xarxa elèctrica i l'inversor transforma el corrent continu generat pel sistema en corrent altern anàleg al de la xarxa. Hi ha dos tipus d'aplicacions principals:

- les centrals fotovoltaiques, on tota l'energia produïda s'envia a la xarxa elèctrica,
- els sistemes integrats en edificis.

En aquest tipus d'aplicació és molt important que la instal·lació quedi ben integrada en l'edifici. En alguns casos, les plaques fotovoltaiques poden arribar a substituir part dels elements de construcció de l'edifici, produint un estalvi addicional.

L'objectiu d'aquestes instal·lacions en edificis no és només proporcionar tots els consums elèctrics que s'hi donen, sinó aprofitar les possibilitats arquitectòniques que tant les teulades com les façanes ofereixen per instal·lar plaques i reduir d'aquesta manera la compra d'energia a les xarxes elèctriques comercials.

Energía solar fotovoltaica per a enllumenat públic i senyalització de trànsit

Coberta fotovoltaica connectada a xarxa 10 kW

Parc fotovoltaic de S'Estalrica, Artà

Parc fotovoltaic sobre cantera regenerada a Campos

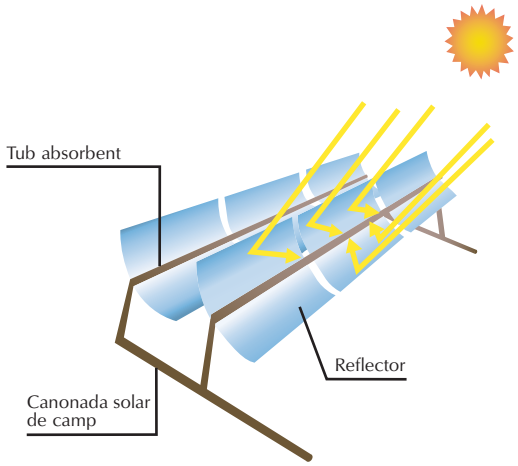
L'ENERGIA TERMOSOLAR

L'energia termosolar es tracta d'escalfar un fluid transmissor de calor (oli sintètic) a una temperatura compresa entre 400ºC i 1000ºC, mitjançant els ratjos solars i amb l'ajut de grans concentradors solars. Aquest oli, amb l'ajut d'intervanviadors de calor, escalfa aigua fins a produir vapor sobreescalfat que produeix energia elèctrica en una turbina de vapor convencional.

Hi ha diferents tecnologies, entre les que es poden destacar:

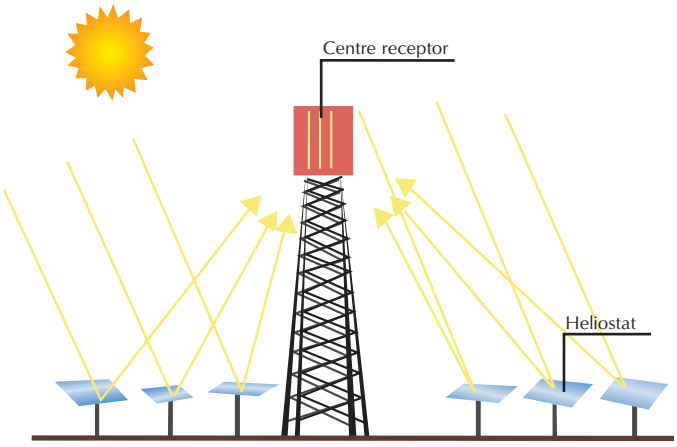
- **CCP (Cilindrico-parabólica):** Es tracta de que unes parabòliques facin un seguiment solar i concentrin els raigs en uns tubs receptors que escalfen el fluid tèrmic i aquest fluid tèrmic permet generar vapor d'aigua i electricitat.

ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DE LA TECNOLOGIA CCP (CILÍNDRIC-PARABÒLICA)



- **TORRE SOLAR:** Un conjunt de miralls mòbils o helioestats s'orienten al Sol i reflexen la raciació concentrada unes 600 vegades sobre una torre receptora. Del receptor de la torre la calor es transmet a un fluid tèrmic que genera vapor que per mitjà d'una turbina genera electricitat.

ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DE LA TECNOLOGIA DE TORRE SOLAR

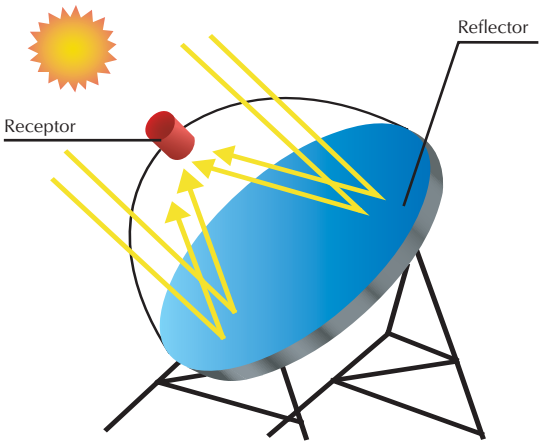


Plantes d'energia solar termoelèctrica del desert de Mojave a EE.UU.

A Sanlúcar La Mayor, Sevilla, hi ha la planta solar termoelèctrica més gran d'Europa. La instal·lació, basada en la tecnologia de Torre, fa 165m d'alçada i genera electricitat de 20 MW, després d'obtenir la calor procendent del Sol. Més de mil miralls de 120 m² cadascun, són els encarregats de captar la radiació solar seguint el Sol amb un movimient propi dels girasols.
Aquesta planta permet produir energia neta pel consum de 10.000 habitatges, evitant l'emissió de 12.000 t de CO_2.

- **SISTEMA DISC STIRLING:** L'equip consta d'un concentrador còncau fet de miralls i un receptor format per una cavitat amb una petita obertura. La radiació escalfa un gas. Aquest sistema no requereix aigua per a produir electricitat, no és un motor que necessiti lubricació, és silenciós i es pot connectar a una xarxa en fases

ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DE LA TECNOLOGIA SISTEMA DISC STIRLING



Energia solar termoelèctrica amb tecnologia stirling al sud-est del desert de Mojave de Califórnia (EE.UU.)

- **LINEAR FRESNEL:** Utilitza miralls plans, per tant més econòmics, amb impacte ambiental més baix i ocupa menys espai.

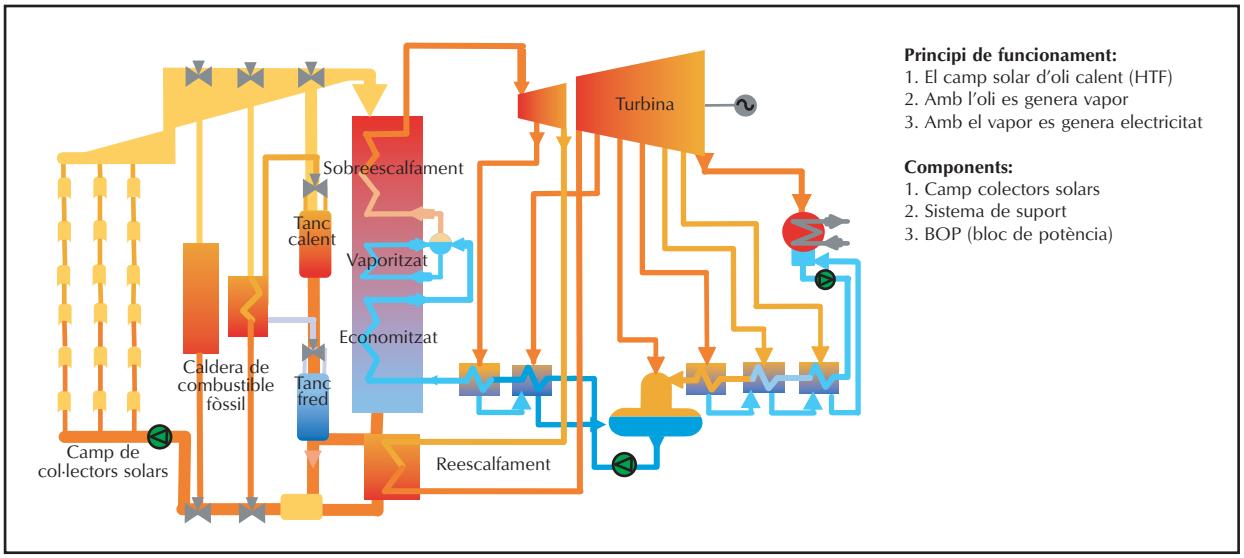
- **ISCC (Plantes solars de cicle combinat)**: Les plantes híbrides cicle combinat-solar són similars a unes de cicle combinat on el gas natural es crema a la cambra de combustió i els gasos d'escapament es dirigeixen a un recuperador de calor que sumant amb el calor de l'energia solar generen vapor d'aigua i energia elèctrica a la turbina. Amb l'energia solar com energia auxiliar s'augmenten els rendiments respecte una planta de cicle combinat clàssica i es redueixen les emissions a l'atmosfera i per tant l'efecte hivernacle.

LES AVANTATGES DE L'ENERGIA SOLAR

L'energia solar és un recurs net i inesgotable. La matèria prima és el Sol per això és una energia renovable i neta. No produeix fums, residus, olors ni sorolls i per cada 100 kW de potència solar instal.lada evitarem l'emissió anual de 75 tm de CO_2 a l'atmosfera, ideal per a minimitzar l'efecte hivernacle.

Les instal.lacions per a l'aprofitament energètic de l'energia solar són senzilles, fàcils de muntar i amb poc manteniment. És una solució definitiva per aquells indrets amb difícil accés a la xarxa elèctrica. És un bon recurs energètic per a donar solució futura al problema energètic mundial i a la mitigació del canvi climàtic.

ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DE LES PLANTES SOLARS DE CICLE COMBINAT



L'APROFITAMENT DE L'ENERGIA SOLAR AL MÓN I A LES ILLES BALEARS

L'aprofitament de l'energia solar està augmentant a tot el món, principalment a l'hora de produir calor amb la tecnologia tèrmica, ja que té un cost econòmic molt inferior al d'altres sistemes convencionals que fan servir combustibles fòssils, per exemple.

L'ENERGIA GENERADA AL MÓN I EUROPA

L'energia que es produeix al món amb la tecnologia solar tèrmica supera els 1.100 GWh, mentre que la generació d'electricitat amb la solar fotovoltaica és d'un 1.700 GWh, segons dades de l'any 2006 de l'Agència Internacional de l'Energia. La potència fotovoltaica instal·lada ja supera els 5,3 GW, l'equivalent a 5 centrals nuclears. Alemanya està al capdavant amb 2,5 GW, seguida del Japó amb 1,7 GW.

En el decurs de l'última dècada, l'eficiència dels captadors comercials ha augmentat considerablement (fins a un 30%), de manera que el seu nivell de rendibilitat en comparació amb les tècniques convencionals de producció de calor també s'ha incrementat notablement.

A Europa, la generació amb la tecnologia tèrmica és d'uns 1.500 MWh, i una superfície de captació de més de 2,1 milions de m². Amb la tecnologia fotovoltaica, la producció d'electricitat supera els 1.800 MWh, i l'objectiu de la Unió Europea és arribar als 6.000 MW fotovoltaics l'any 2010.

L'APROFITAMENT A ESPANYA I A LES ILLES BALEARS

L'energia solar tèrmica

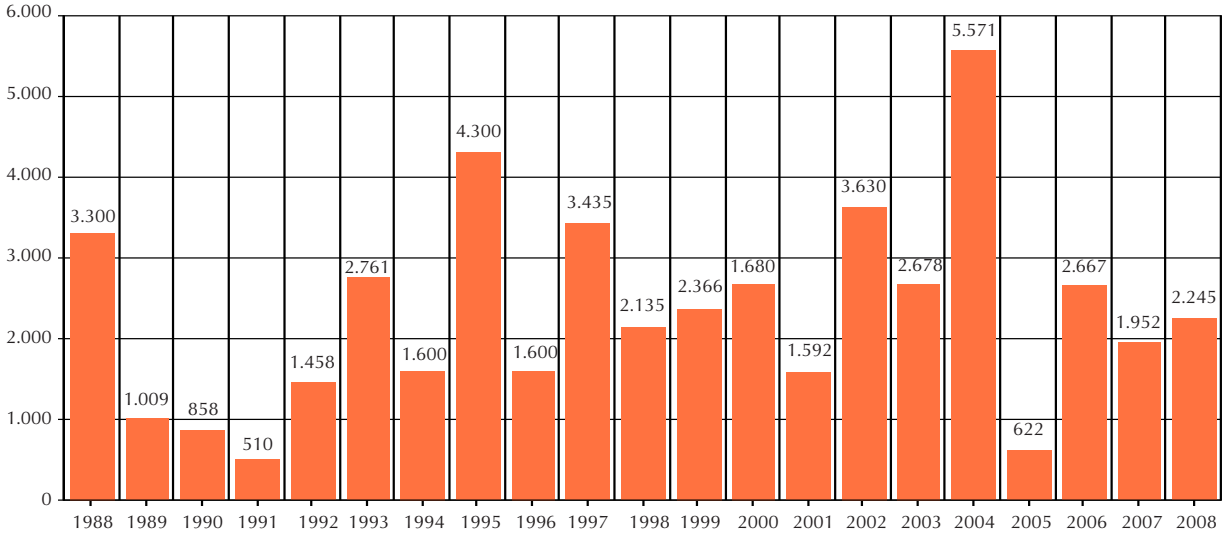
Al conjunt d'Espanya hi ha instal·lats gairebé un milió de m² de captadors solars tèrmics, l'equivalent a uns 100 camps de futbol, aproximadament.

A finals de l'any 2006, a les Illes Balears hi havia instal·lada una superfície de captadors en servei de més de 73.300 m² —situats en escoles, hotels, càmpings, habitatges, hospitals, poliesportius, piscines, etc—, amb una capacitat de producció de prop de 4.800 tones equivalents de petroli. Aquesta font d'energia renovable ha experimentat un gran creixement, en gran part gràcies a les ordenances solars locals, que obliguen a la instal·lació de captadors en tots els edificis de nova construcció.

Els nous sistemes d'aprofitament dels recursos energètics renovables —com els solars tèrmics— no només compleixen la funció d'elements productors d'energia, sinó també la d'instruments pedagògics amb els que es poden demostrar les aplicacions i possibilitats actuals d'aquestes tecnologies emergents.

Molts municipis de l'estat español, disposen d'ordenança solar tèrmica, amb l'objectiu de promoure la incorporació a les noves edificacions de sistemes de captació d'energia solar per a la producció d'aigua calenta sanitària.

SUPERFICIE SOLAR SOLAR TÈRMICA INSTAL·LADA A LES ILLES BALEARS (m²)



Font: Portal energètic. Estadístiques 2008. Govern de les Illes Balears

L'energia solar fotovoltaica

Al conjunt d'Espanya, a finals de l'any 2008 hi havia instal·lats gairebé 3.000 MW de potència, l'equivalent a unes tres centrals nuclears. A les Illes Balears, la potència instal·lada era d'uns 48 MW, si bé el nombre d'instal·lacions s'estan incrementant any rere any.

L'energia solar fotovoltaica es va començar a desenvolupar d'una manera significativa a les Illes Balears a començaments dels anys 80, i ha anat creixent exponencialment fins arribar a quasi els als 53 milions de W de potència instal·lada (2008), gràcies a un total de 212 instal.lacions fotovoltaiques, concretament:

- 26 Parcs Fotovoltaics (≥ 100 KW) (connectats en mitja tensió), tots ells instal.lats durant el 2008 amb una potència nominal instal.lada de 48'30 MW. Situades 1 a Formentera, 2 a Menorca i 23 a Mallorca.

- 186 Instal.lacions fotovoltaiques fins a 100 KW. 86 d'elles instal.lades en cobertes i la resta a terra. Amb una potència nominal instal.lada de 4'30 MW i repartides per les diferents illes a raó de: 148 a Mallorca, 22 a Menorca i 16 a Eivissa.

Per tant, actualment l'energia fotovoltaica a les Illes Balears representa un 2'7% sobre el total de potència total instal.lada en règim ordinari i es pretén que en un futur immediat aquest percentatge augmenti, assolint els 56'29 MW a finals de 2009.

L'energia solar fotovoltaica representa encara un percentatge petit de la producció total d'energia final a les Illes Balears, però la seva instal·lació en pobles rurals i masies aïllades està ajudant a què les persones que hi viuen tinguin un accés fiable a l'energia elèctrica quan no estan connectats a la xarxa elèctrica.

L'energia solar termoelèctrica

Espanya és una potència mundial en tecnologia solar termoelèctrica, i al 2010 es preveu assolir els 850 MW de potència instal·lada, arribant als 2.400 MW al 2013. Les comunitats que més aposten per aquesta energia són Extremadura i Andalucia.

A les Illes Balears s'està estudiant la possibilitat d'instal·lar la primera planta termoelèctrica en Llucmajor, instal·lació amb capacitat per generar 25 MW i alimentar 10.000 llars. Això suposaria molts llocs de treball i una inversió de 130 milions d'euros que cobririen les necessitats energètiques de 10.000 habitatges.

La tecnologia solar termoelèctrica cada dia té més implantació, sobretot en països amb una elevada insolació.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA INSTAL·LADA A LES ILLES BALEARS

Any	Potència instal·lada (kW)
1988	16
1989	35
1990	25
1991	22
1992	65
1993	22
1994	21
1995	21
1996	40
1997	27
1998	81
1999	62
2000	300
2001	522
2002	382
2003	426
2004	665
2005	248
2006	570
2007	330
2008	47.970

Font: Portal energètic. Estadístiques 2008. Govern de les Illes Balears

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA INSTAL·LADA (2008)

Potència instal·lada (kW)	Energia produida (MWh)	tep
49.961	21.146	1.819

No s'avalua la capacitat de producció de les instal·lacions aïllades per no disposar de dades de la potència total instal·lada a Balears.
Font: Portal energètic. Estadístiques 2008. Govern de les Illes Balears

CONSIDERACIONS AMBIENTALS. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LA TECNOLOGIA

L'energia solar té diversos avantatges ambientals i econòmics, ja que no produeix soroll, fums ni residus, evita el consum de combustibles fòssils, i no exigeix mesures sofisticades de seguretat. A més, les plaques tèrmiques o fotovoltaiques poden ser instal·lades a la teulada de qualsevol edifici o instal·lació, i el seu aprofitament millora la qualitat de vida en aquells indrets que no tenen accés a la xarxa elèctrica convencional.

ELS BENEFICIS SOCIOAMBIENTALS

Les instal·lacions solars produeixen energia a partir d'un recurs renovable –la radiació solar-, que és accessible, en major o menor mesura, des de qualsevol punt del planeta.

El seu aprofitament redueix el consum de combustibles fòssils i evita l'emissió a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle. Tampoc genera emissions contaminants com les partícules, els òxids de nitrogen, els òxids de sofre.

L'energia solar apropa els centres de producció d'energia als centres de consum, cosa que redueix la necessitat de construir infraestructures de distribució com les línies elèctriques. Alhora, augmenta la diversificació energètica i afavoreix la descentralització dels centres de producció.

Cada kWh generat amb energia solar fotovoltaica evita l'emissió a l'atmosfera d'un quilogram de CO_2, aproximadament, si es compara amb la generació elèctrica amb carbó, o uns 400 grams si es compara amb la generació amb gas natural.

Un habitatge unifamiliar amb una potència instal·lada d'uns 5 kW pot evitar l'emissió anual d'uns 2.000 kg de CO_2, si es compara amb la generació amb gas natural en cicle combinat.

Termosifó a Cabrera

Les tarifes i les primes han afavorit la implantació de plantes solars fotovoltaiques. Fou el RD 436/2004, de 12 de març, pel que s'estableix la metodologia per a l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial, el que regulà tot el sistema tarifari i de primes. Tenia per objectiu que el 2010, prop d'un terç de la demanda d'electricitat fos coberta per tecnologies d'alta eficàcia energètica i per energies renovables, sense incrementar el cost de producció del sistema elèctric. Més tard va ser substituït pel RD 661/2007. Ambdós RD permetien al titular de la instal.lació vendre la seva energia a una tarifa regulada i única o bé vendre l'energia directament en el mercat diari, en el mercat a termini o a través d'un contracte bilateral, rebent en aquest cas el preu negociat en el mercat més una prima. I gràcies aquest sistema de tarifes i primes el creixement de la potència instal.lada experimentat per l'energia solar fotovoltaica fou molt superior a l'esperada, havent-se complert els objectius el mes de maig de 2008, la qual cosa va fer necessari el RD 1578/2008 que donà continuïtat al creixement de la potència instal.lada.

ELS AVANTATGES ECONÒMICS

L'energia solar tèrmica és una tecnologia que cada vegada més assequible per als ciutadans des del punt de vista econòmic, ja que els costos de producció i d'instal·lació dels captadors solars es redueix cada any, alhora que augmenta l'eficiència dels captadors i dels mòduls.

Per un habitatge unifamiliar, per exemple, una instal·lació solar tèrmica d'uns 2 m^2 de captadors pot costar al voltant de 1.354 €, s'estalvia un 70% de l'energia elèctrica i permet evitar l'emissió a l'atmosfera d'uns 400 kg de CO_2 l'any. Per a instal·lacions col·lectives, com ara hotels, hospitals, polies-portius, etc., el preu per m^2 instal·lat pot oscil·lar entre 400 i 500 € Aquest preu inclou no només els captadors, sinó també els altres elements com dipòsits, canonades o bombes.

El preu de la tecnologia solar fotovoltaica s'ha reduït també espectacularment els últims anys, cosa que ha comportat un creixement de la demanda en el mercat mundial. Aquest sistema de producció d'energia és especialment indicat en nuclis rurals o masies allunyades de la xarxa elèctrica, ja que el cost de connexió a la línia elèctrica convencional és, de vegades, més elevat que la instal·lació de mòduls fotovoltaics.

Energia solar tèrmica Hotel Bellaplaya, Capdepera

ELS INCONVENIENTS POTENCIALS

Cal tenir en compte, tanmateix, que les instal.lacions solars, com les de qualsevol altra mena, han de realitzar-se adoptant una sèrie de mesures per tal de reduir potencials efectes negatius sobre el medi ambient o el paisatge. Així, com que en la majoria dels casos les instal·lacions s'integren als edificis, és necessari minimitzar l'impacte visual de les parts més visibles.

En el cas de les instal·lacions solars fotovoltaiques autònomes que fan servir bateries d'acumulació, és important garantir la seva correcta manipulació i transport quan esgoten la seva vida útil, ja que contenen elements i compostos que poden ser perjudicials per a l'entorn si no són tractats de la manera adequada.

Central de Cogeneració i District heating Parc Bit

L'energia solar...

- ***és accessible****: les instal·lacions solars produeixen energia a partir d'un recurs renovable –la llum i la calor del Sol-, accessible, en major o menor mesura, des de qualsevol punt del planeta.*
- ***és neta****: el seu aprofitament redueix el consum de combustibles fòssils i evita l'emissió a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle. Tampoc genera emissions contaminants com les partícules, els òxids de nitrogen, els òxids de sofre.*
- ***no necessita grans infraestructures****: l'energia solar apropa els centres de producció d'energia als centres de consum, per la qual cosa es redueixen les necessitats de grans infraestructures de distribució com línies elèctriques.*
- ***ajuda a la diversificació energètica****: l'energia solar redueix la demanda d'altres formes d'energia i pot ser instal·lada en pràcticament qualsevol lloc del món.*

PERSPECTIVES DE FUTUR A LLARG TERMINI

L'evolució de la tecnologia solar, l'aprovació de lleis i ordenances per a afavorir la seva implantació a petita escala i el suport econòmic dels governs a la generació d'energia amb fonts renovables són alguns dels factors que han afavorit en els darrers anys l'aprofitament d'aquest recurs.

Aquest impuls ha estat degut en bona part a la reducció dels costos de producció de les cèl·lules solars, ja que mentre a la fi dels anys setanta era d'uns 25€, actualment es troba al voltant dels 2€.

A més d'actuar en la disminució d'aquest cost econòmic, les empreses del sector (especialment del fotovoltaic) estan treballant per a millorar el rendiment i l'eficiència energètica de les cèl·lules, tant en la recerca de nous materials com en l'optimització del disseny.

S'ha d'aconseguir que l'energia generada en instal.lacions fotovoltaiques autònomes surti, com a mínim, al mateix preu que la subministrada per la xarxa elèctrica (Paritat a la xarxa o **Grid Parity***). Serà en aquest moment quan les persones i indústries amb consciència ambiental i social, instal.laran de manera massiva sistemes fotovoltaics autònoms, fent que els consums d'energies fòssils i emissions de gasos contaminats a l'atmosfera es redueixin dràsticament.

Hi ha indrets com Japó, Hawaii... que ja han aconseguit arribar al punt de paritat. Es preveu que de manera massiva s'hi arribi l'any 2015. Aquesta data depèn del país, de les hores d'insolació, del proveïdor elèctric, de la tecnologia fotovoltaica emprada... per això en illes i en indrets molt assolellats, està previst assolir abans el Grid Parity, les Illes Balears poden ser un d'aquests llocs.

Per accelerar el mercat fotovoltaic europeu cal promoure i desenvolupar Companyies de Serveis d'Energia Solar Tèrmica (ST-ESCOs). Les ST-ESCOs venen l'energia solar (no la planta solar) a un preu competitiu i porten a terme les operacions i el manteniment de la mateixa, eliminant les barreres actuals (inversions elevades, dubtes en la fiabilitat i durabilitat de les instal.lacions...), obrint el camí per a una expansió ràpida de l'energia fotovoltaica.

Instal·lació FV a Edifici Guillem Colom, UIB, Palma.

GLOSSARI

Absorció:
Part de la radiació solar que retenen les partícules que formen la atmosfera.

Grid Parity (paritat a la xarxa):
El punt en el qual una instal·lació aconsegueix generar electricitat al mateix preu que els usuaris poden comprar-la de la xarxa elèctrica.

Potència nominal:
Potència que desenvolupa una màquina, funcionant al ritme que el fabricant considera més adequat.

Radiació difusa:
Radiació que arriba a la superfície de la Terra i que no prové directament del Sol, sino que es reflectida per la atmosfera que actúa de manera semblant a la pantalla d'un llum amb la il·luminació d'una bombeta.

Reflexió:
Canvi de direcció de la radiació solar degut a la atmosfera. Per aquest motiu, part de la radiació solar que arriba a la Terra torna a l'espai exterior.

Semiconductor:
Substància intermitja entre els bons conductors i els aïllants, i que es conductor de corrent en certes condicions.

Govern de les Illes Balears

Conselleria de Comerç, Indústria i Energia
Direcció General d'Energia