

L'energia solar fotovoltaica com una alternativa en els espais urbans

Director del projecte: Josep Puig i Boix

Febrer 2008
Ciències Ambientals
Curs 2007/08

Autors: Sergi Bosque Garcia
Núria Domingo Marín



1	INTRODUCCIÓ	2
1.1	Per què fer aquest projecte?.....	2
2	OBJECTIUS.....	3
2.1	GENERALS	3
2.2	ESPECÍFICS	4
3	METODOLOGIA	5
4	ANTECEDENTS.....	7
4.1	ENERGIA.....	7
4.1.1	<i>Principals indicadors energètics al món.</i>	7
4.1.2	<i>Diagnosi del model energètic actual</i>	13
4.1.3	<i>Balanç energètic a Catalunya.</i>	15
4.1.4	<i>Comparativa del balanç d'energia elèctrica a Catalunya i a l'estat espanyol.</i>	18
4.1.5	<i>L'energia solar FV.</i>	21
4.2	MEDI AMBIENT	38
4.2.1	<i>Protocol de Kyoto</i>	38
4.2.2	<i>Polítiques adoptades a nivell de l'estat espanyol per a la sostenibilitat energètica.</i>	39
4.2.3	<i>Polítiques adoptades a Catalunya per a la sostenibilitat energètica.</i>	45
4.2.4	<i>Usos energètics i petjada ecològica.</i>	49
4.2.5	<i>Petjada ecològica de Barcelona.</i>	49
4.3	CIUTATS	50
4.3.1	<i>Definició del concepte de sostenibilitat</i>	50
4.3.2	<i>Antecedents en l'àmbit de la sostenibilitat local a escala mundial i a Catalunya.</i>	51
4.3.3	<i>Agenda 21 de Barcelona</i>	54
4.3.4	<i>L'energia i les ciutats.</i>	56
5	ÀMBIT D'ACTUACIÓ.....	58
5.1.1	<i>La ciutat de Barcelona</i>	58
5.1.2	<i>L'Atlas de radiació solar a Catalunya.</i>	59
5.2	ÀMBIT D'ESTUDI.....	61
5.2.1	<i>L'Eixample</i>	61
5.2.2	<i>Per què escollir l'Eixample?</i>	62
6	RESULTATS.....	63
6.1	HIPÒTESIS I CONSIDERACIONS	63
6.2	LIMITACIONS	64
6.3	CÀLCUL DELS RESULTATS	65
7	CONCLUSIONS	75
8	PROPOSTES DE MILLORA.....	79

9	PRESSUPOST	81
10	ÍNDIX DE FIGURES I TAULES	82
10.1	FIGURES	82
10.2	TAULES.....	82
11	BIBLIOGRAFIA	84
12	ACRÒNIMS.....	97
13	GLOSSARI.....	98
14	AGRAÏMENTS.....	101
	ANNEX: A.....	102
14.1	Càlcul d'emissions CO ₂	102
14.2	Equivalències energètiques.	102
14.3	Normativa que afecta les instal·lacions solars fotovoltaïques a Catalunya. .	104
14.4	Breu història sobre l'energia solar FV.....	106
15	ANNEX: B.....	108

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Per què fer aquest projecte?

La idea de realitzar un treball científic universitari ens ha atorgat una oportunitat magnífica per aprofundir en aquells àmbits en què alberguem més inquietuds pel que fa la seva repercussió sobre el medi ambient, com són les *ciutats* i les *energies renovables* (EERR). Les primeres perquè esdevenen els principals nuclis de consum energètic d'un territori, per tant, responsables dels impactes derivats de la seva generació. Per una altra banda, les EERR ofereixen solucions que poden aportar als entorns urbans la possibilitat de produir un canvi en el seu model energètic, encarant amb força una nova cultura de l'energia, extensible a tot un país.

La justificació del projecte proposat esdevé senzilla i contundent: no podem seguir com fins ara, hem de trobar alternatives. El model energètic actual ha de canviar, portem 150 anys cremant combustibles fòssils (petroli, gas natural i carbó) i minerals (urani i plutoni) que són no renovables i contaminants. Aquests representen la principal font emissora de gasos d'efecte hivernacle (GEH), dels quals en destaca el diòxid de carboni (CO₂), que resulta el principal gas responsable de l'escalfament global del planeta i del canvi en la dinàmica mundial del clima. D'altra banda, gràcies als científics del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sabem que aquest sobreescalfament és inequívoc i que és atribuïble a l'activitat humana, amb una certesa del 90%, sobretot relacionat amb la transformació i ús de l'energia. En aquest sentit, l'any 2006 es va arribar a la xifra rècord de concentració de CO₂ a l'atmosfera des de que existeix la humanitat, en arribar als 381,2 ppm.

En aquest context, les grans ciutats són les unitats territorials amb el deure d'aconseguir que la situació tendencial d'augment del consum energètic i emissió de gasos contaminants es capgiri en favor de l'estalvi i eficiència energètica, les energies renovables, així com la protecció del medi ambient i les persones.

Per aquesta raó l'estudi realitzat es pot resumir com la posada en pràctica d'una de tantes idees que sorgeixen en l'àmbit de les organitzacions no governamentals, que disposen de la voluntat, coneixements i fe necessàries per intentar crear un estímul vers la societat i els diferents agents i institucions que la componen, per tal d'ajudar a realitzar un canvi de paradigma i contribuir així a una imminent revolució.

Tal com es manifesta en la publicació "*State of the World 2007*" del Worldwatch Institute en algun moment de 2008 més de la meitat de la població mundial, al voltant de 3.200 milions de persones, viurà a les ciutats. Això es tradueix en què per primera vegada a la història, els éssers humans residiran en major mesura en els espais urbans que en els rurals, el que ens indica que el futur de la humanitat i el seu destí es forjarà a les ciutats.

En quant a l'àmbit energètic, es coneix que en els grans nuclis urbans europeus es consumeix un 75% de l'energia total, mentre que aquests assentaments només ocupen

un 10% del territori. Això ens indica l'elevada intensitat energètica de les ciutats, que a més, no generen l'energia que consumeixen, sinó que provoquen un desequilibri territorial en forma d'infraestructures de transformació, transport i distribució de les que s'abasteixen però que es troben allunyades dels espais urbans. En aquest sentit, les ciutats esdevenen unitats transformadores del territori que els envolta, més enllà de les fronteres dels termes municipals que les delimiten i provoquen impactes transfronterers associats a la seva activitat.

No obstant, les ciutats són indrets d'oportunitats, idees, creativitat, innovació i dinamisme que poden i han d'aportar les solucions i alternatives necessàries per tal de revertir la seva culpabilitat i promoure una via d'esperança pels habitants de la Terra. Per altra banda, proporcionen "serveis" bàsics e indispensables com la sanitat, ensenyament, cultura, oci, etc. que es tradueixen en un millor benestar.

En aquest sentit, cal aprofitar aquests fluxos i evitar l'efecte negatiu global que produeixen sobre el clima i les conseqüències que l'escalfament del planeta pot provocar sobre les persones i els éssers vius que l'habiten.

2 OBJECTIUS

2.1 GENERALS

➤ Introducció de l'energia solar FV a l'espai urbà.

Dins del marc dels objectius del Protocol de Kyoto i amb el compromís firmat per l'estat espanyol de no augmentar les seves emissions de GEH per sobre del 15% respecte els nivells de 1990, es planteja com una alternativa de mitigació al problema la aplicació de les energies renovables, en concret de la solar fotovoltaica (FV), en els entorns urbans i concretament en l'edificació existent. Al mateix temps es pretén aportar el coneixement de la situació i el model energètic del qual es parteix en l'actualitat i oferir una possible reinterpretació del paper que poden jugar les ciutats en el seu abastiment d'energia elèctrica de forma més respectuosa amb el medi ambient, el territori i els éssers humans que l'habiten. D'aquesta manera, l'objectiu fonamental esdevé la conscienciació, participació i implicació de la ciutadania en una problemàtica a escala global com és l'augment d'emissions GEH a l'atmosfera i la seva repercussió en el clima mundial.

2.2 *ESPECÍFICS*

- *Estudi de viabilitat de la instal·lació de microcentrals FV al Districte de l'Eixample.*

L'espai urbà, en el cas de la ciutat de Barcelona, esdevé dens, compacte i limitat geogràficament el que es tradueix en què la disponibilitat d'espais lliures per ubicar aquest tipus d'instal·lacions s'ha de trobar dins de l'entramat urbà. En el cas que ens ocupa, aquests requisits es compleixen en els terrats referents al sòl qualificat residencial, ja que esdevé una superfície apte on, generalment, no se'n pot fer cap ús social o lúdic. Tenint en compte que es pretén instal·lar panells solars fotovoltaics, es planteja la realització d'un estudi per tal de poder avaluar aquelles superfícies útils dels terrats de les illes del Districte de l'Eixample susceptibles d'acollir microcentrals FV i calcular així el potencial d'aquest barri barceloní.

- *Focalitzar l'estudi en el sector domèstic i el seu consum elèctric.*

L'estudi pretén abordar una fracció determinada del consum final d'energia, per tant, s'ha de ser conscient que s'està atacant una petita part del problema. No obstant, és important el fet de focalitzar el nostre anàlisi en el sector domèstic, ja que representa un dels sectors en què està augmentant més el consum energètic, sobretot, pel que fa el consum d'electricitat, per això l'objectiu de l'estudi se centra en aquests dos factors. A més, l'aspecte a favor és que tota la societat està implicada. L'esforç col·lectiu però aplicat a nivell individual pot esdevenir molt exitós en l'àmbit de l'estalvi i l'eficiència energètica i ajuda a estendre la conscienciació dels beneficis de les energies renovables a la resta de la ciutadania.

- *Estudi comparatiu a nivell socio-econòmic, mediambiental i polític.*

El que es pretén és poder mostrar amb dades empíriques una comparativa, segons els resultats que s'obtinguin, a nivell socio-econòmic, mediambiental i polític. El que es vol és avaluar si a partir del càlcul aproximat de les superfícies de terrat útil, es pot extreure informació rellevant en aquesta triple vessant, per tal de poder justificar la finalitat del present projecte. A part de les dades pròpies de l'estudi de l'Eixample, es vol oferir algunes dades addicionals referents a Catalunya i Barcelona per així establir una comparativa a diferent escala territorial, que donaran més profunditat al projecte.

3 METODOLOGIA

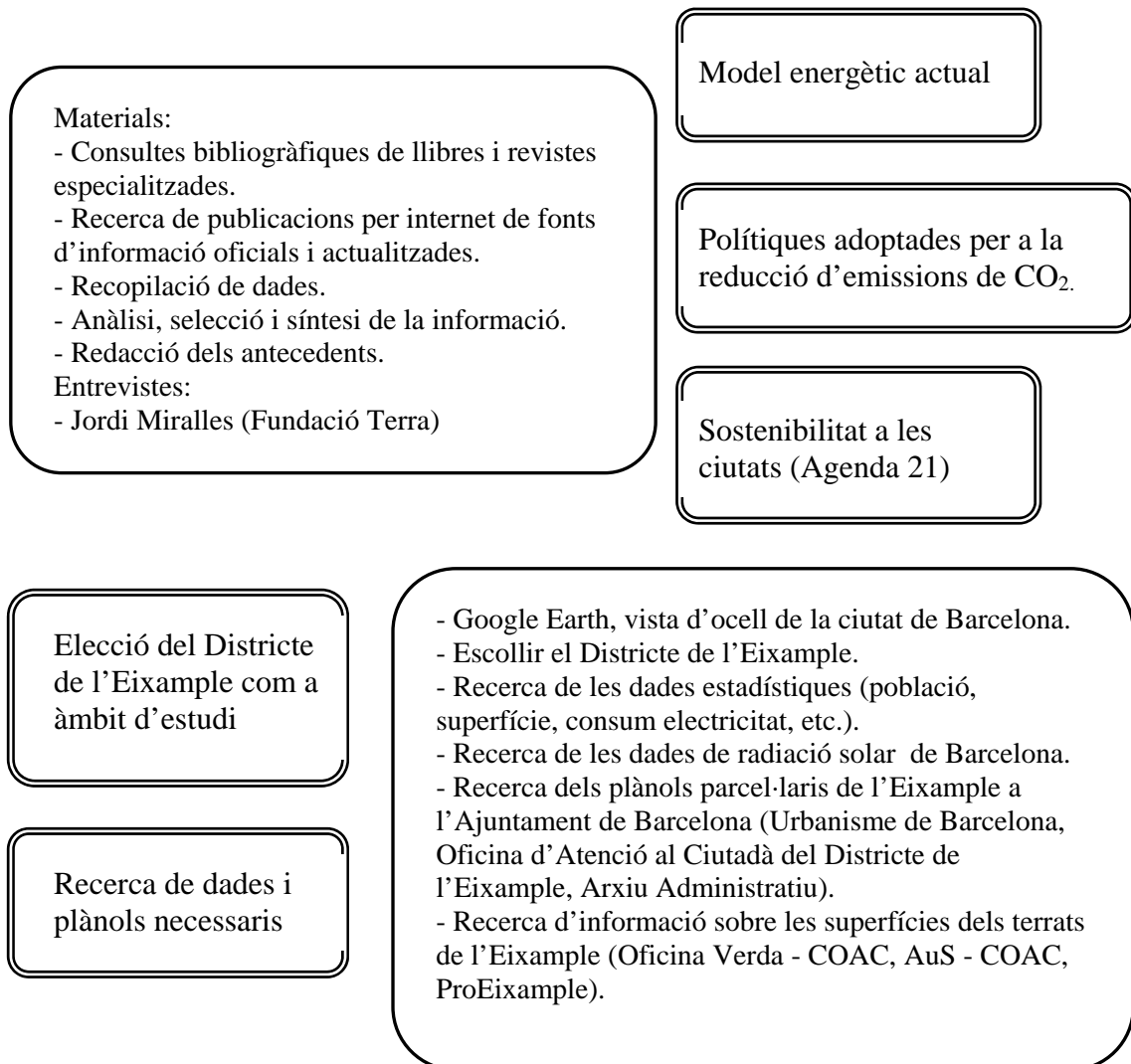
Per tal de redactar els antecedents en els tres àmbits en els quals s'estructura, Energia, Medi Ambient i Ciutats, s'ha seguit el procés descrit per la fig.3.1. La diversitat i quantitat de fonts d'informació es tradueixen en un complex entramat de dades, xifres, dates, difícils d'assimilar en un camp tant específic com la tecnologia solar FV. Per aquesta raó, una premissa que hem adoptat ha estat la de cercar publicacions de fonts oficials i reconegudes, per tal de tenir informació fiable i de qualitat. Així, l'anàlisi dels continguts i la selecció dels mateixos, ha resultat més senzilla i entenedora, el que beneficia la nostra síntesi posterior i acaba afavorint la comprensió per part del lector.

En quant a l'àmbit d'actuació, s'ha requerit una visió global de la ciutat de Barcelona i això ens ho ha permès el programa Google Earth. D'aquesta manera s'ha obtingut una vista d'ocell per així determinar les diferents distribucions i estructures urbanístiques dels 10 barris que conformen la ciutat. Molt clarament, el Districte de l'Eixample ha estat el més regular i el que ens ha semblat més adequat per a la realització de l'estudi. Un cop decidit l'àmbit hi ha hagut una recerca d'informació estadística del Districte escollit. Les dades que ens interessaven fan referència a la població, superfície de sòl qualificat residencial, nombre d'habitatges, consum d'electricitat d'ús domèstic, entre altres. Per altra banda, s'ha requerit conèixer els valors de la radiació solar mitjana tant de Catalunya com de Barcelona, mitjançant l'Atlas de radiació solar de Catalunya. Posteriorment, s'ha portat a terme la recerca dels plànols parcel·lars en paper que han resultat necessaris i imprescindibles per tal de saber les característiques edificatòries de les illes. Aquesta informació es troba a l'Ajuntament de Barcelona i s'ha demanat a diferents òrgans: Urbanisme de Barcelona, Oficina d'Atenció al Ciutadà del Districte de l'Eixample i l'Arxiu Administratiu. Paral·lament, també s'ha engegat la recerca d'informació en referència a les superfícies dels terrats de l'Eixample. Les consultes s'han realitzat a l'Oficina Verda del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC) i a la secció d'Arquitectes per a la Sostenibilitat (AuS). També s'ha demanat informació a l'empresa ProEixample. Una vegada s'ha sapigut on trobar els plànols parcel·lars, s'ha decidit quines illes escollir, segons criteris d'uniformitat geomètrica i estructural, ja que no totes les mansanes són iguals, com ens pensàvem en un principi, ni molt menys.

Pel que fa els resultats, ha estat necessària la utilització d'eines informàtiques, algunes de les quals especialitzades, per tal d'assolir els nostres objectius. Per començar s'ha consultat via internet el Punt d'Informació Cartogràfica de Barcelona (BCNPIC), en el qual es poden visualitzar els plànols parcel·lars digitalitzats. Així és com s'han

pogut obtenir els plànols de les illes del Districte de l'Eixample a una escala 1:1.000. Com que en la pantalla no apareix tota l'illa, s'ha hagut d'ajuntar dos plànols amb el programa Photoshop per conformar la mansana completa. No obstant, el pas més important ha resultat el de traslladar el plànol parcel·lari a una base AutoCAD, en la qual s'ha pogut treballar, editar i obtenir les dimensions desitjades de cada parcel·la de l'illa escollida. El pas final ha estat passar la base AutoCAD al programa SketchUp, el qual mostra la mansana de forma tridimensional i ha permès projectar les ombres que apareixen en l'illa. Aquest programa permet elegir el mes, el dia i l'hora en la qual volem que es vegin les ombres, aquesta versatilitat la utilitzarem per redactar algunes hipòtesis. Per acabar, només haurem de traslladar les dades de les àrees obtingudes amb la base AutoCAD a un full de càlcul Excel, per així analitzar les xifres i obtenir els valors que desitgem.

Figura 3.1 Esquema de la metodologia seguida en l'estudi.



Utilització d'eines
informàtiques pel
càlcul de les
superfícies

- Punt d'informació cartogràfica de Barcelona (BCNPIC), plànols digitals de les illes de l'Eixample.
- Photoshop, ajuntar els plànols per obtenir una illa completa.
- AutoCAD, obtenir superfícies i editar el plànol de l'illa escollida.
- SketchUp, visualitzar l'illa en 3D amb l'efecte de les ombres.
- Full de càlcul Excel, calcular les dades desitjades a partir de les superfícies obtingudes amb AutoCAD.

Font: Elaboració pròpia.

4 ANTECEDENTS

4.1 ENERGIA

En aquest apartat es presenten de forma gràfica les dades que defineixen l'escenari energètic a escala mundial, posant èmfasi en la dependència del consum massiu de combustibles fòssils no renovables, així com altres indicadors que ens fan reflexionar sobre l'actual model energètic en ple segle XXI.

En aquest sentit, en l'àmbit autonòmic i estatal s'analitza el balanç d'energia elèctrica de Catalunya i de l'estat espanyol per tal d'identificar les característiques que defineixen el mix elèctric de cada territori i així poder comparar-lo entre sí. A més, es tracta a fons l'energia solar FV a diferents nivells, des de la seva composició i funcionament fins la potència instal·lada a l'estat espanyol per Comunitat Autònoma.

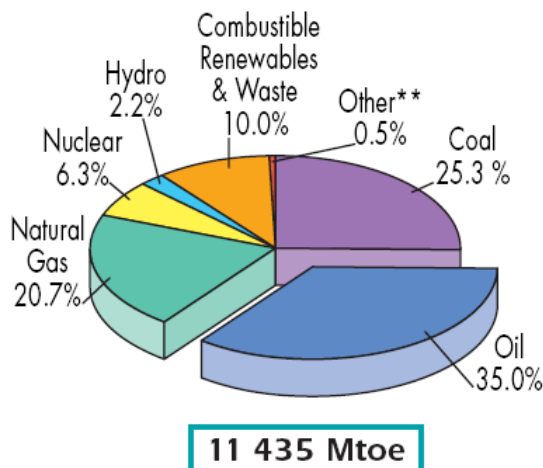
4.1.1 Principals indicadors energètics al món.

Tal com ens indica la figura 4.1, l'any 2005 el consum d'energia primària a tot el món va ascendir a 11.435 Mtep. Durant l'últim terç del s.XX fins els nostres dies, el consum d'energia primària s'ha multiplicat gairebé per dos, ja que l'any 1973 aquesta xifra era de 6.128 Mtep. Podríem dir que el consum ha augmentat a raó de 2,71%/any, encara que sabem que això no és del tot cert ja que parlem d'una mitjana, aquesta xifra ens dona una idea general de la tendència positiva dels requeriments energètics a nivell mundial.

D'altra banda, la fig.4.1 també ens indica la contribució de cada font d'energia al mix energètic i veiem clarament com més de les tres quartes parts (81%) prové de combustibles fòssils no renovables, en ordre descendent: petroli, carbó i gas natural.

Destaca la baixa participació de l'energia nuclear, entorn el 6%, encara que aquest percentatge augmenta considerablement quan parlem del consum final d'energia elèctrica. En contraposició, la font d'energia renovable més consumida és la biomassa, amb menys del 10%, ja que és utilitzada sobretot en els països pobres per cuinar i escalfar-se. En aquest sentit, les fonts d'energia renovables i netes per excel·lència, entre elles la solar FV, representen menys d'un 0,5% i esdevenen les menys contributives en el mix per darrera de l'energia hidràulica que representa el 2,2% del total.

Figura 4.1 Consum d'energia primària al món per fonts d'energia (Any 2005).



** Inclou geotèrmica, solar (tèrmica i FV), eòlica, calor, etc.

Font: Key World Energy Statistics 2007 (IEA)

Tal com es mostra en la fig.4.1 la principal font d'energia primària al món esdevé el petroli i pels escenaris que planteja la Agència Internacional de l'Energia (IEA en anglès) ho seguirà sent, per l'elevada demanda de consum energètic dels països emergents com la Índia i la Xina.

No obstant, aquesta projecció ens presenta diverses incògnites i seriosos dubtes de que el model actual pugui continuar basant-se en el consum massiu dels principals combustibles fòssils. En primer lloc, perquè tal com es presenta en la taula 4.1 les reserves d'aquestes fonts d'energia, tret del carbó, tenen un període d'extracció d'unes dècades a l'actual velocitat de producció.

Taula 4.1 Reserves provades dels principals combustibles fòssils i urani al món a finals de 2006.

Font d'energia	Període d'extracció (anys)	Reserves provades (milions de teps)	Països amb principals reserves
Carbó	200 - 220 (214)*	659.071	EE.UU., Fed.Russa i Xina
Urani	70 - 90 (74)	47.000	Canadà, EE.UU i Kazakhstan
Gas natural	55 - 65 (63)	163.314	Fed.Russa, Iran i Qatar
Petroli	35 - 45 (42)	164.500	Aràbia Saudi, Iraq i Kuwait

* Reserves provades/Producció mundial a finals de 2006.

Font: BP-Statistical Review of World Energy June 2007.

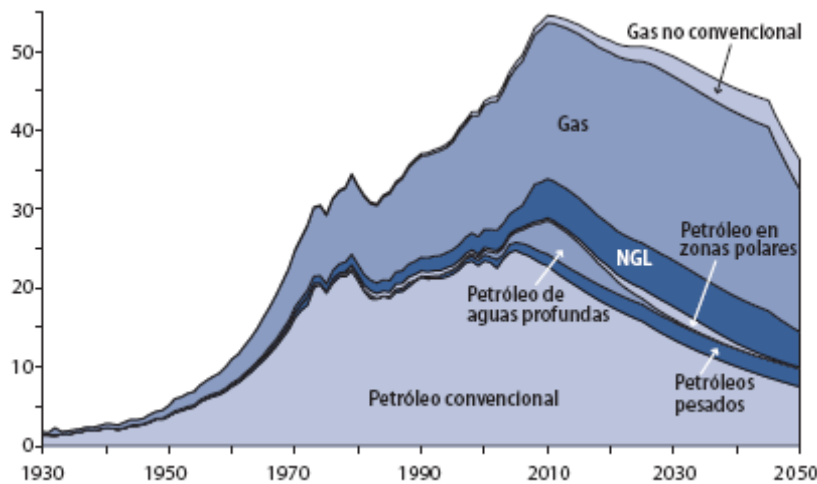
En l'actualitat hi ha veus que diuen que el *peak oil*¹ s'apropa, si no ha arribat ja. Aquesta afirmació es relaciona amb la Corba de Hubbert, que és una corba en forma d'U invertida que ens indica la taxa d'esgotament a llarg termini del petroli i d'altres combustibles fòssils. Aquesta preveu que la producció mundial de petroli arribarà al seu zenit i després patirà un declivi tan ràpid com va créixer. El tram de baixada està caracteritzat per una extracció més lenta, més costosa energèticament, més complexa tecnològicament i, en definitiva, més cara econòmicament. De fet ja des dels anys 80 es consumeix més petroli del que es descobreix i en l'actualitat no es troben grans jaciments, per tant, estem vivint a costa dels macrojaciments descoberts en el passat. En definitiva, el debat no resideix en si arribarà o no el *peak oil* sinó quan succeirà i quines seran les seves conseqüències.

Per la seva part, l'Associació per a l'Estudi del Pic del petroli i el Gas (ASPO en anglès) considera que el zenit del petroli arribarà al voltant del 2010. No obstant, cal recordar que després del petroli vindrà el zenit del gas, uns pocs anys més tard, encara que dependrà del seu ritme d'extracció, que anirà en augment degut a que esdevé una font d'energia fòssil no renovable, però més "neta" que el cru (veure fig.4.2). Pel que fa el carbó, tal com reflexa la taula 4.1, les reserves estimades se situen per sobre dels 200 anys amb l'actual nivell d'extracció i resulta la font d'energia fòssil no renovable més abundant del planeta. En aquest sentit, hi ha països que comencen a parlar de tecnologies netes de carbó com a possible alternativa a l'esgotament del petroli i el gas². Per altra banda, cal considerar que la utilització d'aquestes fonts d'energia es reduirà a una velocitat superior al seu tram final d'esgotament, degut a que el preu deixarà de ser competitiu en el mercat energètic en detriment de fonts d'energia renovables i més netes que hauran d'abastir el sistema energètic i, això sí, contribuiran a mitigar el canvi climàtic.

¹ *Peak oil* es refereix al pic o zenit del petroli que s'estima es produirà quan s'hagin extret més o menys la meitat del cru mundial.

² Revista Consumer, "Tecnologies netes de carbó" :
<http://revista.consumer.es/web/es/20060901/medioambiente/70662.php>

Figura 4.2 Projecció del zenit del petroli i el gas natural (giga-barrils de petroli equivalent).

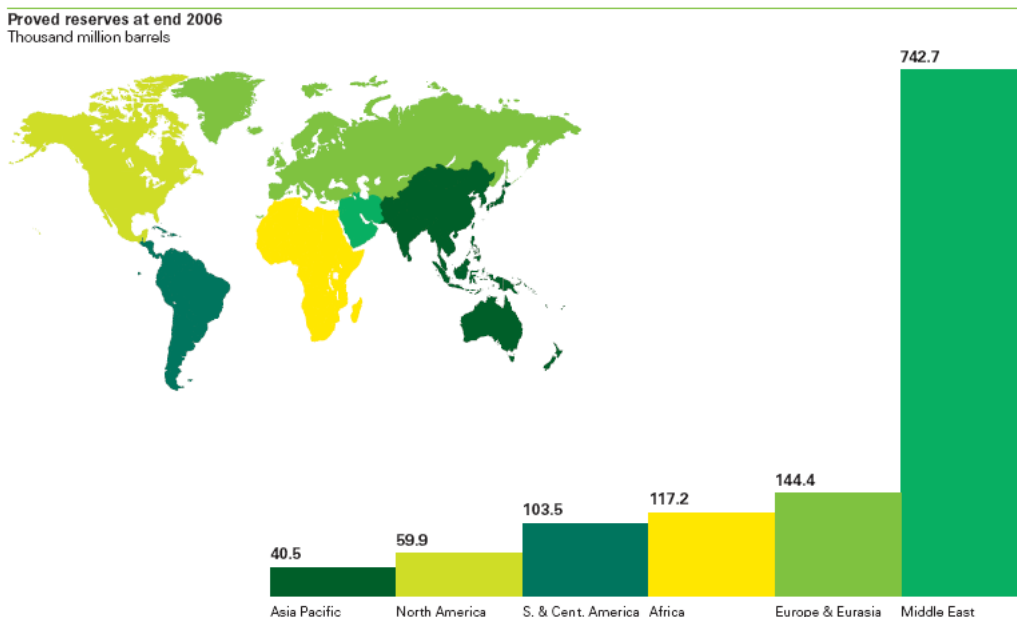


Font: ASPO, Newsletter nº 82 - October 2007.

“La tasa de retorno energético: hacia un mundo de renovables en el contexto del cénit de producción de petróleo”. www.crisisenergetica.org

En la fig.4.3 es pot observar gràficament com les reserves mundials de petroli a finals de 2006 es troben concentrades en una regió relativament petita i força inestable a nivell religiós, polític i amb continus episodis terroristes. Aquest territori es coneix amb el nom d'Orient Mitjà o Pròxim Orient i conté en el subsòl al voltant del 60% de les reserves totals de cru del món. Aquest fet comporta que països com Aràbia Saudita, Yemen, Oman, Kuwait, Iraq, Israel, Síria, Iran, siguin el blanc dels interessos pro-occidentals, consumidors de grans quantitats d'energia. No és d'estranyar que els conflictes geo-polítics d'aquesta zona produeixin de rebot fluctuacions en el preu del cru a escala mundial i, per tant, sacsegin l'economia global.

Figura 4.3 Reserves mundials provades de petroli a finals de 2006.

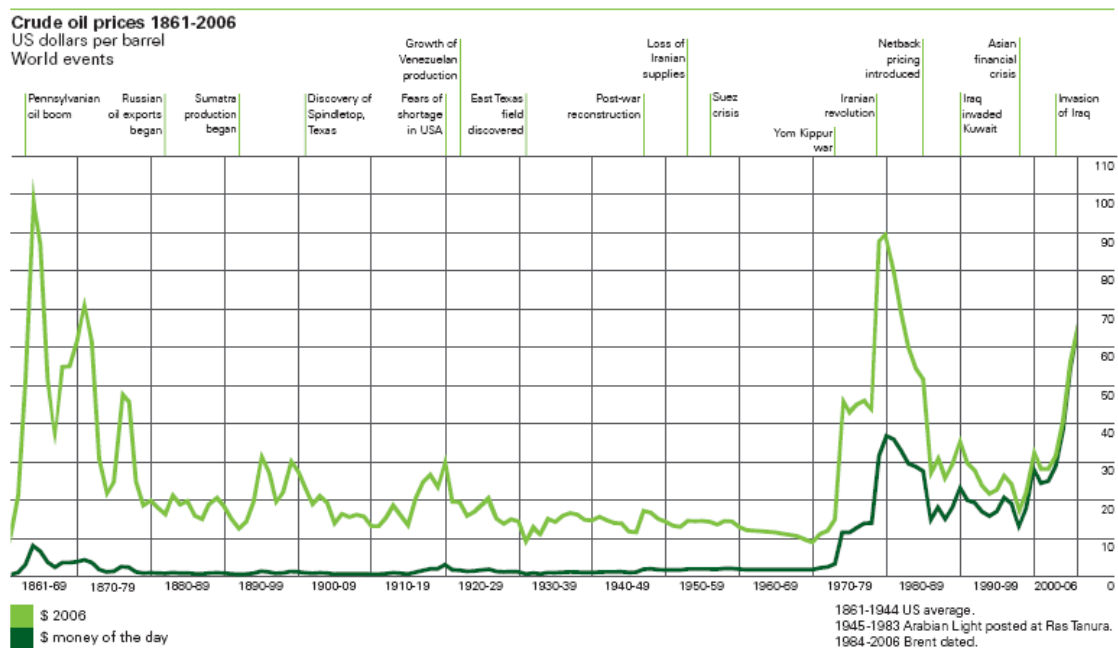


Font: BP-Statistical Review of World Energy June 2007.

La història del petroli està íntimament lligada a conflictes armats i guerres, l'anomenat "or negre" s'ha emportat moltes vides per davant i ha posat en alerta a tot el món en més d'una ocasió. De fet, com apareix en la fig.4.4, el 1973 a conseqüència de la guerra arabo-israeliana entre Israel, Síria i Egipte, l'OPEP (Organització de Països Exportadors de Petroli) va decidir no exportar petroli als països que havien recolzat els jueus, és a dir, EE.UU. i els països occidentals. Aquest aconteixement va fer que el preu del barril de cru es multipliqués per tres i que esclatés així la primera "crisi del petroli". La segona crisi va succeir el 1979 quan el consum per càpita de cru va arribar al seu pic més alt, en aquell moment va esclatar la revolució iraniana en la qual es va tancar l'estret d'Ormuz i es produir l'enderrocament del Sha. L'escassetat de petroli va provocar una recessió mundial i el consum va començar a baixar fins entrats els 80s.

És en aquest context, en el qual es comencen a iniciar investigacions per tal de trobar noves fonts d'energia que permetessin no ser tant dependents del petroli. L'objectiu era cercar energies que fossin inexhauribles i d'aquí neix el concepte d'*energia renovable*.

Figura 4.4 Fluctuacions del preu del petroli cru en el període 1861-2006.



Font: BP-Statistical Review of World Energy June 2007.

L'era del petroli barat s'ha acabat.

Tal com es mostra a la fig. 4.4 des de començaments del s.XXI el preu del cru ha anat ascendint sense parar fins els 60 dòlars el barril. No obstant, en el 2007 va començar caient fins els 50 dòlars per continuar amb un canvi de signe positiu fins enfilar-se a

màxims històrics de 98,50 dòlars el cru Brent i 100 dòlars el cru Texas³. Sense sobrepassar els 100 dòlars per barril, la veritat és que els preus corresponen, amb preus actualitzats, als assolits el 1979 quan esclatar la revolució iraní (veure fig. 4.4). Aquesta increment del 100% en el preu del barril de petroli en tant sols un any es pot explicar per diversos factors. Per una banda l'elevada especulació, que ha estat alimentada pel debilitament del dòlar enfront l'euro (que es cotitzava al voltant de 1'5 dòlars en màxims històrics⁴ al Novembre de 2007), així com la crisi dels mercats financers que han desviat fons cap a altres actius. Per altra banda, les tensions entre Turquia i Iraq, així com la decisió d'Iran de deixar de vendre el petroli en dòlars han estat factors clau perquè el valor del barril de cru estigui a uns nivells tant alts.

Tal com veiem en la fig.4.5 els cinc països que van consumir més energia primària per càpita el 2006 (>6 teps per càpita) van ser: Estats Units (EE.UU.), Canadà, Aràbia Saudí, Islàndia, Noruega i Bèlgica. La UE es troba entre 3-4'5 teps per càpita, encara que amb proporcions desiguals entre els estats membres.

No obstant, la taula 4.2 ens mostra que en valors absoluts els cinc majors consumidors foren: EE.UU. (21,39%), Xina (15,61%), Federació Russa (6,48%), Japó (4,78%) i Índia (3,89%)⁵. Podem observar que només cinc països consumeixin més de la meitat de l'energia primària mundial (52,14%), però hem de tenir en compte que representen el 46,10% de la població mundial⁶.

Taula 4.2 Els cinc països més consumidors d'energia primària del món (milions de teps).

Fonts energia	EE.UU.	Xina	Fed.Russa	Japó	Índia	Total teps	% total
Petroli	938,8	349,8	128,5	235	120,3	1772,4	45,57
Carbó	567,3	1191,3	112,5	119,1	237,7	2227,9	72,10
Gas natural	566,9	50	388,9	76,1	35,8	1117,7	43,41
Nuclear	187,5	12,3	35,4	68,6	4	307,8	48,43
Hidràulica	65,9	94,3	39,6	21,5	25,4	246,7	35,85
Total teps	2326,4	1697,7	704,9	520,3	423,2	5672,5	52,14
% total	21,39%	15,61%	6,48%	4,78%	3,89%	52,14%	--

³Notícia del diari "El País" de 3 de Gener de 2008:

http://www.elpais.com/articulo/economia/petroleo/referencia/Europa/sigue/acercando/dolares/EE/UU/toca/segunda/vez/barrera/elpepueco/20080103elpepueco_10/Tes

⁴Notícia del diari "El País" de 23 de Novembre de 2007:

http://www.elpais.com/articulo/economia/euro/roza/barrera/dolares/elpepueco/20071123elpepueco_3/Tes

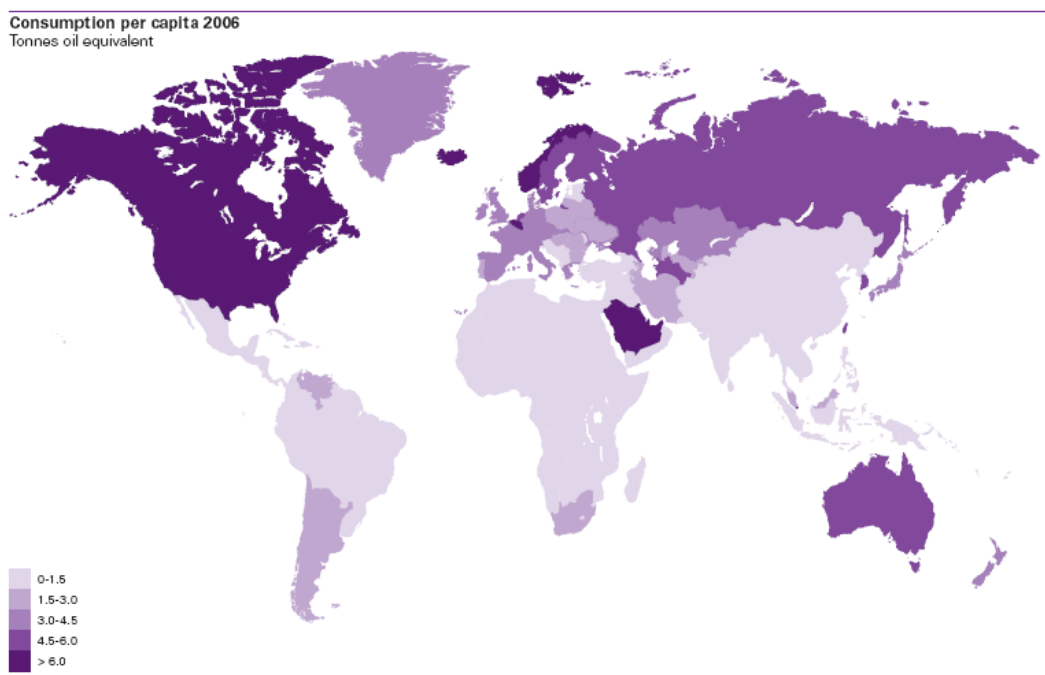
⁵ Informació extreta del document "BP-Statistical Review of world energy Junet 2007" amb una base de referència d'energia primària consumida al món de 10.878,5 milions de teps. Aquest valor és inferior a l'exposat en la fig.4.1 de la IEA perquè no es contemplen les fonts d'energia renovables ni les que provenen de la crema de biomassa i tampoc residus no renovables (10,5% del total).

⁶ Població dels cinc països més consumidors d'energia primària mundial: EE.UU. 301 milions; Xina 1.323,6 milions; Federació Russa 142,5 milions; Japó 128,2 milions; Índia 1.119,5 milions. Població mundial el 2006 era de 6.540,3 milions de persones. Font: Estat de la població mundial 2006 (UNFPA).

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de “BP-Statistical Review of World Energy June 2007”.

Aquesta és una realitat degut al pes específic que juguen els països asiàtics com la Xina i la Índia a nivell demogràfic, encara que el consum per càpita segueix essent molt desigual entre els països del top 5 tal com es pot comprovar en la fig.4.5.

Figura 4.5 Consum d'energia primària a l'any 2006 (teps/càpita).



Font: BP-Statistical Review of World Energy June 2007.

4.1.2 Diagnosi del model energètic actual

L'actual model energètic és insostenible, ineficient i injust.

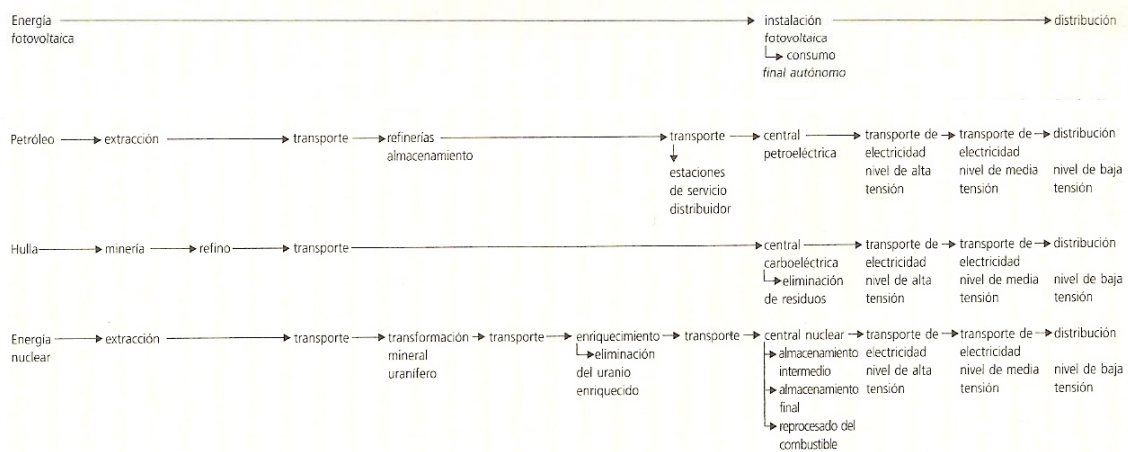
Aquestes contundents afirmacions s'extreuen de les xifres que s'han analitzat en l'apartat 1.1, així com dels esdeveniments històrics precedents als nostres dies. Parlem d'un model energètic erigit sobre les solucions tecnològiques de la segona revolució industrial (1870–1914) en un context on la ideologia econòmica capitalista és va imposar al llarg del s.XX. Els avenços científics foren espectaculars i es varen descobrir noves fonts d'energia com el petroli i l'electricitat, totalment imprescindibles avui dia, un segle més tard.

El triomf absolut de la industrialització va accelerar el procés de descobriment de jaciments de carbó, petroli, gas i urani, per tal d'alimentar la màquina econòmica que va començar a funcionar a ple rendiment als EE.UU, avançant a la pionera Gran Bretanya, per convertir-se en la primera potència mundial. El motor s'havia engegat per no parar i aquest necessitava grans quantitats d'energia. La desenvolupament accelerat de la

ciència i la tecnologia de mitjans de segle, en plena guerra freda (1947-1991), van fer creure al món industrialitzat que l'obtenció d'aquesta energia era ilimitada, així com l'exponencial creixement econòmic que vivien les economies promotores d'aquest model. D'igual manera es pensava que tant l'atmosfera, els ecosistemes, els sòls i els oceans serien capaços d'absorbir i depurar tota la contaminació derivada de la crema dels combustibles fòssils i minerals. No va ser fins la dècada dels 70s quan va emergir el moviment ecologista per alertar dels vessaments de petroli al mar, la destrucció dels ecosistemes, les pluges àcides, els problemes de salut per la contaminació atmosfèrica, fluvial i marítima, i tot el ventall d'impactes derivats del procés d'obtenció de les fonts d'energia fòssils i minerals.

Aquests fets demostren la limitació física i mediambiental de l'actual model energètic per complir amb la seva finalitat de proporcionar serveis energètics.

Figura 4.6 Comparació entre les cadenes de subministrament d'energia solar, fòssil i nuclear.



Font: Hermann Scheer, Economía solar global.

El model energètic imperant és insostenible, perquè es basa en el consum desenfrenat de recursos naturals no renovables. A més, la cadena industrial de les fonts d'energia d'origen fòssil i mineral des de l'extracció (roca) al seu ús (crema) requereixen un gran desplegament logístic i d'infraestructures complex i amb un elevat impacte ambiental més enllà del propi territori. Els requeriments energètics que calen per tots aquests processos són elevats, sobretot pel transport i les centrals de refinament i transformació.

L'actual model energètic resulta ineficient, perquè les tecnologies de combustió tenen eficiències molt baixes, amb pèrdues per dissipació de calor importants. Les centrals tèrmiques convencionals tenen un rendiment del 30-35%, les de cycle combinat un 55% i les centrals nuclears un 30%. Això vol dir que de cada 100 unitats d'energia només se'n converteixen 30 en electricitat, en el cas de les centrals tèrmiques convencionals. Però és que hem de comptar també que el transport que es requereix en els processos de la cadena de subministrament (veure fig.4.6) està provocant grans

necessitats energètiques, degut a que el transport dels recursos cap a les centrals transformadores, es duen a terme mitjançant motors de combustió interna que tenen un rendiment del 33%. No obstant, això no és tot, perquè encara ens falten les pèrdues del transport i la distribució per les línies d'alta, mitjana i baixa tensió quan ja tenim l'electricitat produïda.

El model energètic dels nostres dies és injust, perquè els grans consumidors d'energia (ciutats) no produeixen la seva pròpia energia sinó que s'abasteixen de grans centrals de transformació de potències de l'ordre de MW allunyades dels centres de consum que requereixen una llarga infraestructura de transport i distribució. Com es pot veure a la fig.4.6 la cadena de subministrament de l'energia solar FV és més curta que les fonts d'energia convencionals.

4.1.3 Balanç energètic a Catalunya.

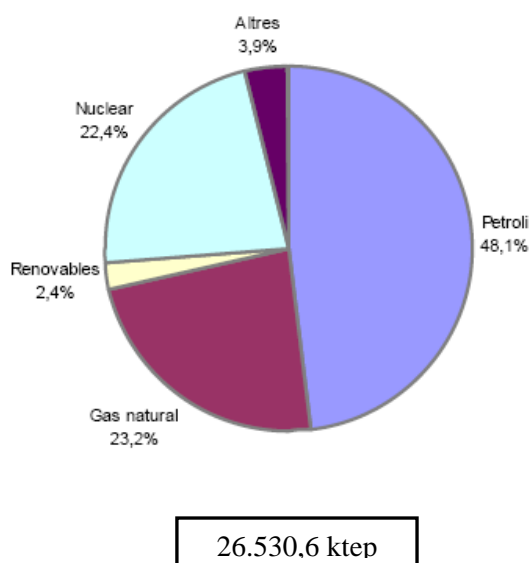
Com podem observar en la fig.4.7 el 93,7% del consum d'energia primària a Catalunya prové dels combustibles fòssils (petroli i gas natural) i mineral (nuclear). Aquesta xifra ens mostra el grau de dependència energètica tan elevat del territori català, que segons un estudi elaborat i difós pel Consell Assessor del Desenvolupament Sostenible (CADS), aquesta dependència de l'exterior arribava a més del 96% l'any 2005⁷. Aquesta xifra no surt a les estadístiques oficials ja que es comptabilitza l'energia nuclear com a autòctona, quan se sap que l'urani, matèria prima bàsica d'aquesta tecnologia, no es troba en les reserves geològiques de Catalunya, sinó que s'ha d'importar dels països productors.

Pel que fa el petroli, cal destacar que més d'un 75% de les importacions provenen de països políticament poc estables o de règims no democràtics, el que pot provocar riscos en l'economia catalana de caire inflacionista i competitivitat de les empreses, així com aspectes comentats en l'apartat 4.1.4.

En la fig.4.7 també podem apreciar la poca aportació de les energies renovables en el mix energètic (2,4% del total), encara que la seva presència anirà en augment en els pròxims anys si es compleixen els objectius marcats en el Pla de l'Energia de Catalunya (PEC), aprovat l'any 2005. Cal remarcar que aquestes fonts d'energia, com la solar FV, són les veritables fonts energètiques autòctones.

⁷ L'estudi del CADS, institució que depèn de la Generalitat de Catalunya, esdevé el "Resum executiu de l'Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)".

Figura 4.7 Consum d'energia primària per fonts d'energia a Catalunya (Any 2006).

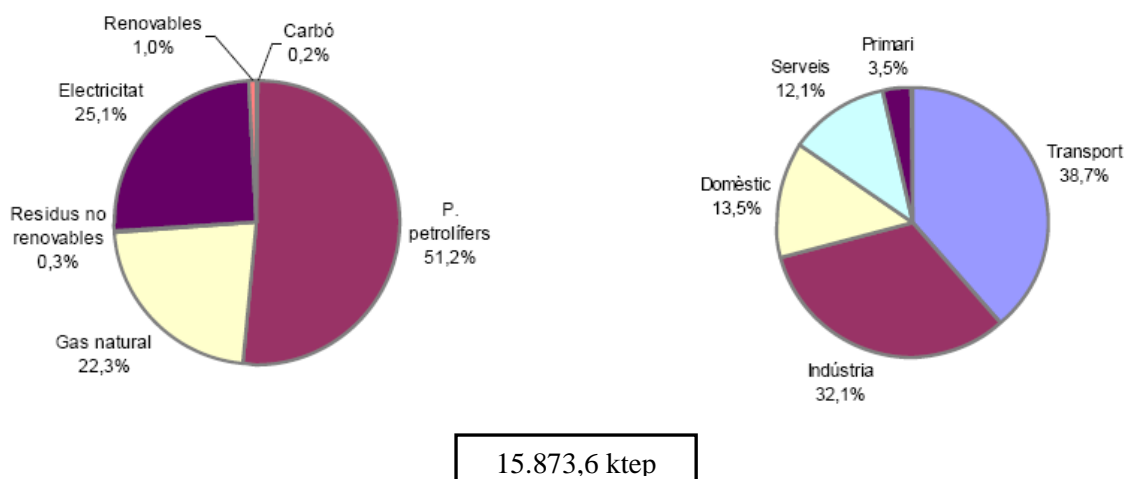


Font: Balanç energètic de Catalunya 2006 (ICAEN).

En quant el consum d'energia final, ha disminuït per primera vegada en 13 anys, un escàs 0,1% respecte l'any 2005. Aquesta dada confirma l'estabilització que s'ha produït des de l'any 2004 en el consum final d'energia i podria esdevenir un canvi de tendència en aquest sentit.

D'aquesta manera, podem observar com en la fig.4.8 l'electricitat és la segona font d'energia més consumida amb el 25,1% del total i per sectors el domèstic representa el tercer amb el 13,5% sobre el total.

Figura 4.8 Consum d'energia final per fonts d'energia i per sectors a Catalunya (Any 2006).



Font: Balanç energètic de Catalunya 2006 (ICAEN).

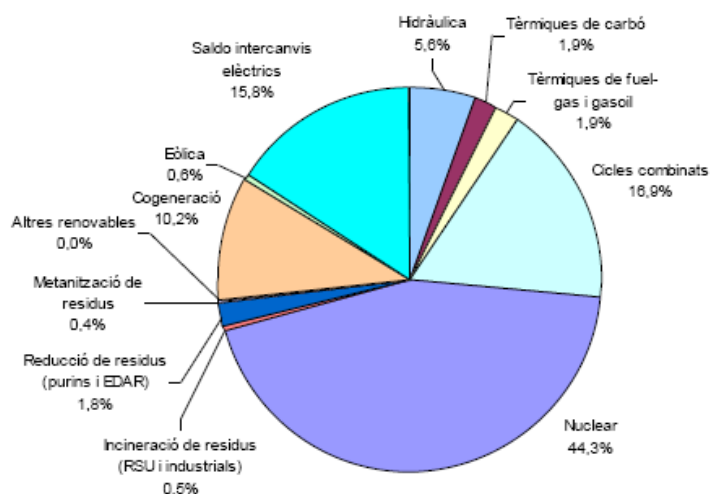
És important adonar-se que per obtenir 1 tep d'energia final necessitem 1,67 teps d'energia primària. Això es deu a les pèrdues originades per la generació elèctrica

(58,78%), els consums propis del sector energètic (12,6%), les pèrdues per transport i distribució (1,96%); i els usos no energètics (17,68%)⁸.

Per una altra banda, hi ha dades positives referents a la reducció en el consum d'energia primària del 0,4% l'any 2005 i el 0,8% l'any 2006. Encara que aquestes reduccions siguin molt petites, hem de tenir en compte que en el període 1990-2005 el consum d'energia primària va augmentar un 60%, amb una taxa de creixement de l'ordre del 3% anual. Per això les reduccions dels darrers dos anys es corroboren amb l'evolució de la intensitat energètica primària a Catalunya que en els darrers dos anys ha disminuït en un 3,7 i un 4,4% respectivament. En quant a la intensitat energètica final, aquesta ha disminuït per tercer any consecutiu fins a situar-se en els 110,2 tepts/milió €

No obstant, segons l'AMEEC el consum d'energia final al sector domèstic creix molt ràpidament, de l'ordre del 4,4% interanual. Aquest fet, reflecteix un increment de la població, però també un augment del nivell de vida material dels ciutadans. Per vectors energètics l'any 2005 el 43% del consum era de gas natural; el 40%, d'electricitat; i el 15%, de derivats del petroli, encara que aquests darrers tenen tendència a disminuir. Pel que fa la presència de renovables és molt escassa (1,8% biomassa i 0,2% solar).

Figura 4.9 Cobertura de la demanda elèctrica en barres de central a Catalunya (Any 2006)



Font: Balanç energètic de Catalunya 2006 (ICAEN).

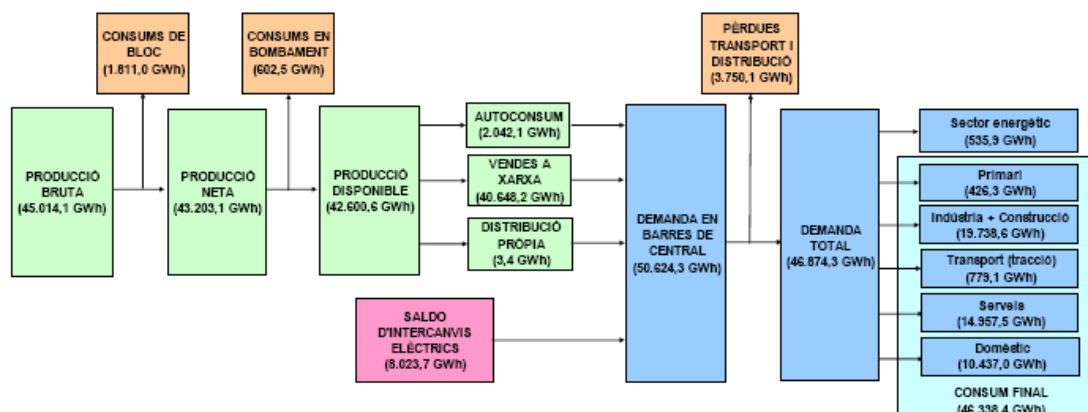
En la fig 4.9 podem identificar que les majors aportacions al mix elèctric de la demanda en barres de central són: la nuclear (44,3%), els cicles combinats de gas natural (16,9%), el saldo d'intercanvis elèctrics (15,8%) i la cogeneració (10,2%). La resta, el 12,8% es troba molt diversificat on predomina l'energia hidràulica, seguida de les tèrmiques de carbó i fuel-gas i gasoil. Del 3,3% restant, que es considera correspon a les energies renovables, no apareix l'energia solar FV (si sumem la hidràulica obtenim

⁸ Dades extretes del document "Balanç energètic de Catalunya 2006".

el 8,9%). Cal ressaltar el valor elevat del saldo d'intercanvis elèctrics, que s'ha degut a la disminució de la producció nuclear (fallides i aturades dels reactors), de les centrals de cicle combinat i la hidràulica (situació de sequera a Catalunya).

Per una altra banda, en la fig.4.10 podem identificar totes les magnituds del balanç d'energia elèctrica a Catalunya i en destaquem el consum final del sector domèstic, que representa el 22,27% de la demanda total d'electricitat.

Figura 4.10 Esquema del balanç d'energia elèctrica a Catalunya (Any 2006)



Font: Balanç energètic de Catalunya 2006 (ICAEN).

4.1.4 Comparativa del balanç d'energia elèctrica a Catalunya i a l'estat espanyol.

En la taula 4.3 s'indiquen les centrals transformadores d'energia encarregades de produir energia elèctrica, així com la contribució de cada font d'energia al mix elèctric segons potència i generació.

Taula 4.3 Balanç d'energia elèctrica a Catalunya i a l'estat espanyol a l'any 2006.

Centrals transformadores d'energia i consums derivats	Catalunya		Estat espanyol	
	Potència instal·lada (MW)	Energia elèctrica (GWh)	Potència instal·lada (MW)	Energia elèctrica (GWh)
Hidràulica	2.206	2.716	16.658	25.330
Nuclear	3.142	23.470	7.716	60.126
Carbó	160	1.103	11.934	69.326
Fuel/Gas	1570	1.218	9.425	14.432
Cicle combinat (gas natural)	1636	8.767	16.410	67.012
Règim ordinari (2006)	8.714	37.274	62.144	236.226
% 06/05	0,10	1,93	5,8	3,65
- Consums de generació	-	- 1.538	-	- 9.770

Renovables	543	1.133	14.216	31.079
Mini-hidràulica	251	507	1.809	3.971
Eòlica	198	301	11.279	22.924
Biomassa	30	77	548	2.167
Solar	9	7	101	97
R.S. Industrials	9	10	197	822
R.S. Urbans	46	231	283	1.099
No renovables	1.379	4.146	6.840	19.804
Calor residual	0	0	89	262
Carbó	0	0	69	748
Fuel-gasoil	273	326	1.395	2.262
Gas de refinaria	0	0	210	294
Gas natural	1.106	3.820	5.078	16.238
Règim especial (2006)	1.912	5.279	21.055	50.883
% 06/05	3,4	- 12,75	8,00	- 0,40
Generació elèctrica	-	41.015	-	277.339
- Consums de bombeig	-	- 518	-	- 5.261
+ Saldo intercanvis	-	5.945	-	- 3.280
<i>Demanda 2006</i>	10.626	46.442	83.199	268.798
Demanda 2005	10.560	45.256	78.086	261.328
% 06/05	0,62	2,60	6,15	2,90

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del “Informe del Sistema Eléctrico Espanyol 2005 (REE)” i el “Informe del Sistema Eléctrico Espanyol 2006 (REE)”.⁹

Tal com mostra la taula 4.3 si volem comparar els balanços d’energia elèctrica entre Catalunya i l’estat espanyol de seguida trobem semblances i discordances. Aquestes dades poden donar una idea de la diversitat de mix elèctrics de les diferents Comunitats Autònomes en el si del territori espanyol.

Per començar més del 80% de la generació elèctrica prové del règim ordinari en els dos casos. En aquest règim destaca la potència instal·lada de 3.142MW nuclears a Catalunya, que representen el 40,72% dels ubicats a tot l’estat espanyol. Aquesta xifra ens indica la situació pro-nuclear del sistema elèctric català en el conjunt del territori estatal i, per tant, la dependència d’aquesta font d’energia.

Per altra banda, el règim especial no cobreix ni la cinquena part de la generació elèctrica en els dos casos. Un fet a tenir en compte és que a Catalunya s’ha generat el doble d’electricitat en el règim especial a partir de fonts no renovables (78,54%) que renovables (21,46%), al contrari que en l’estat espanyol, en el qual aquest escenari s’inverteix atorgant més protagonisme a les energies renovables que representen el 61,08% del règim especial. En aquest sentit, l’energia solar, que no està diferenciada a

⁹Cal dir que en els informes analitzats de REE hi ha dades que no són coherents, perquè les referents a la demanda de 2005 són diferents en ambdós documents quan haurien de ser la mateixa. En aquest sentit, s’ha optat per donar per bo el valor del darrer document del 2006.

les dades oficials en solar FV, tèrmica o termoelèctrica, representa la font renovable que menys contribueix al mix elèctric en el cas català i espanyol amb valors molt inferior a l'1% del règim especial. A Catalunya l'energia renovable que més contribueix és la mini-hidràulica i a l'estat espanyol l'èolica. Per altra banda, hi ha hagut un increment en la potència instal·lada en el règim especial, però a la vegada hi ha hagut un descens de l'electricitat generada, força més accentuat en el cas català. Aquesta aparent contradicció es deu al dèficit de precipitacions que ha viscut el territori català durant el 2006, que no han afavorit la generació d'electricitat amb mini-hidràulica. Pel contrari, l'augment de les altres fonts renovables, entre elles la solar FV, no han estat capaces de compensar aquesta pèrdua.

Un dels paràmetres que divergeixen entre els dos balanços resulta el saldo d'intercanvis amb l'exterior. Per una part Catalunya importa electricitat i per l'altre l'estat espanyol exporta. No obstant, el territori català depèn molt més de les importacions (12,80% respecte la demanda), en contrast amb el territori espanyol de l'exportació (1,22% respecte la demanda). El saldo d'intercanvis a Catalunya resulta en una exportació de 229GWh a Andorra i 1.730GWh a la Comunitat Valenciana, però una importació de 3.065GWh de França i 4.839GWh d'Aragó, per tant globalment importa 5.945GWh.

En un altre sentit, cal dir que la demanda elèctrica ha crescut en els dos territoris per sobre del 2,5% de l'any 2005 al 2006, seguint la tendència alcista i sense mostrar un punt d'inflexió que marqui un descens en la producció d'energia elèctrica.

Taula 4.4 Resum de la comparativa del balanç d'energia elèctrica a Catalunya i estat espanyol.

	Catalunya	Estat espanyol
Règim ordinari (RO)	87,13 % Generació	81,65 % Generació
• Potència instal·lada de nuclear	3.142 MW	7.716 MW
Règim especial (RE)	12,87 % Generació	18,35 % Generació
• Renovables	21,46 % RE	61,08 % RE
- Solar	0,62 % Renovables	0,31 % Renovables
• No renovables	78,54 % RE	38,92 % RE
Saldo intercanvis	12,80 % demanda	- 1,22 % demanda
Demanda elèctrica 06/05	+ 2,60 %	+ 2,90 %

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de la taula 4.3.

4.1.5 L'energia solar FV.

En aquesta secció es tracta l'energia solar FV en forma de manual. D'aquesta manera, s'intenta explicar la composició, el funcionament, la tipologia d'instal·lacions i aplicacions, la tecnologia i la innovació, entre altres. A més, es fa especial atenció a l'anàlisi dels aspectes positius i negatius en l'àmbit socio-econòmic, mediambiental i tècnic. Finalment, es presenten gràficament les dades sobre potència instal·lada al món, a la UE, l'estat espanyol i les Comunitats Autònomes, entre elles, Catalunya.

4.1.5.1 Què és l'energia solar FV?

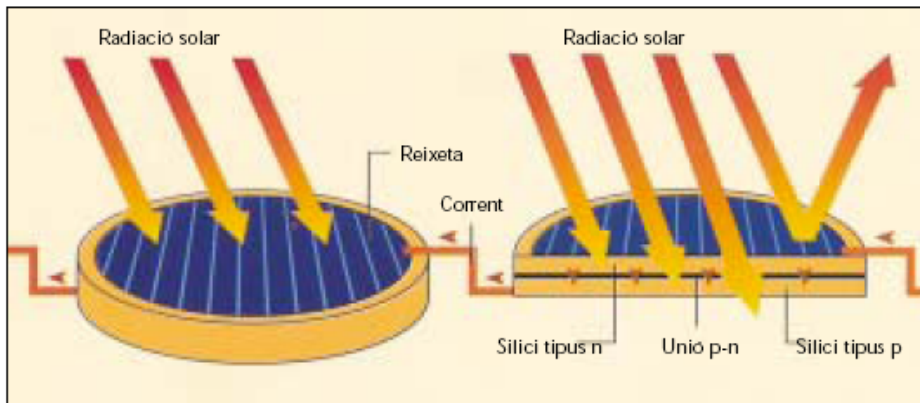
La conversió fotovoltaica es basa en l'efecte fotoelèctric, és a dir, la transformació directa de l'energia lumínica que prové del Sol en energia elèctrica, mitjançant un dispositiu electrònic anomenat cèl·lula solar.

Quan un determinat material és il·luminat amb la part visible de l'espectre solar, part dels electrons que configuren els seus àtoms absorbeixen l'energia dels fotons de la llum, alliberant-se així de les forces que els lliguen al nucli i adquirint llibertat de moviment. Aquest espai que ha deixat l'electró tendeix a atraure qualsevol altre electró que estigui lliure. Per a convertir aquest moviment d'electrons en corrent elèctric es necessari direccionar el moviment dels electrons creant un camp elèctric en el sí del material.

Una cèl·lula solar es un semiconductor on artificialment s'ha creat un camp elèctric permanent, amb la qual cosa, quan s'exposa la cèl·lula solar a la llum del sol, es produeix la circulació d'electrons i l'aparició del camp elèctric entre les dues cares de la cèl·lula.

Entre els diversos materials semiconductors utilitzats per a la fabricació de cèl·lules fotovoltaïques, el més emprat és el silici (monocristalí, policristalí o amorf). Aquest silici, dopat (contaminat artificialment) per un element determinat com el fòsfor o el bor, constitueix una capa de semiconductor amb excés de càrrega negativa, en el cas del fòsfor que s'anomena "n", o amb excés de càrrega positiva en el cas del bor, que s'anomena "p" (fig. 4.11). La unió d'aquestes dues capes semiconductor "n-p" proveïda dels contactes elèctrics adequats fa possible l'aparició de corrent elèctric quan s'il·lumina la capa "n".

Figura 4.11 Constitució i principi de funcionament d'una cèl·lula solar FV.



Font: "Energia Solar, El recorregut de l'energia" (ICAEN)

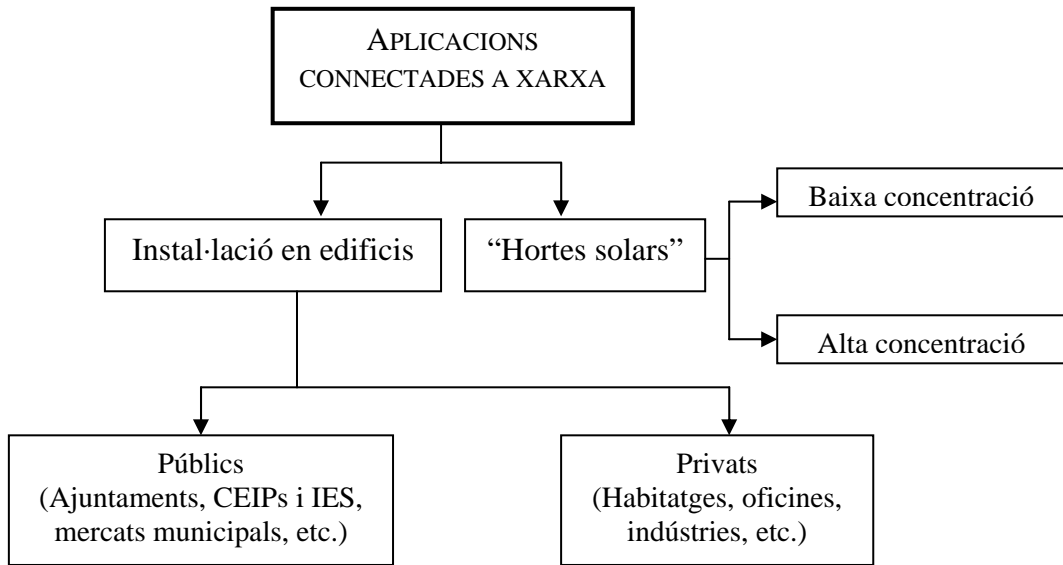
La potència nominal de les cèl·lules es mesura normalment en vats pic (Wp), que és la potència que pot proporcionar la cèl·lula amb una intensitat de radiació constant de 1.000 W/m^2 a 25°C . Per obtenir potències utilitzables pels aparells elèctrics de mitja potència, cal unir un cert nombre de cèl·lules en el que s'anomena mòdul o panell fotovoltaic.

Per optimitzar el rendiment de les instal·lacions solars fotovoltaiques cal orientar les plaques al sud i inclinar-les per aprofitar al màxim la radiació solar, això es dona quan la inclinació de la placa és igual a la de la latitud de l'emplaçament menys 10° .

4.1.5.2 Tipologia d'instal·lacions i aplicacions.

L'energia solar FV es caracteritza per una gran diversitat d'aplicacions i oportunitats en diversos camps ben diferenciats. Bàsicament, hi ha dos grans grups de tipologia d'instal·lacions, les connectades a xarxa i les aïllades de la xarxa. Nosaltres ens basarem només en les primeres tal com mostra la fig.4.12.

Figura 4.12 Esquema de les aplicacions connectades a xarxa de l'energia solar FV.



Font: Elaboració pròpia a partir del document “El Sol puede ser tuyo” (IDAE).

Aquesta tipologia d'instal·lacions destinades a aplicacions connectades a xarxa tota l'electricitat generada s'aboca a la xarxa elèctrica.

4.1.5.3 Elements i funcionament

Una instal·lació FV connectada a xarxa està formada pels equips destinats a produir, regular, transformar i comptabilitzar l'energia elèctrica (fig.4.13).

Cèl·lules FV: allà on es produeix la conversió fotovoltaica (efecte fotoelèctric), les més utilitzades de les quals són les de silici cristal·lí. La incidència de la radiació lluminosa sobre la cèl·lula crea una diferència de potencial i un corrent aprofitable en continu.

Mòduls FV: són un conjunt de cèl·lules FV connectades entre sí. Aquestes cèl·lules es troben encapsulades per a formar un conjunt estàtic i resistent.

Ondulador o inversor: és l'element encarregat de transformar el corrent continu (a 12, 24 o 48 volts) generada per les plaques FV i l'acumulada a les bateries a corrent alterna (a 230 volts i 50 Hz). Aquesta transformació és necessària per poder abocar l'energia elèctrica generada a la xarxa elèctrica de distribució.

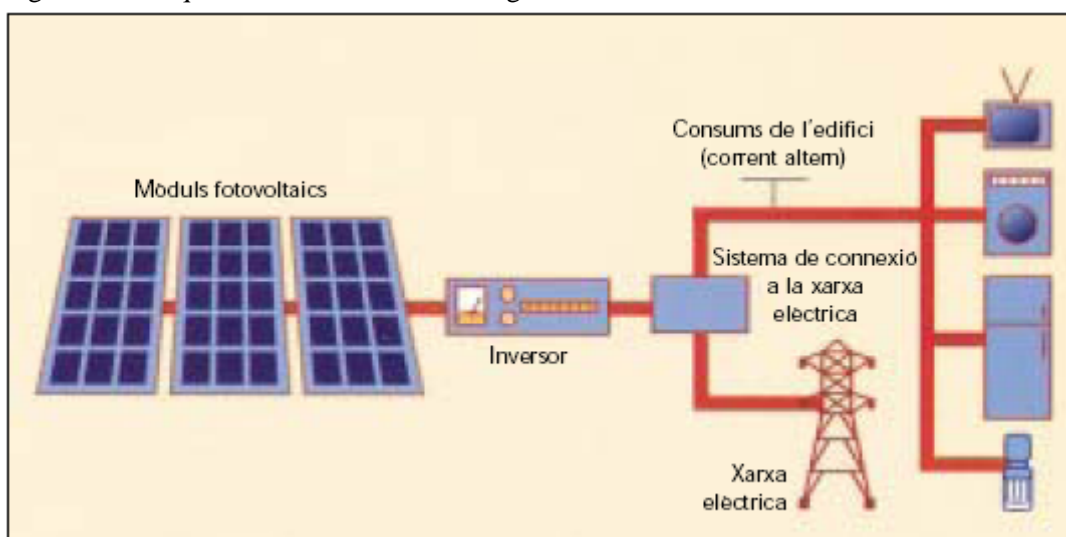
Proteccions: resulten els equips que desconnecten la instal·lació en el cas de no detectar tensió a la xarxa, en el cas de pèrdua d'aïllament o al detectar qualsevol altre funcionament. Altres proteccions, a més de les de tensió i freqüència, són els

diferencials i els magnetotèrmics. Els diferencials protegeixen contra contactes indirectes, i els magnetotèrmics protegeixen el sistema contra sobrecàrregues i curtcircuits, evitant així que es faci malbé el cablejat o els equips de la instal·lació.

Comptadors de compra-venda: són els encarregats de quantificar l'energia bruta que s'ha abocat a la xarxa elèctrica i la que s'ha consumit en la pròpia instal·lació fotovoltaica per així, poder facturar a la companyia elèctrica l'energia neta que finalment s'ha abocat.

Comptador d'entrada de l'habitatge o emplaçament: comptabilitza l'energia que es consumeix a l'habitatge o emplaçament, independentment de la instal·lació FV.

Figura 4.13 Esquema d'un sistema FV integrat en un edifici connectat a la xarxa elèctrica.



Font: "Energia Solar, El recorregut de l'energia" (ICAEN).

4.1.5.4 Tecnologia i innovació

La matèria prima bàsica i gairebé única per fabricar cèl·lules FV és el silici cristal·lí. A l'estat espanyol aquest valor ascendeix al 100% encara que l'any 2006 aquest valor ha estat molt semblant a la resta del món, on predomina fins gairebé el 90% del total (veure taula 4.4). Tenen l'avantatge que la matèria prima és àmpliament disponible, però aquesta competeix amb la indústria electrònica que utilitza la mateixa tecnologia. A més, les eficiències màximes aconseguides amb aquest material es troben al voltant del 20%. No obstant, té l'inconvenient que el cost associat al seu processament és força car. En aquest sentit, s'estan començant a investigar altres tipus de materials i s'està reduint l'espessor de les oblees. Aquest s'ha reduït de mitjana 0,32 mm el 2003 fins 0,18 mm el 2007. En el mateix període l'eficiència mitjana de les cèl·lules FV ha

augmentat de 14 a 16%. S'espera que pel 2010 l'espessor es redueixi fins 0,15 mm mentre que l'eficiència arribi a 17,5%.

Per altra banda, per tal de millorar la competitivitat del procés industrial i baixar els costos de fabricació, en els darrers anys estan sorgint diverses tecnologies de pel·lícula fina com el Silici amorf, el Teluri de Cadmi i el Coure Seleni Indi (taula 4.5). Aquesta ofereix avantatges com un menor consum de materials, un pes inferior i una aparença més atractiva, encara que les eficiències aconseguides no superin el 10%. Aquestes propietats fan que el seu preu sigui inferior a la tecnologia del silici cristal·lí. Materials com el vidre, l'acer inoxidable o el plàstic estan esdevenint els principals utilitzats en la tecnologia de pel·lícula fina i es preveu que el 2010 arribi a una quota de mercat FV del 20%.

Per últim, un altre tipus de cèl·lula és l'anomenada de concentració, que s'encarrega de concentrar la llum solar en una petita àrea utilitzant un concentrador òptic. Les eficiències aconseguides ronden el 30-40% en el laboratori, però és una tecnologia encara no gaire estesa, però amb un futur prometedor.

Taula 4.5 Percentatge de matèries primes emprades en la producció de cèl·lules FV a tot el món.

Matèria prima	Percentatge (%)
Silici cristal·lí (c-Si)	89,9
Silici amorf (a-Si)	4,7
Teluri de Cadmi (CdTe)	2,7
Coure Seleni Indi (CIS, CIGS)	0,2
Altres tecnologies	2,6

Font: "Energia Solar en Espanya 2007 – Estado actual y prespectivas" (IDAE).

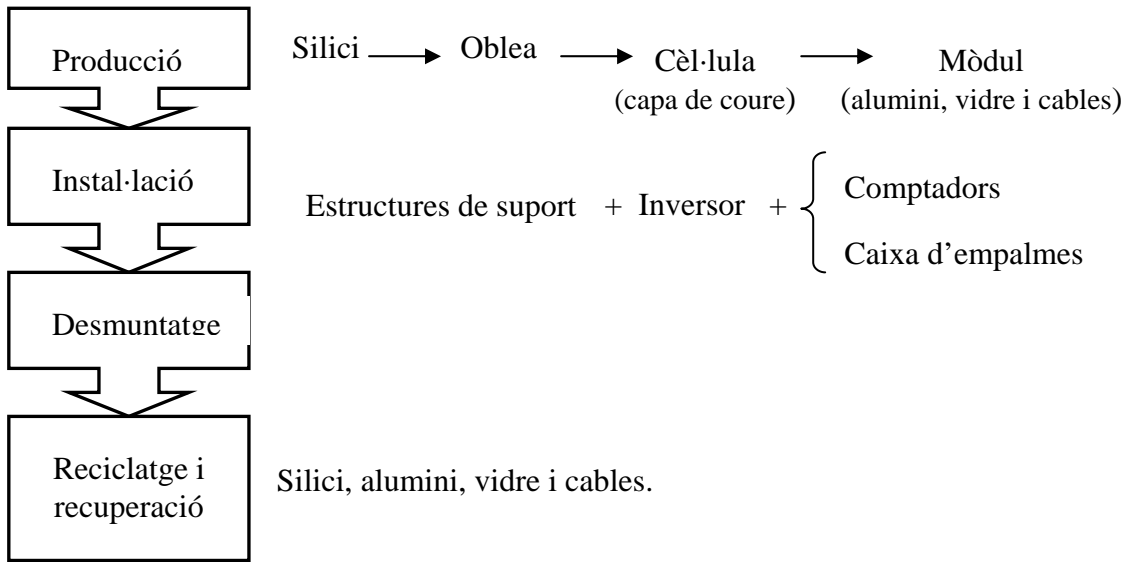
La dependència del silici ha comportat diversos problemes a la indústria FV degut al seu elevat cost i l'escassetat de productors de silici de grau solar durant els primers anys d'enlairament d'aquesta tecnologia. Actualment, només hi ha cinc empreses que dominen el mercat del silici de grau solar. No obstant, el març de 2007 es va donar a conèixer el primer projecte de fàbrica de polisilici a l'estat espanyol que entrarà en funcionament el 2009, el que augura la disponibilitat d'aquesta matèria prima pels pròxims anys¹⁰.

En aquest sentit, el silici resulta molt abundant en l'escorça terrestre, però el seu processament resulta laboriós i complicat, el que significa temps i diners. Tal com mostra la fig.4.14 es requereixen processos especials per arribar des del silici fins el mòdul FV comercial. La cadena industrial parteix del mineral de quars, del qual s'extrau el silici de grau metal·lúrgic. Aquest silici es refina per a obtenir l'anomenat

¹⁰ Notícia de la revista "Energías renovables": <http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?ID=10133&Tipo=&Nombre=Noticias>

polisilici, que es presenta en petites “boles” formades per silici de grau semiconductor. Seguidament es formen uns lingots de polisilici i es tallen en rodanxes ben fines, que seran les oblees. Aquestes serveixen per fabricar les cèl·lules FV que s’agrupen i empaqueten per formar els mòduls o panells FV. És important que les que compondran el mòdul FV tinguin les mateixes característiques, el que es tradueix en què després de la fabricació s’ha de seguir un procés de classificació i selecció.

Figura 4.14 Anàlisi de cicle de vida d’un sistema FV de Silici cristal·lí connectat a xarxa.



Font: Elaboració pròpia a partir de “Solar Generation IV (EPIA&Greenpeace)”.

4.1.5.5 Aspectes socio-econòmics

El sistema econòmic actual es basa en la utilització massiva de combustibles fòssils que es van esgotant i encarint, a més de la fragilitat i crisis geopolítiques entre regions productores i els països neoliberals capitalistes consumidors. En aquest sentit, l’energia solar FV permet reduir la dependència dels limitats recursos energètics no renovables i contaminants i permet gaudir d’una certa independència energètica, econòmica i política.

La radiació provinent del Sol és una font d’energia autòctona, local, gratuïta, abundant i inesgotable a escala humana. A la nostra latitud (41° Nord) disposem d’una extensa franja horària de llum solar i un clima Mediterrani que potencia els beneficis i qualitats de l’energia solar, afavorint la seva implantació en el territori.

L’aprofitament d’aquesta font d’energia comporta una elevada eficiència energètica, encara que el rendiment convencional de les cèl·lules FV de silici cristal·lí és d’un 15%, no impliquen la pèrdua energètica del transport i la distribució (aquesta darrera en el cas d’instal·lacions autònomes) i les despeses econòmiques inherents a aquest tipus

d'infraestructures, com succeeix amb les centrals transformadores d'energia convencionals (tèrmiques i de fissió).

Per altra banda, l'energia solar fotovoltaica garanteix el desenvolupament socio-econòmic d'una regió, ja que contribueix a l'equilibri interterritorial d'aquesta. Aquest fet s'explica, perquè aquesta tecnologia es pot instal·lar tant en zones d'elevada densitat demogràfica (ciutats) com en zones menys poblades i disperses (camp). De la mateixa manera, l'energia solar FV és molt versàtil ja que es pot aplicar tant en una gran urbe d'un país ric (on predominen les instal·lacions amb connexió a xarxa) com en poblats remots en un país pobre on no arriba l'electricitat (on predominen les instal·lacions autònomes). En aquest sentit, la tecnologia solar revaloritza les zones allà on s'ubica i reactiva l'economia local, per exemple afavorint i contribuint a la no despoblació dels assentaments rurals. Però un dels trets més destacats d'aquesta tecnologia, junt amb la resta d'energies renovables, és que genera més llocs de treball que les energies convencionals, sobretot tenint en compte els pocs llocs de treball respecte al gran volum de negoci que tenen les darreres. Es calcula que les energies renovables creen cinc vegades més llocs de treball que les energies convencionals. Tenint en compte aquestes afirmacions també podem dir que l'energia solar permet el desenvolupament de tecnologies pròpies.

La competitivitat del mercat FV i la injecció de fortes inversions de capital permeten destinar una part important dels ingressos a I+D. Aquests factors es tradueixen en un potencial de reducció de costos de la producció de mòduls FV entorn un 5% per any. En aquest sentit, els costos de producció elèctrica a Europa varien entre 0,25€/kWh al sud (p.ex Barcelona) i 0,45€/kWh al Nord (p.ex Berlin) i està previst que baixin de tal manera que pel 2020 les instal·lacions connectades a xarxa seran competitives amb els preus domèstics de l'electricitat

Els sistemes es poden instal·lar en qualsevol lloc, ja que la llum del sol està disponible a gairebé tot arreu i expandir-se ràpid si els requeriments o els recursos financers augmenten. La mida de la instal·lació es pot ajustar a les necessitats i els recursos disponibles.

Per una altra banda, l'aplicació i utilització d'energia solar FV suposa uns beneficis socials en l'àmbit de la conscienciació dels ciutadans en l'ús racional i responsable de l'energia, fomentant pautes de respecte vers el medi ambient.

En últim lloc, cal remarcar que l'energia solar atorga el dret dels éssers humans de produir i consumir energia neta, fet que el mercat energètic actual no ho permet.

Taula 4.6 Aspectes positius i negatius en l'àmbit socio-econòmic.

Aspectes socio-econòmics	
Positius (+)	
Desenvolupament regional	<ul style="list-style-type: none"> - Equilibri interterritorial. - Més llocs de treball que energies convencionals. - Producció d'energia local.

	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitat d'autogestió i autoconsum. - Reactiva l'economia local. - Ingressos addicionals en instal·lacions connectades a xarxa.
Modularitat	<ul style="list-style-type: none"> - La mida de la instal·lació es pot ajustar a les necessitats i els recursos disponibles del territori.
Independència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Energia gratuïta provinent del Sol. - Abundant i inesgotable a escala humana. - Dret a produir i consumir energia neta. - Apropen al ciutadà a l'ús racional de l'energia i el respecte pel medi ambient.
Economia baixa en carboni	<ul style="list-style-type: none"> - Disminueix la relació CO₂/kWh produït. - Redueix importacions de combustibles fòssils de l'exterior. - Economia més competitiva per evitar el canvi climàtic. - Menys fluctuacions de preus de l'energia degut a crisis geo-polítiques.
Competitivitat del mercat FV	<ul style="list-style-type: none"> - Costos de producció disminueixen un 5% anual. - Instal·lacions connectades a xarxa competitives el 2015 respecte preu de l'electricitat domèstica.
Negatiu (-)	
Cadena del procés	<ul style="list-style-type: none"> - Elevats costos inicials: instal·lació, assegurança i seguretat. - Problemes d'abastament en moments de màxima demanda de silici. Mineral car. Pocs productors de silici de grau solar.

Font: Elaboració pròpia a partir de "El Sol puede ser tuyo" (IDAE), "Guía de la Energía Solar" (Caja Madrid i Comunidad de Madrid), "Bright future with solar electricity (EPIA)" i European Renewable Energy Council (EREC).

4.1.5.6 Aspectes mediambientals

L'energia solar és una font d'energia neta i renovable, és a dir, no contaminant i inesgotable a escala humana. Això es tradueix en què la tecnologia solar FV no emet GEH en el seu funcionament, ni produeix gasos tòxics com el diòxid de sofre (SO₂), els NOx (òxids de nitrogen) o COVs (compostos orgànics volàtils) - com si succeeix amb els processos de transformació d'energia a partir de la combustió de combustibles

fòssils (carbó, petroli i gas) - els quals reaccionen amb l'atmosfera i provoquen fenòmens de pluja àcida i smog fotoquímic, que alhora causen perjudicis severes a la salut pública. Això significa que contribueix a mitigar l'escalfament global del planeta i no causa un perjudici en els ecosistemes de la biosfera acidificant els medis aquàtics i terrestres, com passa amb la crema dels combustibles fòssils. Tampoc genera residus radioactius de baixa, mitjana i alta activitat de difícil tractament i llarga durada com en el cas de l'energia nuclear. En aquest sentit, l'energia solar FV evita l'exhauriment dels limitats recursos naturals no renovables d'origen fòssil i mineral.

No obstant, el seu major impacte resulta en el procés productiu de les cèl·lules solars, ja que requereixen una elevada demanda energètica i l'electricitat que utilitzen prové d'un mix energètic on la generació prové predominantment de centrals tèrmiques (carbó), cicle combinat (gas natural) i centrals nuclears (urani i plutoni). Malgrat això, en les nostres latituds en dos anys es genera la mateixa energia que ha estat necessària per a produir i instal·lar els components de la instal·lació i per tant, es compensa amb la producció d'electricitat neta durant més de 20 anys. Un altre aspecte que redueix l'impacte negatiu esdevé a través del reciclatge dels seus components. El silici (cèl·lula solar), l'alumini (estructura), el vidre (mòdul FV) i el cablejat són elements que poden ser reciclats, a més hi ha iniciatives per tal d'oferir matèria prima de rebuig de la indústria electrònica (silici de "grau solar"), residus que han augmentat molt en les últimes dècades i que són un perill pel medi ambient per la contaminació de metalls pesants¹¹.

Per una altra banda, les instal·lacions d'energia solar FV autònomes i les connectades a xarxa de generació distribuïda, respecten l'entorn on s'ubiquen i eviten la realització d'infraestructures de transport d'energia (torres i línies d'alta tensió) que malmeten el medi natural i preserven la qualitat de vida de les persones i les generacions futures, al contrari que l'energia nuclear que deixa en herència de diverses generacions els residus radioactius.

Cal dir també que aquest tipus de tecnologia tampoc produeix soroll, per tant no porta associada una contaminació acústica que si és present en les altres formes d'obtenció d'energia tradicionals.

En el cas de les instal·lacions solars FV autònomes, un dels aspectes més importants a tenir en compte és assegurar la gestió, recollida i tractament adequat de les bateries d'acumulació quan s'esgoten al final de la seva vida útil, ja que contenen elements que poden resultar perjudicials per a l'entorn, com el Plom (metall pesant) i l'àcid sulfúric (corrosiu). Malgrat això, cal saber que les bateries en aquest tipus d'instal·lacions són reciclables i que els materials esmentats es recuperen en els punts verds.

¹¹ Notícia de la revista "Energías Renovables": <http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?ID=14&Cod=11569&Tipo=&Nombre=Noticias>

Un dels aspectes més subjectius pel que fa les instal·lacions solars és el seu impacte visual. De fet s'han realitzat esforços per tal de millorar la integració arquitectònica de la instal·lació en l'edifici, tant en façanes com en terrats o teulades. Aquest impacte pot resultar positiu ja que atorga una estètica moderna, tecnològica i respectuosa amb el medi ambient.

Taula 4.7 Aspectes positius i negatius en l'àmbit mediambiental.

Aspectes mediambientals	
<i>Positiu (+)</i>	
Balanç energètic i escalfament global	<ul style="list-style-type: none"> - En dos anys es genera la mateixa energia que s'ha requerit per produir i instal·lar els components de la instal·lació. - En les instal·lacions autònomes i les connectades a xarxa de generació distribuïda s'eviten pèrdues per distribució i transport. - No emet GEH en la fase de funcionament. Mitiga l'escalfament global. - Evita: 0,335 kg CO₂/kWh. (mix elèctric any 2006)
Impacte sobre els recursos naturals	<ul style="list-style-type: none"> - Eviten l'exhauriment dels limitats recursos no renovables d'origen fòssil i mineral. - En les instal·lacions autònomes i les connectades a xarxa de generació distribuïda s'evita la construcció i manteniment de grans infraestructures elèctriques d'un elevat potencial d'impacte ecològic. Eviten la fragmentació del territori.
Contaminació i residus	<ul style="list-style-type: none"> - No produeix contaminació atmosfèrica en la fase de funcionament. Evita l'acidificació dels ecosistemes aquàtics i terrestres. - Evita: 0,795 gr SO₂/kWh. i 0,542 gr NO_x/kWh. (mix elèctric any 2006) - No produeix contaminació radioactiva. - Evita: 0,00236 cm³/kWh (baixa i mitjana activitat) i 0,288 mg/kWh (alta activitat). (mix elèctric any 2006)¹² - No produeix contaminació acústica en la fase de funcionament.
Reciclatge	<ul style="list-style-type: none"> - El silici (cèl·lula solar), l'alumini (estructura), el vidre (mòdul FV), el cablejat i les bateries són recuperables i reciclables.
<i>Negatiu (-)</i>	
Directes	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada demanda energètica per als processos productius de cèl·lules solars a partir de silici cristal·lí.

¹² Dades extretes del "Observatorio de la electricidad: Indicadores para 2006 del Sistema eléctrico peninsular (WWF-Adena)". Les xifres no tenen en compte l'impacte de l'energia necessària per produir i instal·lar els mòduls FV.

	- Impactes derivats de la mineria.
Indirectes	- L'electricitat prové d'un mix energètic insostenible i contaminant.

Font: Elaboració pròpia a partir del document “Impactos ambientales de la Producción eléctrica. ACV de ocho tecnologías de generación eléctrica (IDAE i AUMA)” i “Solar Generation IV - 2007 (EPIA i Greenpeace)”.

4.1.5.7 Aspectes tècnics

Les instal·lacions solars FV es caracteritzen per la seva simplicitat, durada i seguretat implícita. Això es tradueix en un baix manteniment, en el cas de les aïllades aquest augmenta degut a les bateries. En les instal·lacions en edificis, no hi ha parts mòbils que puguin ser afectades per una ventada o un mal temporal. De fet la integració en edificis ja s'encarrega de què els elements de la instal·lació quedin ben fixes sobre la superfície de teulades, cobertes o terrasses. En aquest sentit, els materials emprats resisteixen tota mena de fenòmens meteorològics adversos i aquest fet contribueix que una instal·lació FV tingui una durada de més de 25 anys, el que indica una garantia en la producció d'energia elèctrica de llarga durada. Per altra banda, no representen un perill ni un risc per a la població de forma implícita, ja que els mòduls no són inflamables, no atrauen els llamps i no poden explotar. A més, la tecnologia dels inversors és amb xips, fet que els converteix en aparells molt segurs.

Per un altre costat, el desenvolupament tecnològic i la inversió en I+D+i és constant en el sector el que es tradueix en avenços importants en un període curt de temps. Actualment es comença a parlar dels mòduls de pel·lícula fina com una solució a l'elevada dependència del silici i els seus costos associats. Altres línies d'investigació es basen en la nanotecnologia, en la recerca de nous materials, en l'aprofitament màxim de la radiació solar en tot el seu espectre, etc (veure apartat 4.1.5.4).

Els aspectes negatius i limitacions de la tecnologia solar FV són bàsicament l'orientació, inclinació i ombres. No sempre aquests tres factors, claus en la maximització del rendiment de la instal·lació, es poden donar alhora, per tant, en alguns casos es sacrifica un en detriment de l'altre. Això succeeix en el cas de l'orientació i la inclinació sobretot, ja que si hi ha ombra els altres dos factors no ho poden compensar de cap manera.

En l'aspecte purament energètic, el gran “handicap” que té la solar FV respecte els combustibles fòssils és la seva baixa densitat energètica. Aquest fet significa que la FV requereix molta més superfície per produir la mateixa quantitat d'energia que el petroli,

carbó, gas natural o nuclear. No obstant, la tecnologia FV només té unes dècades de vida, mentre que les altres porten més d'un segle de maduresa tecnològica com el carbó.

Taula 4.8 Aspectes positius i negatius en l'àmbit tècnic.

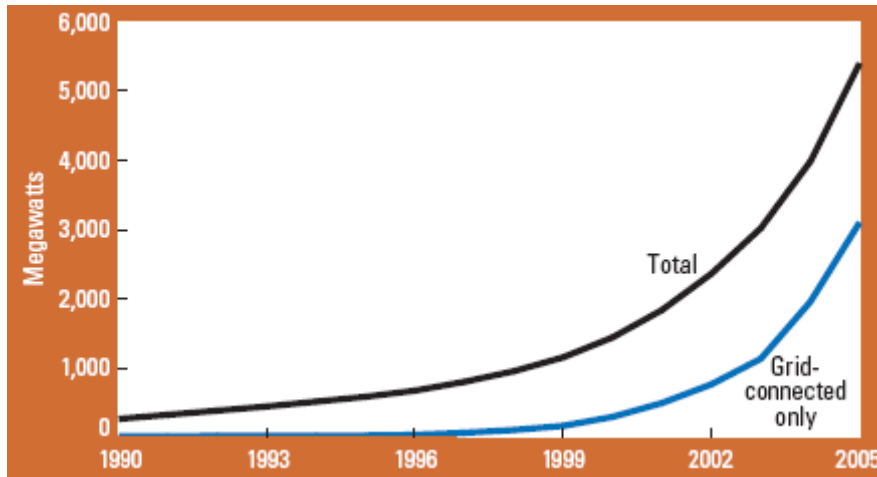
Aspectes tècnics	
<i>Positius (+)</i>	
Simplicitat	<ul style="list-style-type: none"> - Mínim manteniment i risc d'avaries. - No té parts mòbils (sí en el cas d'hortes solars amb seguidors solars). - Senzilla i fàcil d'instal·lar.
Durada	<ul style="list-style-type: none"> - Garantia de durada de més de 25 anys. - Robustositat dels materials i la instal·lació.
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"> - No té implícit un perill i risc d'accident físic per a la població. - No inflamables i no atrauen els llamps.
I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> - Nous materials i tecnologies: pel·lícula fina, cèl·lules solars orgàniques, nanotecnologia, etc. - Menys material emprat, augment de l'eficiència, reducció dels costos.
<i>Negatius (-)</i>	
Orientacions i ombres	<ul style="list-style-type: none"> - La teulada pot no estar orientada al Sud, Sud-est. - Estudis d'ombres. - Inclinacions no afavoreixen eficiència, degut a ordenances edificatòries.
Tecnologia immadura	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa densitat energètica respecte els combustibles fòssils. - Alternatives a curt termini del silici cristal·lí per fabricar mòduls FV.

Font: Elaboració pròpia a partir de "Perspectiva ambiental 16 – Energia fotovoltaica 1999 (Fundació Terra)" i European Renewable Energy Council (EREC).

4.1.5.8 Situació de la potència FV instal·lada.

Tal com es pot veure en la fig.4.15 les instal·lacions connectades a xarxa al món han experimentat un creixement molt destacat, fins a representar amb 3,1GW de potència instal·lada el 55% del total l'any 2005 (5,4GW). Aquest valor anirà augmentant progressivament, degut a què les aplicacions de la solar FV s'han diversificat i no només serveixen per atorgar autonomia energètica, sinó que s'està potenciant la generació d'energia elèctrica per tal d'abocar a la xarxa amb grans instal·lacions.

Figura 4.15 Evolució de la potència mundial instal·lada de solar FV (1990-2005).

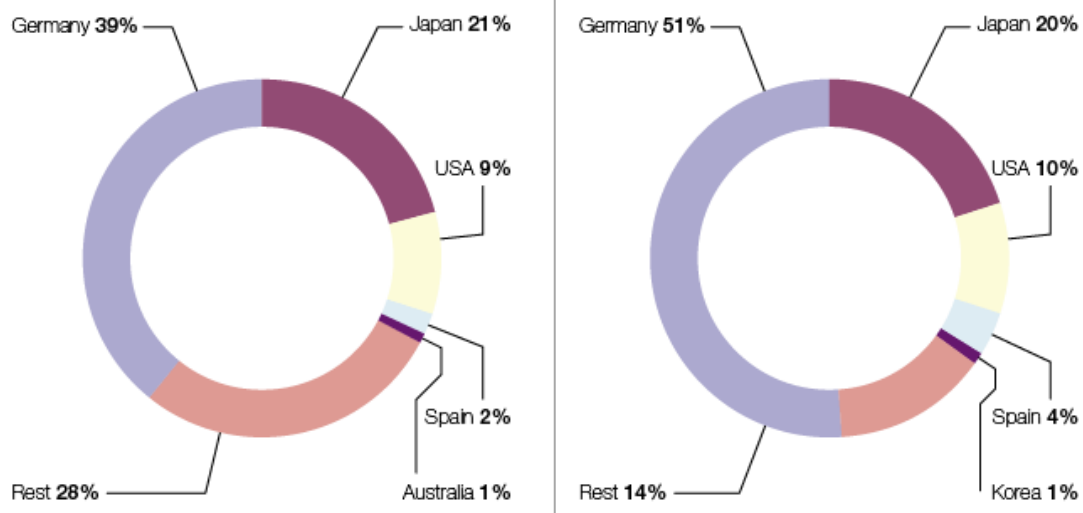


Font: Renewables Global status report 2006 update.

www.ren21.net

En la fig.4.15 podem apreciar com la corba que representa la solar FV connectada a xarxa no comença a pujar fins a finals de la dècada dels 90. Pel contrari les aplicacions aïllades ja existien abans de 1990, deu anys per davant de la connectada a xarxa. Però la tendència canvia, si anteriorment l'electrificació rural de països pobres era la protagonista, en els darrers anys s'ha donat pas a les centrals transformadores de gran magnitud en els països rics.

Figura 4.16 Els cinc mercats FV mundials més importants per països l'any 2006.



Taula 4.9 Potència instal·lada el 2006 (MWp) i Potència instal·lada el 2006 (MWp)

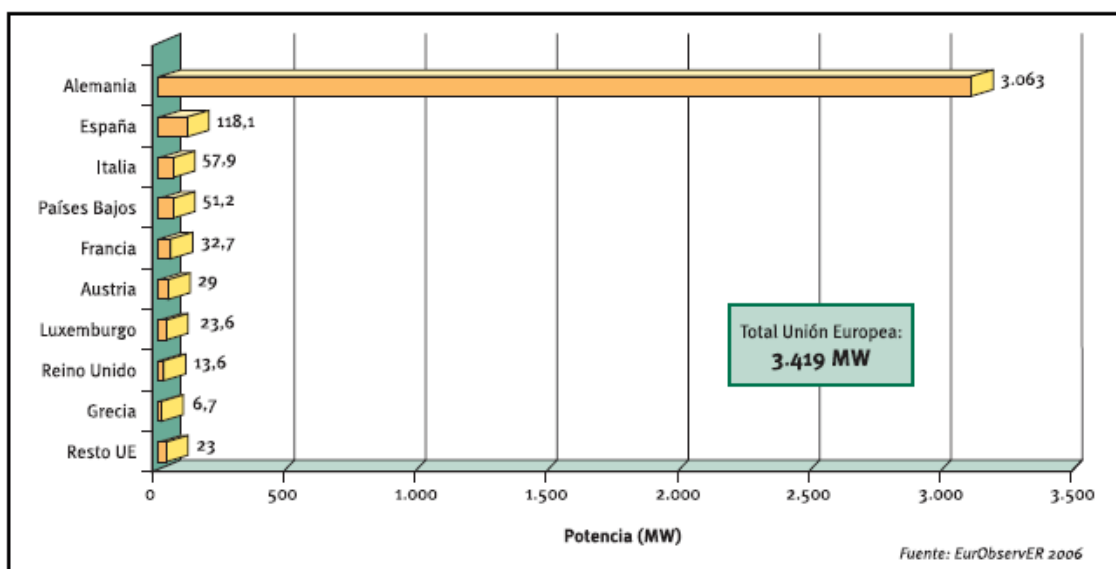
Germany	2530 *	Germany	750 *
Japan	1708	Japan	290
USA	620	USA	141
Spain	120	Spain	63
Australia	70	South Korea	21

*La dada és de 3.063MW a finals de 2006.

Font: Solar Generation IV (EPIA&Greenpeace).

Els països amb més potència instal·lada al món són Alemanya, Japó, EE.UU., Espanya i Austràlia, que representen el 72% del total. No obstant, les tres primeres van marcant el camí d'implantació d'aquesta tecnologia, ja que el 2006 van instal·lar el 81% del total. Destaca Alemanya com a actor principal en el context mundial, que s'està erigint com la referència (veure fig.4.16). Per altra banda, en la taula 4.9 trobem a l'estat espanyol en quarta posició, el qual va instal·lar més de la meitat de la seva potència acumulada el 2006 i amb uns objectius marcats que volen avançar i situar-se en el top 3, per davant d'EE.UU.

Figura 4.17 Potència acumulada de solar FV a la UE per països l'any 2006.



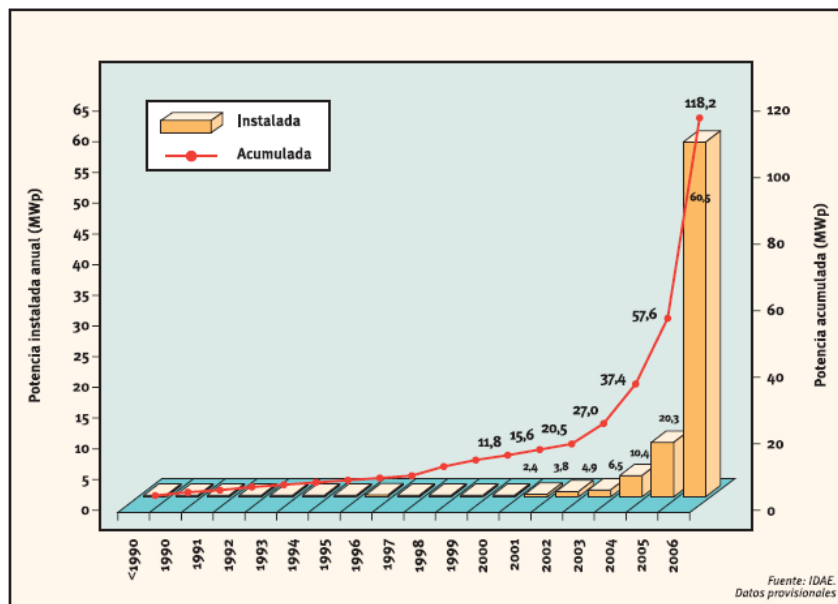
Font: "Energía Solar en España 2007 – Estado actual y perspectivas" (IDAE).

Pel que fa a la Unió Europea ens topem amb la ultradominància que exerceix Alemanya per sobre de tota la resta d'estats membres, ja que representa el 90% de la potència acumulada total (fig.4.17). Dit d'una altra manera, Alemanya disposa de 26 vegades més potència FV que l'estat espanyol, que se situa segon en aquesta classificació, tot recordant que la radiació del primer resulta força més baixa que la del segon.

En la fig.4.18 podem veure clarament l'evolució de la tecnologia FV a l'estat espanyol en els darrers anys. Podem apreciar com a partir de 1998, gràcies a les primeres normatives referents a aquest àmbit van permetre que l'energia solar PV prenguéss una escalada ascendent en quant a potència instal·lada. No obstant, no és fins el 2004 amb l'entrada en vigor del Reial Decret 436/2004 que marcava la retribució econòmica per produir electricitat mitjançant el règim especial, que aquesta tecnologia

pren cos i comença a fer-se veure. De fet veiem com a 2006 la potència instal·lada es va multiplicar per 3 respecte l'any anterior. A més el 2007 es va aprovar el Reial Decret 661/2007 que substituïa el 436/2004, que potenciava les instal·lacions FV de gran capacitat, el que ha fet que a Setembre de 2007 la potència acumulada a l'estat espanyol hagi arribat als 300MW.

Figura 4.18 Evolució de la potència instal·lada a Espanya fins finals de 2006.



Font: “Energia Solar en Espanya 2007 – Estado actual y perspectivas” (IDAE).

Segons les dades proporcionades per l'IDAE les Comunitats Autònomes (CC.AA.) amb més de 10.000 kWp de potència acumulada a finals de 2006 són: Navarra, Castella i Lleó, Comunitat Valenciana i Andalusia. Pel contrari, les que tenen menys de 1.000 kWp són: Extremadura, Cantàbria i Astúries. Les dades que ens dona la taula 4.10 ens descriuen una distribució desigual entre les diferents CC.AA., i sorprèn que Navarra situada al Nord i amb menys superfície que Extremadura disposi de 40 vegades més potència acumulada.

El que ens indica això bàsicament és que la iniciativa de certes CC.AA. pioneres ha comptat més que no pas la situació geogràfica més favorable d'altres. Aquest fet s'ha materialitzat per una legislació i uns objectius més ambiciosos que la resta. No obstant, a mesura que la tecnologia vagi donant els seus fruits les CC.AA. amb més potencial aniran prenent el relleu i es posicionaran al capdavant, ja que les instal·lacions produiran més energia elèctrica (kWh) per la mateixa unitat de potència (kWp).

Taula 4.10 Comunitats autònomes ordenades per potència acumulada (kWp).

Comunitat Autònoma	Potència instal·lada el 2006 (kWp)	Potència acumulada fins 2006 (kWp)	Increment sobre el total (%)
1. Navarra	14.153	25.240	56,07

2. Castella i Lleó	11.627	15.323	75,88
3. Comunitat Valenciana	7.130	13.832	51,55
4. Andalusia	4.000	12.244	32,67
5. Catalunya	3.631	7.205	50,40
6. Illes Canàries	4.918	6.281	78,30
7. Castella-la Manxa	4.200	6.069	69,20
8. Regió de Múrcia	1.806	5.305	34,04
9. Comunitat de Madrid	1.857	5.020	37,00
10. Euskadi	950	4.569	20,79
11. La Rioja	2.960	3.100	95,48
12. Illes Balears	1.180	2.606	45,28
13. Galícia	600	1.790	33,52
14. Aragó	1.055	1.542	68,42
15. Extremadura	31	614	5,05
16. Cantàbria	407	529	76,94
17. Astúries	32	360	8,89
Total	60.537	111.629 (118.200)	54,23 (51,22)

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del document “Energia Solar en Espanya 2007 – Estado actual y prespectivas” i “El Sol puede ser tuyo” (IDAE).

Segons la Direcció General d’Energia i Mines de la Generalitat de Catalunya, l’any 2007 el territori català ha disposat de 1.063 instal·lacions FV amb una potència acumulada de 30,9MW, això suposa més de tres vegades la xifra de l’any anterior.

4.1.5.9 Experiències d’instal·lacions FV a Barcelona.

A la ciutat de Barcelona hi ha algunes instal·lacions FV força conegudes i, fins i tot emblemàtiques, com el cas de la pèrgola del Fòrum. No obstant, des de l’any 2000 s’ha anat implementant aquesta tecnologia en multitud d’equipaments públics: escoles, instituts, centres cívics, edificis públics, entre altres (fig.4.19). Encara que aquestes iniciatives són molt positives, no deixen de ser insuficients i escasses en el context urbà barceloní. En aquest sentit destaca la campanya “Solarízate” promoguda per l’IDAE i Greenpeace que té una doble vessant. En primer lloc, consisteix en aprofitar l’energia solar als centres escolars i per l’altre aprendre i realitzar educació ambiental tant en l’àmbit de l’energia solar com el canvi climàtic.

Figura 4.19 Nombre d'instal·lacions fotovoltaïques de titularitat pública a Barcelona.

Nom	Sup. de captació m ²	Potència instal·lada kWp	Energia estimada kWh/any	Estalvi Teq CO2 estimat anual	Estalvi estimat EUR/any	Posada en servei
1. Edifici Nou ☞	293,5	39,52	40.000	4,279	10.039	05/00
2. Edifici Novíssim ☞	352,00	45,69	53.000	5,670	13.302	01/02
3. Punt Verd Vallbona ☞	467,00	57,6	65.000	6,954	16.314	09/02
4. CEIP Font d'en Fargas ☞	37,80	5,1	6.270	0,671	2.885	06/01
5. CEIP Taber ☞	230,39	30,085	34.000	3,637	8.533	11/01
6. CEIP Costa i Llobera ☞	37,80	5,1	7.000	0,749	3.221	12/02
7. IES Narcís Monturiol ☞	40,00	4,8	8.200	0,877	3.773	11/03
8. IES Bosc de Montjuïc ☞	40,00	4,8	6.200	0,663	2.853	11/03
9. CEE M Pont del Dragó ☞	40,00	4,8	6.270	0,671	2.885	11/03
10. IES M Joan Manel Zafra ☞	47,00	5,94	6.230	0,666	2.867	04/03
11. IES M Ferran Tallada ☞	40,00	4,8	6.300	0,674	2.899	11/03
12. IES M Serrat i Bonastre ☞	25,00	2,88	3.830	0,410	1.762	11/03
13. IES M. Anna Gironella de Mundet ☞	40,00	4,8	6.180	0,661	2.844	11/03
14. CEIP M Escola del Mar ☞	40,00	4,8	5.760	0,616	2.650	11/03
15. Biblioteca Can Fabra ☞	33,00	4,4	4.900	0,524	1.230	01/03
16. Interior illa Padilla ☞	25,07	2	2.000	0,214	502	01/04
17. Fòrum 2004: Escola de Vela ☞	3780,00	440	552.976	59,156	138.787	05/04
18. Pèrgola Bon Pastor ☞	813	107,8	113.578	12		01/07
19. Centre Cívic del Carmel ☞	58,70	7,7	8.724	0,933		02/07
20. Centre Cívic El Sortidor 1 ☞	50,3	6,2	7078	0,76		03/07
21. Centre Cívic El Sortidor 2 ☞	90,4	11,16	12.212	1,31		03/07
22. Masia Can Cadena ☞	67,8	8,37	8.724	0,94		03/07
23. Illa Philips de La Marina ☞	198	25,2	25.892	2,780		05/03
Total	6846,76	833,545	990.324	105,985	217.347	

Font: Agència d'Energia de Barcelona.

En aquesta línia, ha sorgit una proposta innovadora i pionera relacionada amb l'energia solar FV a la ciutat de Barcelona, anomenada Ona Solar amb la promoció de "La central solar fotovoltaica de participació popular del Carmel", engegada per la Fundació Terra. Aquesta iniciativa permet que la ciutadania pugui invertir amb petits capitals en energia solar FV en un entorn urbà, concretament sobre un equipament públic com és el Mercat municipal del barri del Carmel.

Tant aquesta instal·lació com les iniciades des de l'àmbit particular no es troben comptabilitzades ni uniformitzades a nivell informatiu per les principals administracions públiques encarregades del seu seguiment, per això el seu estudi resulta molt complex i no l'abordarem en aquest treball.

4.2 *MEDI AMBIENT*

4.2.1 *Protocol de Kyoto*

La concentració atmosfèrica del CO₂ ha augmentat considerablement durant el segle XX, principalment en els últims 50 anys. Abans de la primera revolució industrial, al segle XVIII, la concentració de CO₂ es trobava en 280 ppm i actualment es troba al voltant de 380 ppm.

Un dels compromisos internacionals acordats per la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre Canvi Climàtic (CMNUCC) és el Protocol de Kyoto, un document legalment vinculant adoptat al desembre de 1997 i en vigor des del 16 de febrer de 2005. Seguint aquest Protocol, els països industrialitzats es van comprometre a reduir, en el període 2008-2012, no menys d'un 5,2% sobre la base de 1990, les emissions de sis gasos d'efecte hivernacle (GEH): diòxid de carboni (CO₂), metà (CH₄), òxid nitrós (N₂O), hidrofluorocarburs (HFC); perfluorocarburs (PFC), i, hexafluorur de sofre (SF₆). Addicionalment, hi ha tres gasos amb efecte indirecte sobre l'escalfament atmosfèric: òxids de nitrogen (NOx), monòxid de carboni (CO), compostos orgànics volàtils no metànics (COVNM).

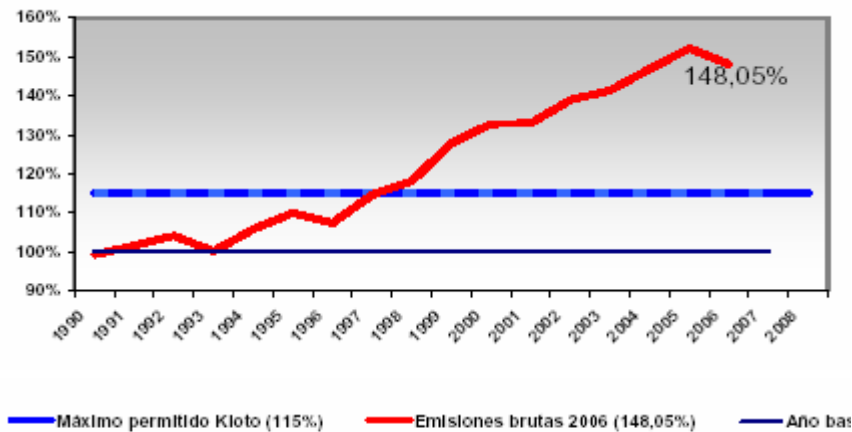
Per a una millor flexibilitat per aconseguir els objectius es van incloure tres mecanismes:

- **Comerç d'emissions:** sistema de mercat on aquells països que redueixen les emissions per sota del que s'han compromès poden vendre els certificats d'emissions excedentàries a aquells que no hagin assolit el seu compromís.
- **Mecanisme per a un desenvolupament net:** governs i empreses privades dels països industrialitzats poden transferir la seva tecnologia neta i sostenible a països en desenvolupament, invertint en projectes i veient d'aquesta manera compensades les seves emissions de CO₂.
- **Implementació conjunta:** inversió en un altre país industrialitzat per a dur a terme un projecte amb l'objectiu de reduir les emissions de CO₂.

El 29 d'abril del 1998, la Comunitat Europea va firmar el Protocol de Kyoto, on els estats membres de la UE-15 (Alemanya, Àustria, Bèlgica, Dinamarca, Espanya, Finlàndia, França, Grècia, Irlanda, Itàlia, Luxemburg, Països Baixos, Portugal, Regne Unit i Suècia) es comprometien a reduir conjuntament les emissions de GEH en un 8% entre els anys 2008 – 2012. Objectiu que, segons la U.E., es pot assolir si s'apliquen mesures nacionals complementàries i si s'utilitzen els mecanismes de flexibilitat. Els deu nous estats membres (Bulgària, Eslovàquia, Eslovènia, Estònia, Hongria, Letònia, Lituània, Polònia, República Txeca i Romania) no formen part de l'objectiu de la UE-15, però tenen objectius propis de conformitat amb el P.K.

L'estat espanyol es va comprometre a no augmentar les seves emissions de GEH per sobre del 15% respecte els nivells de 1990, però tal i com ens mostra el gràfic (fig.4.20), des del 1998 l'augment de les emissions ha situat a Espanya, l'any 2006, en un 48 % per sobre els nivells de 1990.

Figura 4.20 Evolució de les emissions de GEH a Espanya (1990-2006).



Font: Joaquín Nieto, secretari confederal de Medi Ambient i Salut Laboral de CC.OO, i José Santamarta, director de l'edició espanyola de la revista WorldWatch.

4.2.2 *Polítiques adoptades a nivell de l'estat espanyol per a la sostenibilitat energètica.*

4.2.2.1 *Pla d'assignació d'emissions.*

El consum d'energia primària per a la generació elèctrica suposa aproximadament el 36% del consum total a l'estat espanyol. Tanmateix, les emissions de CO₂ corresponents a aquest sector van superar els 100 milions de tones l'any 2005, és a dir, més del 50% de les emissions de totes les instal·lacions subjectes al règim de comerç de drets d'emissió. Dades que ens revelen la rellevància del sector.

Important a esmentar que,

Els sectors econòmics als quals està subjecte Kyoto: ciment, generació d'energia, metal·lúrgia, etc. corresponen a grans instal·lacions, no petites.

No estan comptabilitzades les emissions provinents dels sectors difusos: transport, habitatge i serveis, el quals representen un % elevat, ni de l'aviació, és a dir, que s'ataca a una petita part del problema.

L'elaboració del PNA ha estat a càrrec del Grup Interministerial de Canvi Climàtic (GICC). El primer Pla, 2005-2007, va ser constituït el maig del 2004 i l'actual Pla 2008-

2012 ha estat constituït el juliol del 2006 per acord de la Comissió Delegada del Govern per a Afers Econòmics. El GICC està presidit pel secretari d'Estat d'Economia del Ministeri d'Economia i Hisenda. El seu secretari és el secretari general per a la Prevenció de la Contaminació i del Canvi Climàtic del Ministeri de Medi Ambient, i a més en formen part tots els departaments competents dels ministeris d'Economia i Hisenda, de Foment, d'Indústria, Turisme i Comerç, de Treball i Afers Socials, d'Agricultura, de Medi Ambient i d'Habitatge i de l'Oficina Econòmica del President del Govern.

4.2.2.1.1 Pla Nacional d'assignació de drets d'emissió 2005-2007.

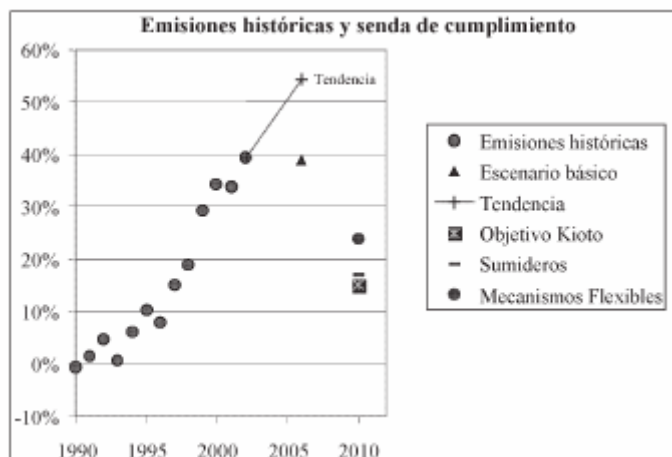
La Directiva 2003/87/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 13 d'octubre de 2003, per la qual s'estableix un règim per al comerç de drets d'emissió de gases d'efecte hivernacle (GEH) a la Comunitat i per la que es modifica la Directiva 96/61/CE del Consell, estableix un "règim comunitari" de comerç de drets d'emissió, amb l'objectiu de fomentar reduccions de les emissions d'aquests gasos de una forma eficaç en relació el cost i econòmicament eficient.

El règim regulador del comerç de drets d'emissió dins de l'esmentada Directiva ha estat incorporat al ordenament jurídic nacional, en primer lloc, mitjançant el Reial Decret Llei 5/2004, posteriorment convertit en Llei 1/2005 i desenvolupat a través de diferents reials decrets.

Un dels instruments bàsics que estableix la Directiva és l'elaboració per cada Estat membre d'un pla nacional d'assignació que determinarà la quantitat total de drets d'emissió que preveu assignar durant un primer període de tres anys (2005-2007) i per a cada període de cinc anys subsegüent, com també el procediment d'assignació. El marc jurídic necessari per aplicar el Pla d'assignació a Espanya és el Reial Decret 1866/2004, de 6 de setembre, pel qual s'aprova el Pla nacional d'assignació de drets d'emissió 2005-2007 (PNA), i el Reial Decret 60/2005 de 21 de gener, pel qual s'introdueixen modificacions al Reial Decret 1866/2004.

Aquest Pla fixa com a objectiu inicial que, les emissions d'Espanya en el primer període de tres anys 2005-2007 s'estabilitzin en la mitjana de les emissions dels tres últims anys disponibles, 2000-2002, amb un increment addicional del 3,5% de les emissions de CO₂ dels sectors de la Directiva, per a increments d'activitat i nous entrants. En aquest primer període, es pretén canviar la tendència creixent d'emissions per situar-se en un punt d'inflexió i, l'any 2008 iniciar el descens per arribar a l'objectiu fixat en el Protocol de Kyoto (PK) a Espanya (veure fig.4.21).

Figura 4.21. Evolució de les emissions històriques, escenaris, objectius i mecanismes per complir el PK (PNA 2005-2007).



Font: Reial Decret 1866/2004 (BOE núm.216 de 7/9/2004).

El PNA 2005-2007 té com a objectiu l'estabilització durant aquests anys de + 40%.

L'esforç addicional tindrà lloc el 2008-2012. Al final d'aquest període, les emissions no hauran de sobrepassar un 24% de les emissions del 1990, percentatge que s'assolirà sumant l'objectiu de limitació per a Espanya del PK, 15%, a l'estimació d'absorció per embornals (màxim 2%) i als crèdits que es poden obtenir en el mercat internacional (7%).

L'escenari sectorial previst en el PNA dels drets d'emissió de CO₂ es divideix en:

- **Sector elèctric**, la previsió d'emissions mitjanes de generació elèctrica és de 94 Mt CO₂/any en el període 2005-2007, però a través del PNA s'assignen a aquest sector 86,4 Mt CO₂/any, on s'han inclòs els nous entrants del sector. Pel que fa el sector siderúrgic, el Pla inclou 1,6 Mt addicionals, corresponents a generació d'energia elèctrica amb gasos siderúrgics, cosa que a la pràctica eleva a 88 Mt els drets del sector.
- **Sector industrial**, s'assignen a través del PNA 71,886 Mt CO₂/any en el període 2005-2007, inclosos els augments de capacitat dels operadors existents, com també 1,992 Mt CO₂/any de reserva per a nous entrants.

L'aplicació de la Directiva 2003/87/CE significarà el control i la limitació de les emissions de CO₂, principal gas d'efecte hivernacle, en totes les instal·lacions del seu àmbit, tal com el PK va establir fixant limitacions d'emissions a tots el països industrialitzats. No tan sols és un compromís, sinó que també suposa una oportunitat, ja que l'esforç que el PNA exigeix a la indústria implicarà a mitjà termini un impuls de les energies renovables i un reforç del sector industrial i tecnològic d'Espanya, la qual cosa el dotarà d'una competitivitat més gran. Esforç que haurà d'assumir el conjunt de la societat, doncs els sectors que més estan augmentant les emissions són el transport i el residencial.

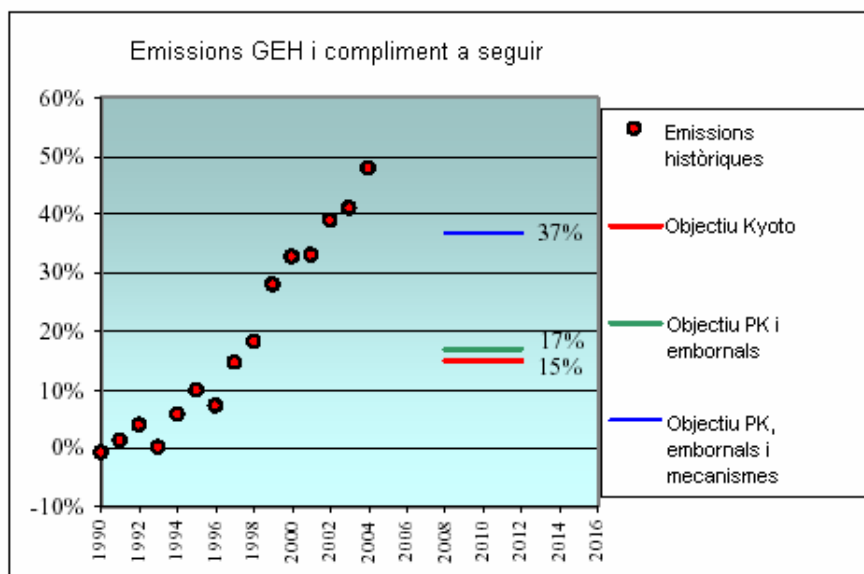
La progressiva modernització de les instal·lacions més contaminants, la incentivació de les energies netes i renovables, i un ús racional i eficient de l'energia són els reptes que ofereix el PNA de drets d'emissió per als propers anys a tota la societat.

4.2.2.1.2 Pla Nacional d'assignació de drets d'emissió 2008-2012.

Aquest segon PNA on es redacta l'assignació de drets d'emissió per el període 2008-2012 s'enfronta a un difícil equilibri. D'una banda ha de fer possible el compliment del compromís de limitació de creixement d'emissions dels GEH, assumit al ratificar el PK a la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre Canvi Climàtic (CMNUCC) i per altre banda, ha de preservar la competitivitat i els llocs de treball i ser compatible amb l'estabilitat econòmica i pressupostària per no incidir negativament en l'economia espanyola. Això significa continuar de manera més intensificada l'esforç iniciat amb l'anterior PNA, 2005-2007, en aquells sectors que presenten les oportunitats de reducció més eficients minimitzant els efectes socials potencialment adversos, en particular els que fan referència a llocs de treball eventualment associats a les mesures destinades a garantir el compliment dels compromisos de Kyoto.

Els mecanismes de flexibilitat del PK permeten als Estats amb compromisos de limitació d'emissions complir part d'aquests mitjançant reduccions d'emissions produïdes en països tercers. Aquest nou PNA 2008-2012 argumenta que Espanya recorrerà als esmentats mecanismes per a complir amb el seus compromisos, no superar el +37% d'emissions per l'any 2010, percentatge que s'assolirà sumant l'objectiu de limitació per a Espanya del PK, 15%, a l'estimació d'absorció per embornals (màxim 2%) i als crèdits que es poden obtenir mitjançant els mecanismes de flexibilitat (20%). (veure fig.4.22).

Figura 4.22 Evolució de les emissions històriques i objectius (PNA 2008-2012).



Font: Reial Decret 1370/2006 (BOE núm.282 de 25/11/2006).

4.2.2.2 Plan de Acción 2005-2007, Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética a España (E4)

La *Estratègia d'Estalvi i Eficiència Energètica a Espanya 2004-2012*, va ser aprovada el 28 de novembre de 2003 i en ella es proposa tota una sèrie de mesures per a cadascun dels sectors involucrats: Indústria, Transport, Edificació, Serveis públics, Equipaments residencials i ofimàtics, Agricultura i pesca i Transformació de l'energia, que han de ser realitzades al llarg d'aquest període.

Aquesta Estratègia, però, no recull un detall específic de les actuacions concretes a realitzar, els terminis a complir, la responsabilitat dels diferents organismes públics involucrats, ni tampoc la identificació de les línies de finançament i pressupostos associats en cada cas. Per tant, el govern espanyol ha elaborat un Pla d'Acció pel període 2005-2007 amb la finalitat de inventariar i concretar tots aquests aspectes.

Els objectius d'aquest Pla d'Acció 2005-2007 es basen en els següents quatre punts:

1. Concretar les mesures i els instruments necessaris per a iniciar l'Estratègia en cada sector.
2. Definir les línies concretes de responsabilitat i col·laboració entre els organismes involucrats per el seu desenvolupament: Administració General de l'Estat, Comunitats Autònomes, Entitats Locals, i especificant els pressupostos i costos públics associats.
3. Planificar la posada en marxa de les mesures, identificant el tipus de finançament, les necessitats pressupostàries, les actuacions prioritàries i el ritme a seguir de funcionament.
4. Avaluar els estalvis d'energia associats, els costos i les emissions de CO₂ evitades per cada mesura i pel conjunt de tot el Pla d'Acció.

S'estima que el present Pla d'Acció 2005-2007 generarà un estalvi d'energia primària acumulat de 12 milions de tones equivalents de petroli (12.000 ktep) i una reducció de 32,5 milions de tones d'emissions de CO₂ a l'atmosfera.

4.2.2.3 Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER).

Aquest Pla és la revisió del "Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010" fins ara vigent, que va redactar el govern popular. La revisió ha estat feta pel govern socialista en la qual s'intenta mantenir el compromís de cobrir amb fonts d'energies renovables, com a mínim, un 12% del consum total d'energia primària

per a l'any 2010. A més, també incorpora dos altres objectius indicatius per al mateix any:

1. el 29,4% de la generació elèctrica amb energies renovables.
2. el 5,75% de biocarburants per al transport.

El Pla presenta els objectius energètics per a cada àrea renovable (en el cas de la solar FV uns 400MW de potència instal·lada el 2010), les mesures necessàries per al seu compliment, on s'inclou també els sistemes de finançament, i les línies d'innovació tecnològica així com els beneficis derivats de l'aplicació d'aquestes.

En vistes a realitzar una avaluació prèvia de l'evolució de cada tecnologia i la seva adequació per a complir els objectius abans esmentats, s'ha fet un anàlisi exhaustiu de cada àrea detallant les possibilitats de desenvolupament a llarg termini de l'execució del Pla. Aquest estudi es basa en tres escenaris possibles: actual, probable i optimista d'evolució tecnològica a cada àrea renovable: elèctrica, tèrmica i biocarburants.

Per tal d'aconseguir un estudi més acurat es va realitzar un anàlisi sectorial i una avaluació d'impacte en cada cas sobre el conjunt del sistema energètic i així conèixer la cobertura obtinguda amb renovables per l'any 2010, donant lloc a dos nous escenaris d'evolució energètica: tendencial i d'eficiència (veure fig.4.23).

Figura 4.23 Síntesis dels diferents escenaris energètics (PER 2005-2010).

	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)			
	2004 (1)	2010		
		Escenarios de Energías Renovables		
		Actual	Probable	Optimista
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	5.973	7.846	13.574	17.816
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS	3.538	3.676	4.445	5.502
TOTAL BIOCABURANTES	228	528	2.200	2.528
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	9.739	12.050	20.220	25.846
Escenario Energético: Tendencial				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	166.900	167.100	167.350
Energías Renovables/Energía Primaria (%)	6,9%	7,2%	12,1%	15,4%
Escenario Energético: Eficiencia				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	159.807	160.007	160.257
Energías Renovables/Energía Primaria (%)	6,9%	7,5%	12,6%	16,1%

(1): Datos provisionales. Para energía hidráulica, eólica, solar fotovoltaica y solar térmica, se incluye la producción correspondiente

a un año medio, a partir de las potencias y superficie en servicio a 31 de diciembre, de acuerdo con las características de las instalaciones puestas en marcha hasta la fecha, y no el dato real de 2004. No incluidos biogás térmico y geotermia, que en 2004 representan 28 y 8 ktep.

Font: Plan de Energías Renovables 2005-2010.

Per a l'elaboració d'aquest Pla ha estat escollit l'escenari tendencial. Aquest recull les tendències econòmiques i energètiques actuals i presenta una perspectiva futura més probable sense noves actuacions de política energètica.

Els compromisos derivats del P.K., assumits per Espanya, i el fet que la producció i consum d'energia siguin els principals responsables de les emissions de GEH (al voltant

d'un 80%), situa al sector energètic com un dels sectors claus per assolir els compromisos i a les energies renovables com un dels seus principals instruments.

4.2.2.4 Código Técnico de la Edificación (CTE).

A nivell europeu es va aprovar el 16 de desembre de 2002 la Directiva 2002/91/CE relativa a l'eficiència energètica dels edificis, amb l'objectiu de fomentar l'eficiència energètica dels edificis de la Comunitat Europea, tenint en compte les condicions climàtiques exteriors i les particularitats locals, així com els requisits ambientals interiors i la relació cost-eficàcia.

La transposició a nivell espanyol d'aquesta directiva consta de tres documents: el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), el Nou Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE) i la Certificació Energètica dels Edificis. D'aquest conjunt de normatives ens centrarem en el CTE, que es tradueix en el Reial Decret 314/2006, de 17 de Març que va entrar en vigor el dia 29 de 2006. Aquesta nova normativa s'aplica a totes les obres de nova construcció i en grans obres d'ampliació i rehabilitació d'edificis. El CTE es divideix en Documents Bàsics, entre ells el "HE d'eficiència energètica", en el qual s'esmenta que hi ha d'haver una contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica en els nous edificis del sector terciari d'una determinada superfície (en el cas de les oficines, per exemple, per sobre de 4.000m², una part de les necessitats elèctriques siguin cobertes per energia solar generada per una instal·lació fotovoltaica). No obstant, no hi ha objectius concrets i, sobretot, no comenta res referent al sector domèstic.

Aquesta normativa contribueix al desenvolupament de les polítiques del govern espanyol en matèria de sostenibilitat, en particular del pla d'acció d' *Estratègia d'Estalvi i Eficiència Energètica*, i a la vegada és un instrument per a complir els compromisos del govern en matèria mediambiental, com és el Protocol de Kyoto.

4.2.3 Polítiques adoptades a Catalunya per a la sostenibilitat energètica.

4.2.3.1 Pla de l'Energia 2006-2015 de Catalunya (PEC).

La redacció d'aquest Pla Estratègic substitueix a l'anterior, redactat l'any 2001 i es desenvolupa en quatre àmbits:

- estratègia ambiciosa de foment de l'estalvi i l'eficiència energètica.
- promoció de les fonts energètiques renovables.
- desenvolupament de les infraestructures energètiques necessàries.

- suport a la recerca, el desenvolupament i la innovació tecnològica en l'àmbit energètic.

El Pla s'estructura en dos horitzons temporals: el primer és una prospectiva a l'any 2030, i el segon és l'horitzó propi del pla, l'any 2015, i amb un Pla d'Acció associat amb horitzó per l'any 2010.

Els seus objectius es basen en el desenvolupament sostenible fomentant les tecnologies energètiques més netes i eficients i conscienciant a la societat catalana en adoptar canvis en el seu model socio-econòmic, per tal de reduir els consums d'energia i els impactes ambientals del model energètic actual. I amb un recolzament a la recerca, el desenvolupament i la innovació tecnològica en l'àmbit energètic.

El PEC 2006-2015 vol aconseguir unes fites que vagin més enllà dels objectius previstos per la U.E i l'estat espanyol.

La seva proposta és assolir un objectiu d'estalvi d'energia final a l'Escenari Intensiu en Eficiència i Energies Renovables (IER) del 10,6% respecte al consum de l'escenari tendencial (BASE). L'objectiu d'estalvi és superior al que proposa la Unió Europea (1%) ja que representarà un 1,74% anual de reducció de la intensitat energètica final (consum d'energia final/PIB).

Es té previst un estalvi de 20.105,5 ktep fins l'any 2015, l'estratègia d'eficiència preveu una reducció anual de consum, respecte a l'escenari BASE, de 2.137,8 ktep/any, dels quals un 20,9% serà energia elèctrica.

L'aprofitament de les fonts energètiques renovables és una prioritat del govern de la Generalitat de Catalunya per les següents raons: són netes, el seu impacte ambiental és mínim en comparació a les convencionals, són part de la solució al problema energètic a llarg termini i representen el recurs energètic autòcton més important de Catalunya.

Els objectius que s'estableixen van més enllà dels objectius marcats per la Unió Europea en el "Llibre blanc de les energies renovables" (1997), que constitueixen en doblar el percentatge de participació de les energies renovables respecte el consum d'energia primària l'any 2010.

Tot i preveure un important increment del consum d'energia primària de Catalunya durant el període 2003-2015, es preveu que el percentatge de participació de les energies renovables en el balanç d'energia primària passarà del 2,9% l'any 2003 al 9,5% l'any 2015. Per tant, no tant sols s'acompleix amb l'objectiu europeu de doblar aquest percentatge sinó que es preveu que es multipliqui per 3,3.

Pel que fa a la generació d'energia elèctrica, els objectius del Pla són coherents amb els objectius de la Unió Europea d'augmentar el percentatge de les energies renovables. Es preveu que assoleixi un valor del 24,0% l'any 2015. Aquest percentatge és inferior a

l'objectiu estatal, principalment, per la menor participació de la gran hidràulica i de la producció eòlica a Catalunya respecte del conjunt de l'estat espanyol.

L'energia solar també presenta uns objectius molt ambiciosos. L'energia solar fotovoltaica amb un objectiu de 100 MW suposarà un creixement del 4.400% respecte la situació actual. Per a l'energia solar tèrmica, l'objectiu és arribar a 1.250.000 m² de col·lectors. Respecte a l'energia solar termoelèctrica es planteja la construcció de la primera planta solar termoelèctrica a Catalunya.

4.2.3.2 Pla de Millora Energètica de Barcelona (PMEB).

L'Ajuntament de Barcelona s'ha compromès, a través d'una sèrie d'acords internacionals, per tal de reduir les emissions dels GEH a nivell local: *Declaració d'Amsterdam* (1993), *Declaració de Heidelberg* (1994), *Carta d'Aalborg* (1994), és membre de l'*Associació Internacional Klimabündnis* des de 1997. Per tant, amb la finalitat d'acomplir aquests compromisos i limitar l'impacte ambiental derivat del consum energètic s'han realitzat diferents propostes i acords per a impulsar l'estalvi energètic i l'ús de les energies renovables.

El PMEB creat l'any 2002 forma part dels plans d'acció local a favor de la sostenibilitat de l'Agenda 21. Els seus objectius són:

- Reduir la contaminació atmosfèrica.
- Reduir el consum d'energia no renovable.

Aquests es pretenen assolir a partir de:

- Incrementar el consum d'energies netes .
- Incrementar la utilització d'energies renovables (12% d'energia primària consumida fins a l'any 2010).
- Reduir el consum energètic mantenint la producció de productes, confort i mobilitat.

Els compromisos més destacats que ha signat Barcelona són:

- *Declaració de Heidelberg*, reduir l'emissió del CO₂ equivalent l'any 2005 al 20% de les emissions de l'any 1987.
- El de ser soci de *Klimabündnis*, reduir l'emissió del CO₂ eq. un 27% fins a l'any 2010 respecte al 1997.

El compromís de Kyoto, signat pel govern espanyol, afecta també directament a la ciutat de Barcelona. Però, en cas de no complir Espanya amb el seu compromís, si els acords signats per l'administració local i les fites establertes es compleixen, es compleix amb la responsabilitat local pel que fa al protocol de Kyoto.

Taula 4.11 Polítiques adoptades per a la reducció del CO₂ en els diferents àmbits.

<i>Polítiques</i>	<i>Àmbit</i>	<i>Vinculant</i>	<i>Objectius</i>
Protocol de Kyoto (aprovat el 1997)	Internacional	Sí	- Reducció 5,2% emissions GEH països industrialitzats. - Tres mecanismes: Comerç d'emissions, MDN i IC.
Directiva 2003/87/CE comerç de drets d'emissions GEH a la UE.	Unió Europea	Sí	- Reduir emissions GEH d'una forma cost-eficient.
Plans Nacionals d'emissions (PNA)	Estat	Sí	<u>PNA 2005-2007:</u> - Estabilització +40% CO ₂ respecte el 1990. - Objectiu segon període: +24% Kyoto 15% Embornals 2% Mercat internacional 7% <u>PNA 2008-2012:</u> +37% Kyoto 15% Embornals 2% Mercat internacional 20%
Estratègia d'Estalvi i Eficiència Energètica a Espanya (E4) 2004-2012	Estat	No	Pla d'Acció 2005-2007: - Estalvi de 12.000 ktep en consum d'energia primària. - Reducció de 32,5 Mt CO ₂ .
Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)	Estat	No	- 12% consum energia primària EERR. - 29,4% generació elèctrica EERR. - 400MW fotovoltaics.
Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)	Estat	Sí	- Document Bàsic HE. - Aplicació en obra nova i grans rehabilitació d'edificis.
Pla de l'Energia de Catalunya 2004-2015 (PEC)	Autonòmic	No	- Estalvi de 2.137,8 ktep/any. - Reducció 1,74% anual de la intensitat energètica final. - 9,5% consum energia primària EERR. - 24% generació elèctrica EERR. - 100MW fotovoltaics.
Pla de Millora Energètica	Municipal	No	- 12% consum energia primària

de Barcelona (PMEB)			EERR. - Reducció de CO ₂ eq. el 2005 del 20% respecte 1987. - Reducció de CO ₂ eq. el 2010 del 27% respecte 1997.
---------------------	--	--	---

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades exposades en les diferents polítiques adoptades per a la sostenibilitat energètica.

4.2.4 Usos energètics i petjada ecològica.

L'any 1996, Mathis Wackernagel y William Rees, dos investigadors canadencs van publicar el llibre *Our Ecological Footprint*, on proposaven un nou indicador per poder avaluar els efectes de les activitats humanes sobre el medi ambient: **la petjada ecològica**.

La petjada ecològica és un indicador agregat definit com l'àrea de territori ecològicament productiu (cultius, pastures, boscos o ecosistemes aquàtics) necessària per a produir els recursos utilitzats i per a assimilar els residus produïts per una població donada amb un sistema de vida específic de forma indefinida. El seu objectiu fonamental consisteix en avaluar l'impacte sobre el planeta d'un determinat sistema o forma de vida i, com a conseqüència, el seu grau de sostenibilitat. Indicador que ens ofereix la possibilitat d'entendre l'apropiació humana tot fent comparacions.

El càlcul de la petjada ecològica és complexa, i en determinats casos impossible, el que constitueix la seva principal limitació com a indicador. De totes maneres hi ha diversos mètodes d'estimació a partir del anàlisi dels recursos que una persona consumeix i dels residus que produeix. Bàsicament els seus resultats estan basats en l'observació dels següents aspectes:

1. Hectàrees utilitzades per a urbanitzar, infraestructures i centres de treball.
2. Hectàrees necessàries per a proporcionar l'aliment vegetal necessari.
3. Superfície necessària per a les pastures.
4. Superfície marina necessària per al peix.
5. Hectàrees de bosc necessàries com a embornal de CO₂ per a mitigar el nostre consum energètic.

4.2.5 Petjada ecològica de Barcelona.

A Catalunya, l'any 1998, Ferran Relea i Anna Prado van aplicar la metodologia de Wackernagel y Rees per a calcular la petjada ecològica de la ciutat de Barcelona. De fet van haver de calcular la petjada ecològica de tot el país i, posteriorment, aplicant alguns factors específics de correcció: població de Barcelona, superfície habitada, hàbits de

consum dels seus habitants, van aconseguir un valor molt aproximat corresponent a la ciutat de Barcelona. Posteriorment, l'any 2003, el Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS), adscrit al Departament de la Presidència de la Generalitat de Catalunya, va demanar l'actualització del valor d'aquest indicador.

El càlcul realitzat per Ferran Relea i Anna l'any 1998, va establir que la petjada ecològica de Catalunya era de 3,26 hectàrees per habitant, essent la corresponent a la ciutat de Barcelona de 3,23 hectàrees per habitant. L'actualització realitzada l'any 2003 va donar un valor una mica superior al de l'any 1998, 3,92 hectàrees per habitant, on s'observa un augment de 8,9%. Això significa que cada ciutadà de Catalunya consumeix 0,32 hectàrees més l'any 2003 respecte de l'any 1998. Hem de tenir en compte que el 1996 la superfície productiva disponible mundial era de 1,75 ha/persona, el que representa que Barcelona necessita el doble de la seva superfície per produir recursos i assimilar els residus derivats.

L'aspecte que més contribueix a aquesta petjada és el consum d'energia de la ciutat i en especial l'ús d'energia d'origen fòssil que ha estat calculada com a àrea de bosc necessari per absorbir les emissions de CO₂ derivades d'aquest consum energètic.

4.3 CIUTATS

4.3.1 Definició del concepte de sostenibilitat

El concepte de sostenibilitat neix com a resultat d'anàlisis realitzats de la situació del món, on es va demostrar que el camí pres per la societat global estava destruint cada cop més el medi ambient i portant més gent a la pobresa i a la vulnerabilitat. Concepte que s'aplica al desenvolupament socio-econòmic i que va ser formalitzat per primer cop en el *Informe Brundtland* (1987), presentat per la Comissió Mundial del Medi Ambient i el Desenvolupament de Nacions Unides (CMMAD) i encapçalat per la doctora noruega Gro Harlem Brundtland, amb el títol: *Nuestro futuro común*.

La importància del document va fer que fos incorporat a tots els programes de l'Organització de les Nacions Unides (ONU) i va ser l'eix en la Cimera de la Terra celebrada a Rio de Janeiro l'any 1992. La definició s'assumiria en el Principi 3er de la Declaració de Río (1992):

Satisfereix les necessitats de les generacions presents sense comprometre les possibilitats de les del futur per a atendre les seves pròpies necessitats.

Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): *Nuestro Futuro Común*.

4.3.2 Antecedents en l'àmbit de la sostenibilitat local a escala mundial i a Catalunya.

A. Dins del marc internacional, el desenvolupament sostenible a escala local, té el seu origen a la Cimera de la Terra, celebrada a Rio de Janeiro l'any 1992. Representants de 179 estats van debatre durant catorze dies la problemàtica ambiental global i van establir el desenvolupament sostenible com un dels principals reptes que han d'afrontar els governs i les societats d'arreu del planeta.

Un dels quatre documents bàsics declarats fou l'**Agenda 21**, un programa d'acció a nivell internacional que hauria de permetre assolir el desenvolupament sostenible, en la seva triple vessant: econòmica, social i ambiental. La influència d'aquest document en el impuls de les Agendes 21 Locals és particularment rellevant. La importància de la contribució del món local al desenvolupament sostenible està reconeguda en el *capítol 28* del document aprovat a Rio de Janeiro, el qual estableix l'Agenda 21 Local com un dels instruments bàsics que han de desenvolupar les comunitats locals. Mitjançant, una àmplia participació dels seus ciutadans i dels sectors econòmics i socials, per encaminar-se cap a aquest ideal de desenvolupament.

Contingut del article 28.1:

Atès que bona part dels problemes i solucions que intenta resoldre l'Agenda 21 tenen el seu origen en les activitats locals, la participació i cooperació de les autoritats locals serà un factor determinant per l'assoliment dels seus objectius.

Les autoritats locals construeixen, fan funcionar i mantenen les infraestructures econòmiques, socials i ambientals, supervisen els processos de planificació, estableixen polítiques i regulacions i col·laboren en l'aplicació de polítiques ambientals nacionals i subnacionals.

Atès que són l'estructura de govern més propera als ciutadans, tenen un paper vital en l'educació, la mobilització i la resposta al públic a favor del desenvolupament sostenible.

Els objectius proposats en relació a l'Agenda 21 Local van ser els següents:

1. L'any 1996 la major part d'autoritats locals dels Estats signataris haurien d'haver realitzat un procés d'Agenda 21 Local per a les seves comunitats, partint d'una consulta

pública als seus ciutadans que hauria d'haver culminat amb l'adopció d'un pla d'acció per a la sostenibilitat basat plenament en el consens entre tota la població.

2. L'any 1993 la comunitat internacional hauria d'haver iniciat un procés consultiu amb l'objectiu d'augmentar la cooperació entre les autoritats locals.

3. L'any 1994 representants d'associacions de ciutats i altres autoritats locals haurien d'haver incrementat els nivells de cooperació i coordinació amb la voluntat de facilitar l'intercanvi d'informació i experiències entre autoritats locals.

4. Les autoritats locals haurien d'implementar i fer el seguiment de programes que assegurin que les dones i el jovent estiguin representats en els processos de presa de decisions, planificació i implementació.

De la mateixa manera, establia que cada autoritat local havia de dialogar amb els seus ciutadans i els sectors econòmics i socials a fi d'establir un marc d'interacció i cooperació òptim per a la formulació de les millors estratègies.

B. Dins el marc europeu per al desenvolupament sostenible a escala local, els postulats de l'Agenda 21 aprovats a Río de Janeiro i els principis del V Programa d'Acció Comunitari en matèria de Medi Ambient es van encadenar dos anys després a la I Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles. Celebrada a la ciutat danesa d'Aalborg, on 80 autoritats locals europees i 253 representats d'organismes internacionals, governs nacionals, institucions científiques, entre altres estaments, van signar la *Carta d'Aalborg* i van iniciar la Campanya Europea de Ciutats i Viles Sostenibles.

La Carta d'Aalborg va ser aprovada pels participants a la Conferència Europea sobre Ciutats Sostenibles, celebrada a Aalborg (Dinamarca) del 24 al 27 de maig de 1994 sota el patrocini conjunt de la Comissió Europea i la ciutat d'Aalborg i organitzada pel Consell Internacional d'Iniciatives Ambientals Locals (ICLEI). L'ICLEI va assumir la responsabilitat d'elaborar el projecte de la carta conjuntament amb el Ministeri de Planificació, Desenvolupament i Transport urbà de l'estat federal alemany de Rin del Nord-Westfàlia.

Carta d'Aalborg: carta de les ciutats europees cap a la sostenibilitat, tal com fou aprovada pels participants en la Conferència europea sobre les ciutats sostenibles celebrada a Aalborg, Dinamarca, el 27 de maig de 1994:

Part I: Declaració de consens: les ciutats europees cap a la sostenibilitat.

Part II: Campanya de ciutats europees sostenibles.

Part III: Participació en les iniciatives locals del Programa 21: plans d'acció local a favor de la sostenibilitat.

La signatura d'aquesta Carta compromet als pobles, ciutats i països europeus a impulsar processos Agenda 21 Local i a desenvolupar plans d'acció a llarg termini que permetin avançar a les comunitats locals cap a un desenvolupament més sostenible. Tanmateix, la participació ciutadana i el teixit econòmic, social i polític en la presa de decisions a escala local és un dels aspectes més insistits en el text.

La Campanya Europea de Ciutats i Viles Sostenibles s'ha convertit, actualment, en la iniciativa de promoció del desenvolupament sostenible a escala local més important d'àmbit mundial.

La consolidació de la iniciativa d'Aalborg de 1994 fou la Declaració de Hannover, aprovada el febrer de 2000 en el marc de la III Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles, on es va instar a intensificar els esforços que permetin assolir majors quotes de sostenibilitat al món local. Prèviament, el 1996, en el marc de la II Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles, s'havia aprovat el Pla d'Acció de Lisboa ("De la Carta a l'Acció"), un document que convidava a les autoritats locals a posar en pràctica els principis de la Carta d'Aalborg.

Finalment, tant l'Estratègia de la Unió Europea per al Desenvolupament Sostenible adoptada a Göteborg el juny de 2001, com el VI Programa d'Acció en Matèria de Medi Ambient de la Unió Europea, remarquen la importància de l'acció local per a afrontar els reptes globals que planteja el desenvolupament sostenible.

C. A nivell de l'estat espanyol es creà la *Red de Redes*, xarxa formada per les xarxes administratives existents a Espanya, a nivell provincial i autonòmic, que han treballat en els processos d'Agenda 21 local, i que ha estat creada amb l'objectiu de desenvolupar l'Estratègia del Medi Urbà de la Unió Europea aprovada l'11 de gener del 2006.

El que es pretén és una coordinació entre les diferents Xarxes de l'Estat, per abordar millor els reptes del s.XXI, no només els relacionats amb la sostenibilitat, sinó també els que tenen a veure amb l'entrada a la societat de la informació i del coneixement

Així, des de 1994, han estat nombroses les comunitats locals que a escala europea han emprès i han desenvolupat els seus programes d'acció o processos. A Catalunya, el Departament de Medi Ambient i Habitatge va establir el 1998 el Programa de Foment de la Sostenibilitat Local, amb la finalitat de recolzar les estratègies i les propostes de les entitats locals per a un desenvolupament més sostenible. Tanmateix, no hem de passar per alt que des de 1998 s'estan realitzant els treballs de l'Agenda 21 de Catalunya, amb l'objectiu d'establir una estratègia de desenvolupament sostenible per a tot el país.

Paral·lelament a les iniciatives preses pel govern de Catalunya, les Diputacions de Barcelona, Girona i Tarragona han anat configurant en els darrers anys amb notable èxit xarxes i programes de suport per a la realització d'Agendes 21 Locals i Plans d'Acció

per a la Sostenibilitat amb l'objecte d'impulsar-ne el seu desenvolupament en els àmbits municipal i supramunicipal. La *Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat* és una associació de municipis compromesos per avançar cap a un desenvolupament sostenible. Constitueix una plataforma de cooperació i intercanvi on els municipis troben un marc adequat per discutir els seus problemes, les seves inquietuds, les seves necessitats, les seves experiències, i promoure i dur a terme projectes d'interès comú.

La Xarxa es va crear el 16 de juliol de 1997 en l'assemblea constitutiva que va tenir lloc a Manresa, on 118 municipis van formalitzar la seva adhesió per decisió del Ple municipal i varen aprovar la *Declaració de Manresa: Municipis cap a la Sostenibilitat*. Set anys més tard, en l'assemblea celebrada el 30 de març de 2004, els socis renoven els compromisos de sostenibilitat de la Xarxa amb l'anomenada *Declaració de Mataró*. En aquests moments, la Xarxa té associades més de 220 entitats locals catalanes (211 municipis, 7 entitats supramunicipals i 13 Observadors), que representen el 78% de la població total de Catalunya.

4.3.3 Agenda 21 de Barcelona

Barcelona es va adherir a la Carta D'Aalborg el 27 d'octubre de 1995, però va aprovar el seu *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat - Agenda 21 de Barcelona* el 9 de juliol de 2002, després de quatre anys de treball per diagnosticar, fer propostes i construir consens sobre els principals objectius que s'havien d'assolir per avançar cap a una ciutat més sostenible.

El *Consell Municipal de Medi Ambient i Sostenibilitat*, amb més de cent representants d'entitats cíviqes i ambientals, d'empreses, del món universitari, dels grups polítics i de les institucions, va liderar aquest procés. En una primera fase, es va treballar per definir els principals reptes de Barcelona i proposar els objectius a assolir. En un segon moment, el Consell va convidar tota la ciutadania a participar en l'elaboració del compromís col·lectiu mitjançant debats als districtes, sessions de prospectiva, diàlegs temàtics i participant al fòrum virtual.

Com a resultat de les propostes del Consell i les aportacions ciutadanes es redactà el primer esborrany del Compromís, el qual fou valorat, esmenat i consensuat a través d'un innovador procés participatiu.

El document final consta de **10 grans objectius** amb 10 línies d'acció per avançar en cada un d'ells durant el període 2002-2012, dos d'ells fan referència a l'energia:

1. Protegir els espais lliures i la biodiversitat i ampliar el verd urbà.
2. Defensar la ciutat compacta i diversa, amb un espai públic de qualitat.
3. Millorar la mobilitat i fer del carrer un entorn acollidor.

4. Assolir nivells òptims de qualitat ambiental i esdevenir una ciutat saludable.

5. Preservar els recursos naturals i promoure l'ús dels renovables

Línies d'acció referents a l'energia:

5.4 Reduir el consum d'energia. Augmentar l'eficiència tant en la generació de l'energia com en el seu ús, utilitzant les millors tecnologies disponibles.

Incrementar la proporció d'energia provinent de fonts renovables i netes.

5.5 Aconseguir com a mínim que el 12% del consum total vingui d'energies renovables d'acord amb les previsions de la Unió Europea. Instal·lar 500.000 m² de captadors solars que incloguin un mínim de 15 MWp fotovoltaics.

5.6 Desenvolupar i estimular projectes demostratius d'eficiència energètica i ús d'energies renovables i netes. Cooperar per eliminar les barreres (informació, preus, comercialització) que en limiten la implantació i l'ús.

5.7 Aplicar criteris ambientals i d'eficiència energètica als desenvolupaments urbanístics. Incloure'ls també en la tramitació de llicències d'obres, de manera que generin bonificacions sobre la taxa.

6. Reduir la producció de residus i fomentar la cultura de la reutilització i el reciclatge.

7. Augmentar la cohesió social, enfortint els mecanismes d'equitat i participació.

8. Potenciar l'activitat econòmica orientada cap a un desenvolupament sostenible.

9. Progressar en la cultura de la sostenibilitat mitjançant l'educació i la comunicació ambiental.

10. Reduir l'impacte de la ciutat sobre el planeta i promoure la cooperació internacional

Línies d'acció referents a l'energia:

10.4 Reduir les emissions de gasos amb efecte hivernacle. Fer inventari local de les emissions i dissenyar un pla d'acció que coordini programes d'estalvi d'energia i d'increment d'energies renovables, tecnologies netes en el transport, bones pràctiques domèstiques, etc.

Un cop aprovat, el Consell convidà les organitzacions de la ciutat a signar el Compromís. Actualment, són més de 430 entitats, empreses i institucions adherides i estan treballant d'acord amb els principis de l'Agenda 21 de Barcelona impulsant iniciatives per contribuir a l'assoliment dels 10 grans objectius a compartir.

La contribució de cada signant es concreta en un pla d'acció, una pauta de treball útil per prioritzar els temes en què es proposa treballar i les actuacions a dur a terme, per estructurar les tasques, designar responsables i assignar pressupostos. L'Ajuntament de Barcelona va aprovar el seu pla d'acció l'any 2006. Però cada empresa, associació, escola, universitat, col·legi professional o sindicat, i fins i tot cada llar i cada persona, pot fer el seu pla d'acció per la sostenibilitat. Tal com diu el preàmbul del Compromís, sostenible vol dir també corresponsable.

L'Agenda 21 de Barcelona és la suma de tots els plans d'acció, per modestos que siguin, que la ciutat, les seves organitzacions i la ciutadania en general sàpiga posar en marxa.

La *Secretaria Tècnica de l'Agenda 21* de Barcelona té per objectiu prioritari oferir suport a les organitzacions signants del Compromís que vulguin desenvolupar el seu pla d'acció. El Compromís ofereix un marc comú de treball amb un *sistema d'indicadors* per avaluar els progressos.

L'Agenda 21 és un model de diagnòs i formulació de polítiques municipals de sostenibilitat, amb el propòsit d'avaluar l'estat ambiental, social i econòmic del municipi i amb la finalitat de dur a terme, amb la participació de la ciutadania, un procés creatiu i gradual de canvi cap a un model sostenible de ciutat. Amb la firma de l'Agenda 21, les ciutats i els ciutadans adquireixen un compromís davant les demés ciutats del món i posen de manifest la seva voluntat de construir un entorn urbà més saludable i de qualitat per a les persones, en equilibri amb els sistemes naturals del seu entorn i del planeta.

Esquema cronològic de les decisions adoptades envers a la sostenibilitat:

1987, Informe Brundtland , presentat per la Comissió Mundial del Medi Ambient i el Desenvolupament de Nacions Unides (CMMAD). Concepte de sostenibilitat.

1992, Cimera de la Terra celebrada a Rio de Janeiro. Agenda 21 local

1994, I Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles. Carta d'Aalborg.

1996, II Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles. Pla d'Acció de Lisboa ("De la Carta a l'Acció").

1997, Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat.

1998, Programa de Foment de la Sostenibilitat Local a Catalunya.

2000, III Conferència Europea sobre Ciutats i Viles Sostenibles. Majors quotes de sostenibilitat al món local.

2001, Programa d'Acció en Matèria de Medi Ambient de la Unió Europea. Göteborg. Importància de l'acció local per a afrontar els reptes globals que planteja el desenvolupament sostenible.

2002, creació de l'Agenda 21 de Barcelona

2004, Renovació dels compromisos de sostenibilitat de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat amb l'anomenada *Declaració de Mataró*.

4.3.4 L'energia i les ciutats.

La Revolució Industrial va aportar grans canvis als sistemes de vida de les persones i al propi funcionament de les ciutats. Aquestes, en el transcurs de poques

generacions, van passar de tenir barris densos, amb carrers estrets i habitatges petits i baixos, a ser formades per grans edificis i barriades urbanístiques disperses. L'ús del vehicle privat i l'augment demogràfic al que s'han vist sotmeses les ciutats, degut a les noves oportunitats que aquestes oferien, van portar a un consum energètic creixent fins a l'arribada dels combustibles fòssils. Aquests han proporcionat a les ciutats fer un ús de l'energia molt més gran: per a ascensors, llums elèctriques, vehicles i tota mena de serveis propis de les grans ciutats.

Les ciutats requereixen de grans quantitats d'energia per a la construcció i manteniment de la seva gran infraestructura: carrers, edificis, comunicació i moltes altres necessitats, per a la producció de béns, transport, preparació aliments, enllumenat, calefacció, refrigeració i també tots aquells productes i serveis que són importats per a proveir als seus ciutadans. Quasi be tota l'energia consumida directament a les ciutats és produïda lluny d'aquesta, el que comporta importants costos i problemes durant el seu transport i distribució.

No obstant, podem remarcar que en els països desenvolupats, el consum energètic per càpita a les ciutats compactes és inferior a les ciutats disperses (*urban sprawl*) i en algunes àrees rurals. Això és degut bàsicament a una major densitat de població que viu en habitatges de dimensions reduïdes i una menor distància al lloc de treball. En el cas de les ciutats disperses, la densitat poblacional és inferior que la ciutat compacta; els habitatges són de dimensions més grans; i la distància al centre de treball és més elevada. Tot això comporta un augment en el consum energètic per càpita. Per tant, és molt important tenir en compte la distribució i creixement de l'espai urbà, el que implica una planificació i urbanisme que prevegi l'efecte del consum energètic amb la forma urbana.

Actualment, les noves tecnologies ofereixen a les ciutats noves formes de subministrament energètic, com són les energies renovables que ajuden a disminuir les emissions de CO₂ i a mitigar els efectes del canvi climàtic.

D'altra banda, la disminució del consum energètic i a la vegada, la disminució d'emissions de CO₂ proporciona a la ciutat la possibilitat d'obtenir els CERs (Certified Emissions Reduction) per aquesta reducció, els quals poden transarse en el mercat de carboni.

La ciutat de **Malmö** és un bon referent de ciutat sostenible a nivell mundial. Situada al Sud de Suècia, Malmö és i ha estat una ciutat portuària internacional. Va començar a forjar la seva imatge de ciutat sostenible a partir dels anys 90, fomentant l'ús d'energies renovables: el sol, el vent, l'aigua i el gas produït per les escombraries i les aigües residuals, en una zona industrial abandonada, *Puerto Oeste*. Actualment disposen d'un aerogenerador de dos MW, complementat per instal·lacions fotovoltaïques als edificis que, proporcionen pràcticament la totalitat d'electricitat a les vivendes i alimenten les bombes de calor que abasteixen d'aigua calenta i calefacció a tot el districte.

A més la ciutat també informa als seus ciutadans sobre el seu paper en el canvi climàtic, amb cartells arreu de la ciutat que mostren diverses tècniques per a reduir el consum energètic.

5 ÀMBIT D'ACTUACIÓ

5.1.1 La ciutat de Barcelona

La ciutat de Barcelona es troba situada a les costes del mar Mediterrani, té una extensió de 101,4 km² i una població registrada l'any 2006 de 1.605.602 habitants¹³, el que representa el 0,32% de tota la superfície de Catalunya (32.106,5 km²) i el 22,5% dels habitants. La capital catalana, situada a 166 km de la frontera amb França i a 120 km del sud dels Pirineus, està delimitada per dos rius: el Llobregat al sud i el Besòs al nord, quedant envoltada per la part oest per la Serralada Litoral catalana, on es troba el parc natural de Collserola. El parc de Collserola forma part de l'àrea metropolitana de Barcelona i es caracteritza per tenir un paisatge de boscos molt diversos, amb conreus, prats secs, pinedes, alzinars i vegetació de ribera.

Figura 5.1 Plànol de la ciutat de Barcelona.



Font: Ajuntament de Barcelona. <http://www.bcn.es/urbanisme/>

Al pla de Barcelona hi trobem uns petits turons (Monterols, el Putget, el Carmel, la Rovira i la Peira), amb un número important d'antigues rieres, caracteritzant a la ciutat

¹³ IDESCAT, any 2006

amb un relleu força irregular. I prop del litoral s'aixeca la muntanya de Montjuïc. Barcelona forma part de la comarca del Barcelonès, juntament amb Santa Coloma de Gramenet, Badalona i Sant Adrià del Besòs.

Els requeriments energètics d'electricitat a la ciutat són força significatius, de fet representen a nivell domèstic el 29,89% del total de tot Catalunya, concretament 2.887.297 MWh.

El sistema energètic que suporta el funcionament de la ciutat es basa en la importació de la pràctica totalitat de l'energia, majoritàriament d'origen fòssil (principalment gas natural) i nuclear.

El seu clima és de tipus mediterrani, amb estius càlids i humits i hiverns suaus amb fred moderat. Les precipitacions es produeixen a la tardor i la primavera, amb una mitjana anual d'uns 600 mm. I la temperatura mitjana anual es situa al voltant dels 15°. Barcelona té una situació privilegiada, coordenades: 2° 7'42" E i 41° 24'42" N i amb un clima mediterrani que li proporciona gaudir de molts dies de sol al llarg de l'any.

5.1.2 L'Atlas de radiació solar a Catalunya.

La radiació solar és la irradiació global diària, energia rebuda durant un dia, sobre una superfície horitzontal. La irradiació és l'energia rebuda per unitat de superfície en un temps determinat, i les seves unitats s'expressen en MJ/m² o kWh/m². Hem de diferenciar entre radiació directa que, és l'energia que prové directament del sol i radiació difusa, aquella que prové de la resta del cel. És a dir, en un dia nuvolat la radiació difusa pot arribar fins al 100%.

La radiació solar mesurada en un lloc i en un dia determinat depèn de factors astronòmics (declinació del Sol i distància Terra-Sol, que varien durant l'any), geogràfics (latitud i altitud i l'orografia, que pot provocar ombres o reflexos) i meteorològics (estat del cel). Els factors geogràfics són constants en el període considerat i els astronòmics són cíclics, per tant, són previsibles. En canvi, els factors meteorològiques presenten variacions, és per això que aquestes són tractades des d'un punt de vista estadístic.

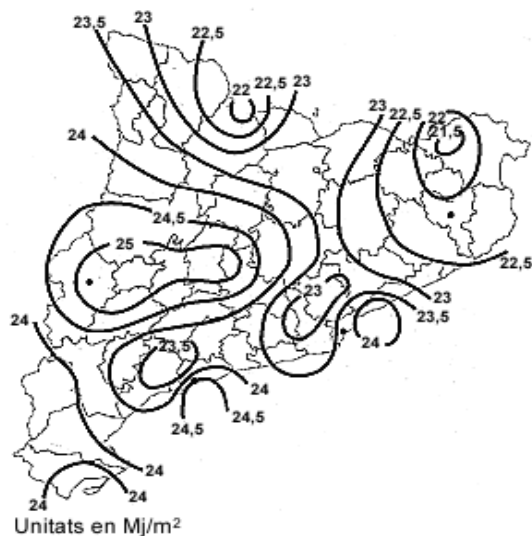
A **Catalunya**, l'estudi i recopilació de dades dels valors de radiació solar arreu del territori va iniciar-se ja a començaments dels anys setanta. L'Institut Català d'Energia (ICAEN) va publicar l'Atlas de Radiació Solar de Catalunya, on es recullen les dades de radiació global i difusa de les estacions de la xarxa radiomètrica de Catalunya.

A Catalunya, la mitjana anual de radiació solar diària disponible es situa al voltant dels 14,5 MJ/m² (4 kWh/m²) sense que hi hagi diferències significatives entre aquests valors arreu del territori. Malgrat això, es produeixen diferències importants en els nivells de radiació diària mitjana rebuda, segons l'època de l'any i la zona estudiada. Així, els

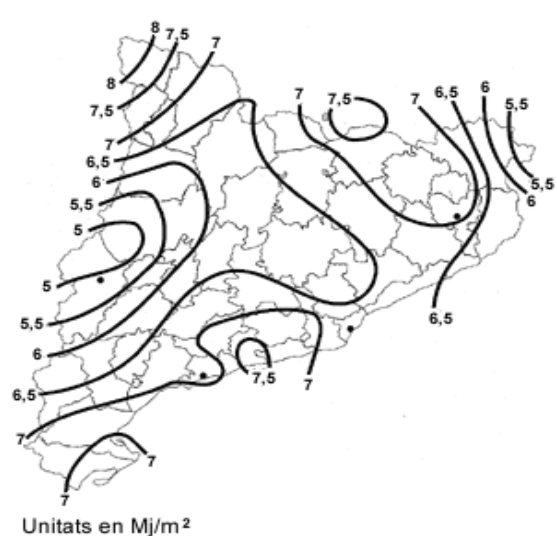
valors de la zona de Lleida presenten una gran amplitud anual d'oscil·lació, passant dels 4,5 MJ/m² (1,25 kWh/m²) el mes de gener als 25 MJ/m² (7 kWh/m²) el mes de juny, donant els màxims i mínims absoluts de l'any a Catalunya.

A **Barcelona**, la mitjana anual de radiació solar diària disponible es situa al voltant dels 15'01MJ/m² (4,17 kWh/m²), amb uns màxims i mínims absoluts al llarg de l'any de 24,03 MJ/m² (6,68 kWh/m²) al mes de juny i 6,80 MJ/m² (1.89 kWh/m²) al mes de gener respectivament.

Mapa d'irradiació solar global diària, mitjana del mes de juny



Mapa d'irradiació solar global diària, mitjana del mes de gener



Unitats en Mj/m²
Font: Atlas de Radiació Solar de Catalunya. ICAEN

Irradiació solar mitjana en base mensual a Barcelona (MJ/m²)												
Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Octubre	Nov.	Des.
Radiació	6.80	9.65	13.88	18.54	22.25	24.03	23.37	20.42	16.05	11.40	7.73	6.04

Font: Elaboració pròpia a partir dades Atlas de Radiació Solar

La radiació difusa esdevé important per tal de determinar la radiació incident sobre superfícies inclinades. Les mesures es realitzen amb els mateix tipus d'aparells que per a mesurar la radiació global, per tant, poden tenir les mateixes fonts d'error.

Hi ha una condició fàcil de comprovar: la irradiació difusa sempre ha de ser inferior (o igual en el cas extrem) a la global, com s'observa en el gràfic següent d'evolució anual de la irradiació diària global i difusa de les dades obtingudes a l'estació de Barcelona.

Irradiació solar difusa mitjana en base mensual a Barcelona (MJ/m²)												
Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Octubre	Nov.	Des.

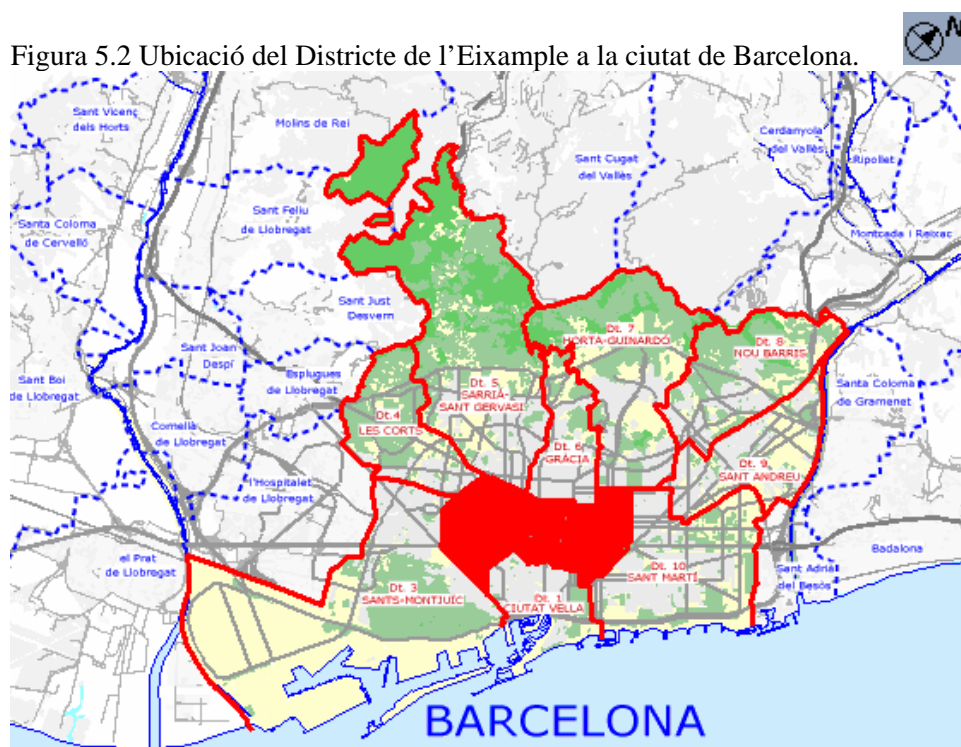
Radiació	3.05	3.98	5.31	6.74	7.84	8.32	8.05	7.08	5.70	4.28	3.19	2.74
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Font: Elaboració pròpia a partir dades Atlas de Radiació Solar

5.2 ÀMBIT D'ESTUDI

5.2.1 L'Eixample

L' Eixample és un dels districtes de la ciutat de Barcelona. Inclou els barris de Dreta de l'Eixample, Esquerra de l'Eixample, Sant Antoni, Sagrada Família i Fort Pienc. Va sorgir al segle XIX, després de l'enderrocament de les muralles (1854-1856) i l'expansió de la ciutat. L'Eixample es va estendre des de l'antiga ciutat cap els pobles que l'envoltaven, Gràcia, Horta, Sant Andreu de Palomar, Sarrià i Sant Gervasi, arribant actualment a ocupar una extensió de 746,5 ha¹⁴, corresponent al 7,36% de tota la superfície de Barcelona i amb una població registrada l'any 2006 de 265.561 habitants¹⁵, essent el districte més poblat de la ciutat, 16,5%. És un barri molt característic de la ciutat, amb una estructura d'edificació molt regular que facilita les seves possibilitats d'estudi.



Font: Elaboració pròpia a partir del Plànol de la ciutat de Barcelona.

¹⁴ Guies Estadístiques, Ajuntament de Barcelona

¹⁵ Anuari estadístic ciutat de Barcelona 2007

5.2.2 *Per què escollir l'Eixample?*

En aquest apartat es pretén exposar la justificació de l'elecció del Districte de l'Eixample com a unitat d'estudi bàsica per tal d'assolir els objectius plantejats en el projecte.

Dels 10 districtes que conformen el terme municipal de Barcelona, el de l'Eixample disposa d'unes característiques pròpies que el converteixen en el més idoni per tal d'aplicar la tecnologia FV per diverses raons:

- *Estructura regular.*

La malla quadriculada que conformen les illes del districte fan d'aquest un espai urbà fàcilment identificable, dins la densa i compacta ciutat de Barcelona. A més ocupa una situació central en el municipi, el que accentua la senzilla localització geogràfica.

- *Orientació òptima.*

Els terrats de les illes atorguen la possibilitat d'orientar les instal·lacions FV cap al sud-est. D'aquesta manera s'optimitza millor l'espai útil i obtenim una potència instal·lada més elevada. En aquest sentit, no caldrà estudis addicionals i càlculs de superfícies segons l'orientació Sud, perquè les instal·lacions seran perpendiculars en dos costats de la illa i paral·leles en els altres dos, deixant els extrems de l'octàgon amb menys possibilitats.

- *Superfície aparent.*

Una vista aèria del districte permet identificar clarament les parcel·les edificades i, per tant, les superfícies aparents de terrats susceptibles de ser analitzades per a les instal·lacions FV. Aquest fet resulta important, ja que la pròpia distribució de les parcel·les de les diverses illes resulta en alguns casos força semblant, encara que mai idèntica i això permetrà realitzar una mostra aproximada de les àrees útils després de realitzar l'estudi d'ombres.

- *Aprofitament d'un espai urbà inutilitzat.*

Els terrats de les comunitats de veïns solen ser espais restringits a l'activitat social, per tant, són uns dels pocs espais lliures dins l'entramat urbà que poden ser aprofitats per albergar instal·lacions d'aquest tipus. D'aquesta manera, en els terrats podrien conviure les instal·lacions ja presents (d'antenes de TV i ràdio) i les microcentrals FV atorgant una multiplicitat d'usos a aquestes àrees desaprofitades en l'actualitat.

6 RESULTATS

Aquest apartat s'ha decidit estructurar en tres seccions – hipòtesis, limitacions i càlcul dels resultats -, ja que hem volgut remarcar la importància que tenen totes elles per separat perquè s'entenguin millor els resultats. Això és deu a què hem cregut necessari explicitar certes consideracions per tal de què en els resultats no només apareguin números, sinó la nostra aportació en una prèvia, profunda i exhaustiva reflexió sobre l'enfoc i perspectiva dels resultats.

6.1 HIPÒTESIS I CONSIDERACIONS

1. La superfície útil ha estat el resultat de calcular les superfícies de terrat de cada parcel·la i restar-li les superfícies de terrasses, patis, badalots i ombres.
2. Les ombres s'han calculat tenint en compte la màxima ombra a l'hivern a les hores centrals del dia. Això vol dir una incidència de la radiació solar amb un angle de 37° al solstici d'hivern (26 de desembre a la 13:00h).
3. Només s'han calculat les superfícies útils amb una radiació del 100% durant les hores de sol pico de tot l'any.
4. Com que no hi ha dades de consum d'electricitat d'ús domèstic per barris a la ciutat de Barcelona, hem considerat una mitjana del consum elèctric d'ús domèstic, que segueix la següent fórmula.

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Consum elèctric ús} \\ \text{domèstic per habitant} \\ \text{a l'Eixample} \end{array}} = \boxed{\frac{\text{Consum elèctric ús} \\ \text{domèstic a Barcelona (kWh)} \\ \text{Població de Barcelona (hab)}}} \times \boxed{\begin{array}{c} \text{Població de} \\ \text{l'Eixample} \\ \text{(hab)} \end{array}}$$

5. Només s'ha tractat la tecnologia FV convencional i més estesa que disposa de les característiques següents:
 - Mòduls de silici cristal·lí.
 - Eficiència de les cèl·lules FV del 16%.
 - Relació superfície mòduls i potència: 7m²/kWp.
 - Rendiment de la instal·lació del 85%.
6. No hi ha competència amb les instal·lacions solars tèrmiques en quant a superfície.

7. Considerar que la corba de demanda elèctrica d'ús domèstic i la corba de producció elèctrica FV no coincideixen. S'ha de tenir en compte que a les hores centrals del dia és quan es produeix l'efecte fotoelèctric a les cèl·lules FV i que a l'estiu hi hauria un major abastiment d'electricitat que a l'hivern.

6.2 LIMITACIONS

- A. Per facilitar el càlcul i obtenir un màxim de potència instal·lada segons la superfície útil calculada, s'ha considerat una inclinació dels mòduls FV totalment plana (0°). D'aquesta manera la irradiació solar global diària en un any resulta en mitjana 4,18 kWh/m²·dia a l'Eixample.
- B. Si en canvi de fer-ho segons la potència ho haguéssim fet segons el màxim de producció elèctrica possible, els estudis sobre els terrats haurien estat molt més tècnics i minuciosos, i aquest no és l'afany del projecte. En aquest sentit, el càlcul de les superfícies útils se li hauria de restar l'espai d'ombra entre mòduls FV orientats cap al Sud. La inclinació òptima seria de 35° i la irradiació solar global diària en un any resultaria en mitjana 4,92 kWh/m²·dia. Això es tradueix en un 23,25% més de producció elèctrica FV respecte la inclinació de 0°¹⁶.
- C. Si l'estudi s'hagués basat en l'opció de l'apartat B. l'Ordenança dels usos del paisatge urbà de Barcelona segurament ens hauria afectat les inclinacions dels mòduls i la seva distribució.
- D. El càlcul percentual de les superfícies útils de terrat respecte la superfície de l'illa s'ha relacionat amb el sòl qualificat residencial 374,3ha (77,70% del total de superfície parcel·lada de l'Eixample), per tal d'extrapolar les dades de potència FV a tot el districte. En aquest sentit, s'han descartat altres superfícies útils reals que no són residencials com: equipaments i serveis, que suposen la resta de la superfície parcel·lada.
- E. Només s'han tingut en compte illes de característiques similars, aquelles que tenen patis interiors i les parcel·les separades per mitgeres. D'aquesta manera, s'han descartat aquelles illes que complint les mateixes característiques no se situen en el Districte de l'Eixample, per qüestions estadístiques.

¹⁶ Les dades sobre radiació solar s'han extret del document "Annex sobre Captació Solar Tèrmica de l'ordenança General de Medi Ambient Urbà 2005. Guia d'aplicació" de març de 2006.

- F. No s'ha contemplat en cap moment l'opció de la integració arquitectònica en façanes, terrasses o cobertes.
- G. No s'ha contemplat en cap moment l'oportunitat que ofereixen tecnologies solars alternatives. Tampoc altres energies renovables aptes en els entorns urbans com: mini-eòlica, microcentrals de biomassa (residus domèstics), solar tèrmica (usos no elèctrics). En aquesta línia tampoc s'ha estudiat comparativament quines tecnologies podrien ser complementàries o substitutives a la solar FV pel que fa les seves avantatges.
- H. No hem volgut entrar en aspectes merament tècnics d'instal·lació (distribució dels mòduls en branques segons voltatge i intensitat - paral·lel i en sèrie -, n° inversors, n° de mòduls i potència pic unitària, etc.).

6.3 CÀLCUL DELS RESULTATS

A priori es van elegir sis illes de l'Eixample de característiques similars situades cadascuna en cada un dels subdistrictes: la Nova Esquerra de l'Eixample, l'Antiga Esquerra de l'Eixample, Sant Antoni, la Dreta de l'Eixample, la Sagrada Família i el Fort Pienc. No obstant, només s'ha pogut fer l'anàlisi intensiu sobre dues illes i la mostra no ha estat tant representativa com haguéssim volgut. Les distingirem com:

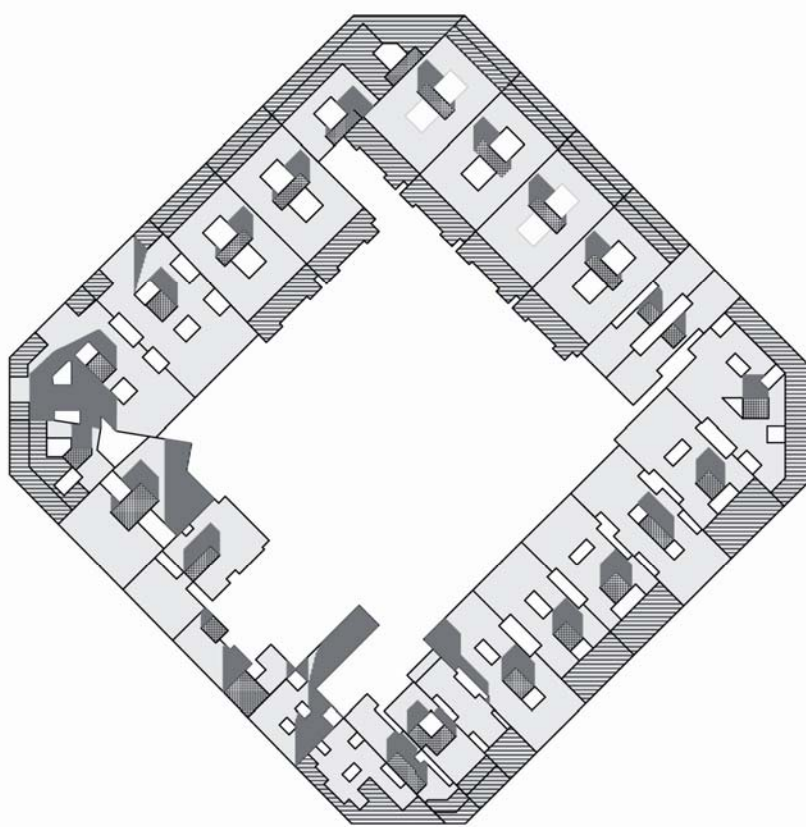
- Illa alfa: situada entre els carrers Rossellò, Viladomat, Provença i Calàbria.
- Illa beta: situada entre els carrers València, Bailén, Aragó i Girona.

Figura 6.1 Plànol parcel·lari de l'Illa alfa.



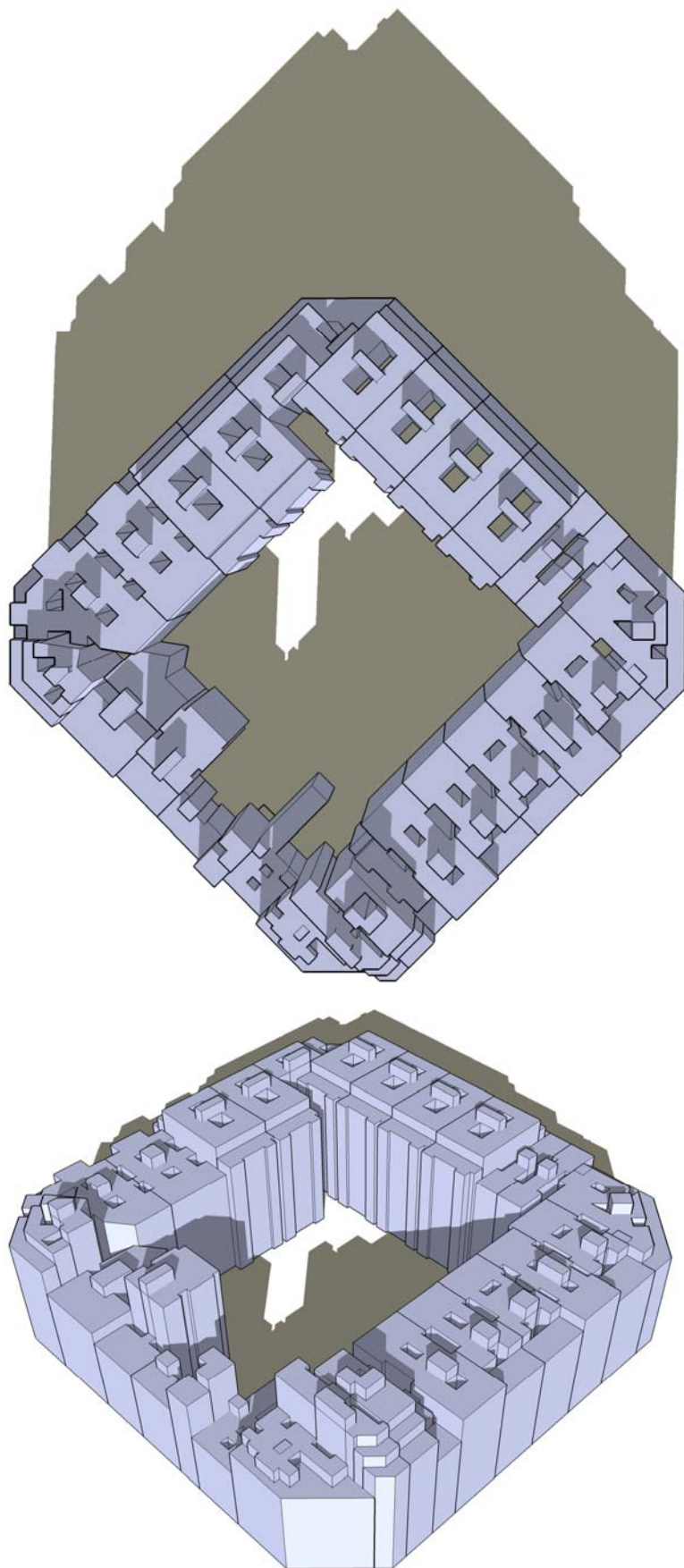
Font: Arxiu Administratiu de l'Ajuntament de Barcelona.

Figura 6.2 Planta de l'illa alfa feta amb una base AutoCAD.



Font: Elaboració pròpia a partir de plànols parcel·laris.

Figura 6.3 Planta i vista en tres dimensions de l'illa alfa a partir del SkecthUp.



Font: Elaboració pròpia a partir de la base d'AutoCAD.

Taula 6.1 Número de parcel·la i àrees calculades segons àmbits d'anàlisi de l'Illa alfa.

Parcel·la	Àrea (m ²)	Ombra (m ²)	Badalot (m ²)	Pati (m ²)*	Terrat útil (m ²)
1	120,06	18,39	15,35	0,00	86,32
2	307,31	15,28	16,21	0,00	275,82
3	307,31	15,28	16,21	0,00	275,82
4	307,31	15,28	16,21	0,00	275,82
5	307,31	15,28	16,21	0,00	275,82
6	139,31	8,57	9,29	0,00	121,45
7	145,85	4,9	9,56	0,00	131,39
8	478,33	15,42	16,1	17,44	429,37
9	334,2	20,86	13,53	0,00	299,81
10	294,17	21,69	15,87	0,00	256,61
11	296,95	22,61	16,13	0,00	258,21
12	293,82	21,06	13,94	0,00	258,82
13	303,68	67,09	15,69	0,00	220,9
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	141,62	18,37	23,02	0,00	100,23
16	149,79	25,54	20,39	0,00	103,86
17	220,42	0,00	0,00	5,34	215,08
18	209,18	126,92	0,00	14,56	67,7
19	65,78	2,76	0,00	0,00	63,02
20	80,93	26,62	11,12	0,00	43,19
21	277,58	25,34	15,76	0,00	236,48
22	307,48	112,01	33,52	0,00	161,95
23	198,86	14,1	12,02	0,00	172,74
24	403,25	153,03	14,45	10,8	224,97
25	363,44	27,51	15,7	0,00	320,23
26	350,26	14,99	16,21	0,00	319,06
27	340,55	14,99	16,21	0,00	309,35
Total	6744,75	823,89	368,7	48,14	5504,02

* No hi ha gaires valors perquè molts ja estan implícits en els valors d'àrea, això és degut a la manera com s'ha traslladat l'illa a l'AutoCAD.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades extretes amb l'AutoCAD.

Terrat útil (m ²)	Àrea total illa (m ²)	% Terrat útil respecte el total illa
5504,02	12.483,28	44,09

Figura 6.4 Plànol parcel·lari de l'Illa beta.



Font: Arxiu Administratiu de l'Ajuntament de Barcelona.

Taula 6.2 Número de parcel·la i àrees calculades segons àmbits d'anàlisi de l'Illa beta.

Parcel·la	Àrea (m ²)	Ombra (m ²)	Badalot (m ²)	Pati (m ²)	Terrat útil (m ²)
1	335,97	23,74	15,93	19,17	277,13
2	569,25	34,18	17,54	23,97	493,56
3	583,07	30,68	17,31	28,23	506,85
5	588,55	32,25	17,38	21,50	517,42
6	582,09	32,20	17,38	21,50	511,01
7	473,26	32,23	17,38	21,50	402,15
8	401,54	48,16	24,09	8,59	320,70
9	265,73	53,50	23,28	0,00	188,95
10	329,20	43,95	26,39	0,00	258,86
11	253,99	22,45	19,22	36,59	175,73
12	391,77	43,99	29,34	8,00	310,44
13	388,34	38,78	22,66	8,00	318,90
14	79,01	31,52	10,47	0,00	37,02
15	118,93	5,06	10,71	0,00	103,16
16	245,65	28,67	19,94	18,66	178,38
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	382,57	145,76	49,63	28,28	158,90
19	280,66	30,43	25,27	11,15	213,81
20	185,82	53,28	28,18	6,58	97,78

21	526,29	32,27	17,38	21,50	455,14
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	6.981,69	763,10	409,48	283,22	5.525,89

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades extretes de l'AutoCAD.

Terrat útil (m ²)	Àrea total illa (m ²)	% Terrat útil respecte el total illa
5525,89	13.996,51	39,48

Agafem un valor aproximat d'un 40% de terrat útil respecte l'àrea total d'una illa, ja que en els dos casos les xifres que ens han sortit han estat al voltant d'aquest nombre.

Dades que cal conèixer:

- *Irradiació global diària*, és l'energia que ens arriba per unitat de superfície (m²) horitzontal en un dia. A Catalunya la mitjana és de 4 kWh/m²·dia i a Barcelona de 4,17 kWh/m²·dia. Les dades per Barcelona i l'Eixample seran les mateixes i les podem trobar a l'"Atlas de radiació solar de Catalunya".

- *Hores de sol pic (Hsp)*, és un paràmetre que s'utilitza per calcular la radiació solar que arriba al panell FV.

$$Hsp = \frac{\text{Irradiació global diària mitjana en un any (kWh/m}^2\cdot\text{dia)}}{\text{Potència estàndard per a calibrar els panells (kW/m}^2)} = \frac{4 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{dia}}{1 \text{ kW/m}^2} = 4 \text{ hsp}$$

Catalunya: 4 hsp

Barcelona: 4,17 hsp

- *Energia elèctrica FV*, és la radiació solar que és capaç de transformar en electricitat un m² de panell fotovoltaic en un any.

Catalunya: 4 hsp x 365 dies/any = 1460 kWh/m²·any

Barcelona: 4,17 hsp x 365 dies/any = 1.522,05 kWh/m²·any

Si considerem que el rendiment dels mòduls FV és del 16% i les pèrdues per efecte joule de la instal·lació FV són del 15% com a màxim, tenim que:

Catalunya: 1.460 kWh/any x 0,16 x 0,85 = 198,56 kWh/m²·any electricitat FV

Barcelona: 1.522,05 kWh/any x 0,16 x 0,85 = 207,00 kWh/m²·any electricitat FV

- *Consum d'energia elèctrica d'ús domèstic*, fa referència a l'electricitat que s'ha consumit en els habitatges durant l'any 2006.

Catalunya: 10.437,0 GWh/any = 10.437.000 MWh/any
 Barcelona: 2.887.297,0 MWh/any
 Eixample: 477.547.723,90 kWh/any = 477.547,72 MWh/any

- *Superfície del territori*, correspon a l'àrea total dels límits geogràfics i administratius d'una regió.

Catalunya: 32.106,5 km²
 Barcelona: 101,4 km²
 Eixample: 7,5 km² (746,5 ha)

- *Superfície de Catalunya necessària per cobrir el consum d'electricitat d'ús domèstic català amb energia solar FV a l'any 2006.*

$$\text{m}^2 \text{ necessaris de mòduls FV} = \frac{10.437,0 \cdot 10^6 \text{ kWh/any}}{198,56 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}} = 52.563.456,89 \text{ m}^2 = 5.256,35 \text{ ha}$$

$$\% \text{ de superfície de Catalunya necessari} = \frac{52,56 \text{ km}^2}{32.106,5 \text{ km}^2} \times 100 = \mathbf{0,16 \%}$$

Això representa la meitat de l'àrea que ocupa la ciutat de Barcelona o 7 Eixamples.

- *Potència FV necessària per cobrir el consum d'electricitat d'ús domèstic a Catalunya a l'any 2006 (GWp).*

$$\text{Potència FV necessària} = \frac{52.563.456,89 \text{ m}^2}{7 \text{ m}^2/\text{kWp}} = 7.509.065,27 \text{ kWp} = \mathbf{7,51 \text{ GWp}}$$

- *Superfície de Barcelona necessària per cobrir el consum d'electricitat d'ús domèstic barceloní amb energia solar FV a l'any 2006.*

$$\text{m}^2 \text{ necessaris de mòduls FV} = \frac{2.887.297 \cdot 10^3 \text{ kWh/any}}{207,00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}} = 13.948.294,69 \text{ m}^2 = 1.394,83 \text{ ha}$$

$$\% \text{ de superfície de Barcelona necessària} = \frac{13,95 \text{ km}^2}{101,4 \text{ km}^2} \times 100 = \mathbf{13,76\%}$$

- *Potència FV necessària per cobrir el consum d'electricitat d'ús domèstic a Barcelona a l'any 2006 (GWp).*

$$\text{Potència FV necessària} = \frac{13.948.294,69 \text{ m}^2}{7 \text{ m}^2/\text{kWp}} = 1.992.613,57 \text{ kWp} = \mathbf{1,99 \text{ GWp}}$$

- *Cobertura de consum d'ús domèstic d'electricitat a l'Eixample l'any 2006 amb energia solar FV.*

$$\text{m}^2 \text{ necessaris de mòduls FV} = \frac{477.547.723,90 \text{ kWh/any}}{207,00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}} = 2.306.993,84 \text{ m}^2 = 230,70 \text{ ha}$$

$$\text{m}^2 \text{ de superfície útil pels mòduls FV} = \frac{374,3 \text{ ha}}{\text{sòl qualificat residencial}} \times \frac{0,40}{(\% \text{ Terrat útil respecte el total illa})} = 149,72 \text{ ha}$$

$$\text{Potència FV útil} = \frac{1.497.200 \text{ m}^2}{7 \text{ m}^2/\text{kWp}} = \mathbf{213.885,71 \text{ kWp}}$$

$$\text{Ratio de potència FV per habitant} = \frac{213.885,71 \text{ kWp}}{265.561 \text{ habitants}} = \mathbf{0,81 \text{ kWp/hab. Eixample}}$$

$$\text{Energia elèctrica FV total} = 213.885,71 \text{ kWp} \times (1448,99 \text{ kWh/any})/\text{kWp} = 309.918.254,93 \text{ kWh/any}$$

$$\% \text{ cobertura FV} = \frac{309.918.254,93 \text{ kWh/any}}{477.547.723,90 \text{ kWh/any}} \times 100 = \mathbf{64,90 \%}$$

- *Comparativa amb els objectius promoguts per l'Ajuntament de Barcelona i la Generalitat.*

$$\% \text{ Objectius PMEB 2010} = \frac{214 \text{ MWp}}{15 \text{ MWp}} = 1.426,67 \% = \mathbf{14,27 \text{ vegades més elevat.}}$$

$$\% \text{ Objectius PEC 2015} = \frac{214 \text{ MWp}}{100 \text{ MWp}} = 214 \% = \mathbf{2,14 \text{ vegades més elevat!}}$$

- *Emissions de CO₂ evitades (Tn).*

Factor CO₂: 0,335 kg CO₂/kWh. (Mix elèctric any 2006)
Energia elèctrica FV total: 309.918.254,93 kWh/any

Emissions CO₂ evitades = 0,335 kg CO₂/kWh x 309.918.254,93 kWh/any = 103.822.615,40 kg CO₂/any = **103.822,62 Tn CO₂/any**

- *Energia primària estalviada en barrils de petroli (teps).*

Energia elèctrica FV total: 309.918.254,93 kWh/any
Pèrdues energètiques per distribució: 7,4%

Demanda elèctrica = $\frac{309.918.254,93 \text{ kWh/any}}{0,926} = 334.684.940,5 \text{ kWh/any}$

Conversió a energia primària: 2.500 kcal/kWh

Energia primària = Demanda elèctrica x 2.500 kcal/kWh x 10⁷ kcal/ tep = **83.671,24 teps**

1tep = 7,21 barrils de petroli

Això equival a **603.269,61 barrils de petroli** estalviats.

- *Estalvi d'importacions de barrils de petroli (€).*

Preu promig Barril Brent (\$) Any 2007 : 72,74 \$/barril petroli

Estalvi d'importació de barrils de petroli = 60.3269,61 x 72,74 \$/barril petroli = 43.881.831,09\$

Canvi divisa 1€=1,45\$

Estalvi d'importacions de petroli = 43.881.831,09 \$ x 1€1,45\$ = **30.263.331,79 €any**

- *Balanç entre beneficis i costos aproximats.*

Beneficis:

1) Retribució econòmica RD 661/2007.	
POTÈNCIA	TARIFA REGULADA (2007)
P<100 kW;	0,440381 €/kWh els primers 25 anys
	0,352305 €/kWh a partir de > 25 anys

Retribució = 309.918.254,93 kWh/any x 0,440381 €/kWh = **136.482.111,02 €/any**

2) Estalvi d'importacions de petroli = **30.263.331,79 €/any**

Costos:

Preu de mercat per instal·lacions FV petites: 6,2 €/Wp

Cost total de les microcentrals FV = 213.885.710 Wp x 6,2 €/Wp = **1.326.091.402 €**

Balanç:

25 anys de vida útil de la instal·lació = 136.482.111,02 € x 25 anys = 3.412.052.775,61 €

25 anys d'estalvi d'importacions de petroli = 30.263.331,79 € x 25 anys = 756.583.294,75 €

Balanç econòmic = (3.412.052.775,61 € + 756.583.294,75 €) - 1.326.091.402 € =
2.842.544.668,36 €

Aquestes dades són molt relatives, perquè la tendència del preu dels combustibles fòssils és a anar pujant, però com se sap pot variar en funció de la situació geopolítica. De la mateixa manera, el preu de la retribució econòmica per règim especial va en funció de la tarifa regulada, si aquesta fluctua també ho farà l'altre.

7 CONCLUSIONS

Com s'ha pogut comprovar, el model energètic actual està basat en la tecnologia de la segona revolució industrial i la nuclear dels anys 70s. Això es tradueix en una elevadíssima dependència del consum de fonts d'energia d'origen fòssil i nuclear no renovables i contaminants. A Catalunya aquesta dependència va arribar al 96% l'any 2005.

En l'àmbit de la generació elèctrica podem afirmar que la societat catalana ha de suportar un model insostenible, ineficient i injust. L'energia solar FV s'ha plantejat en aquest estudi com una possible alternativa a aquesta situació, amb l'afany d'esdevenir una solució més. En cap moment es concep com una font d'energia complementària a les tradicionals, sinó que té l'afany de substituir-les. No obstant, en aquest context cal remarcar que tant els resultats favorables obtinguts com l'ànim d'aquest l'estudi per esdevenir un agitador de consciències, no tenen cap transcendència si darrera no hi ha iniciatives perquè es produeixi una davallada en la taxa d'increment anual de consum d'electricitat a les llars que ronda el 4%. Cal en aquest cas, promoure més intensament la reducció en el consum energètic domèstic i incentivar les mesures en eficiència energètica en els habitatges, per tal de revertir la tendència actual.

En el context d'inestabilitat i incertesa econòmica global de finals de la primera dècada del s.XXI, si el barril de petroli continua la seva escalada de preus i s'enfila per sobre dels 100 o 150 dòlars per barril, es planteja la possibilitat d'una crisi mundial. Si tenim en compte la incessant demanda energètica de l'Índia i la Xina i, per altra banda, que els països productors de petroli estan subvencionant els combustibles, com la gasolina, per incentivar el seu consum massiu dins de les seves fronteres, obtenim un escenari que la IEA s'ha encarregat de pronosticar: hi haurà problemes d'abastiment de petroli el 2015, degut a l'increment de la demanda i l'estancament de l'oferta.

No obstant, a l'actualitat les alternatives per fer front a aquest desequilibri energètic no són massives, concentrades, ni barates, tal com ha passat amb els combustibles fòssils en el darrer segle i, per tant, el model energètic haurà de canviar forçosament i virar cap a l'àmbit de l'estalvi i l'eficiència, la seguretat en el subministrament i les instal·lacions, així com l'aprofitament màxim de les fonts d'energia renovables, lliures d'emissions contaminants i GEH (gasos d'efecte hivernacle). Un cúmul de requisits complex d'acomplir en un escenari com l'actual.

Seguint el Protocol de Kyoto l'estat espanyol es va comprometre a no augmentar les seves emissions de GEH per sobre del 15% respecte els nivells de 1990.

Actualment la política energètica del país ha fet que les emissions hagin augmentat fins a un 48,05% sobre els nivells de 1990 (dades any 2006). L'any 2005 les emissions van augmentar un 5,3% respecte l'any 2004, any que es troba dins del període del primer PNA (2005-2007) i que presentava com a objectiu l'estabilització fins al 40%. Tot i això l'any 2006 va ser més favorable, amb una davallada registrada del 4,1% i on el consum d'energia primària va baixar un 1,3 % mentre que el PIB a l'estat espanyol va augmentar un 3,9%. Situació que va portar a pensar que les polítiques adoptades pel govern espanyol, PNA 2005-2007, E4, PER i CTE, resultaven ser adequades. Altres raons que explicaven aquest descens s'atribuïen a l'augment de la producció hidràulica, així com també l'augment dels preus dels combustibles fòssils i l'augment de les energies renovables, en especial de l'èolica.

L'any 2007 no sembla haver estat tan positiu, doncs ja el mes d'octubre es registrava un augment de les emissions al voltant de l'1%, el que situa a Espanya en un 50% més respecte l'any base (1990), i lluny de complir els compromisos de Kyoto. Aquest augment s'atribueix en bona part a la sequera que està patint el país que comporta una reducció de la producció d'energia de les centrals hidràuliques. Val a dir que el factor climatològic esdevé de gran rellevància. D'altra banda els països europeus van assignar drets d'emissió a les empreses massa elevats, el que va comportar una gran davallada del preu de la tona de CO₂. En un any el seu preu va experimentar una caiguda d'un 99%, passant de tenir un valor aproximat de 30€ principis del 2006, a quasi 30 cèntims a finals de 2007. Això ha comportat un ús del carbó en les centrals tèrmiques molt més elevat amb el conseqüent augment de les emissions.

Finalitzat el període 2005-2007, l'estat espanyol s'afronta a un nou període on aquest cop el PNA 2008-2012 planteja com a objectiu la reducció fins a un 37% per a l'any 2010 i cobrir la resta de les emissions fins a assolir els nivells del 1990 en bona part amb els mecanismes flexibles establerts en el Protocol de Kyoto, en concret un 20% de les emissions. Això pot suposar al país una despesa econòmica força elevada, segons el preu establert de la tona de CO₂. En conjunt es pot comprovar que la situació no sembla ser gaire esperançadora pel que fa la reducció de les emissions de CO₂, doncs tot apunta cap a una tendència d'augment que fa difícil assolir l'objectiu de l'actual PNA. És a dir, sembla a ser que les polítiques adoptades envers a la reducció d'emissions no resulten ser gaire contundents i per aquest motiu caldria prendre mesures molt més rigoroses.

En aquest sentit, resulta molt significativa la proposta de la UE de marcar-se un triple objectiu per l'horitzó del 2020 – 20% reducció del consum final d'energia, 20% consum energia primària amb energies renovables i 20% de reducció d'emissions GEH. De fet es preveu que el 2008 la Comissió i el Parlament Europeu aprovin una nova Directiva d'Energies Renovables per tal de marcar el camí per assolir aquests objectius. Aquests propòsits de la UE són molt favorables per l'energia solar fotovoltaica i podria

significar l'impuls definitiu per tal d'erigir-la com una tecnologia factible per afrontar l'escenari de crisi energètica.

El 2007 s'ha consagrat com un any dolç per a l'energia solar fotovoltaica, però es pot tornar amarg el 2008. Això és degut a què el Reial Decret 661/2007 ha marcat com a objectiu arribar als 371 MW de potència instal·lada, per tal d'aconseguir el 2010 una potència acumulada de 400 MW, com ha establert el PER 2005-2010. A partir d'aquest valor - que representa el 85% dels objectius del PER - els projectes nous addicionals només seran susceptibles a la prima si aconseguen els permisos definitius en un termini que no superi els dotze mesos. El problema ha sorgit quan aquest objectiu s'ha assolit el setembre de 2007, el que ha significat que la data límit perquè les hortes solars projectades s'acullin al Decret 661/2007 s'acabi el setembre de 2008. La incertesa sobre el règim tarifari entre 2008 i 2010 està fent que les inversions en energia solar FV s'hagin estancat per risc que els efectes dels canvis legislatius tinguin caràcter retroactiu. El que sí que és segur és que els objectius pel PER es sobrepassaran i de fet hi ha un borrador de la nova normativa que estableix un nou objectiu de 1.200MW pel 2010.

Per tant, el que necessita el sector és estabilitat i seguretat jurídica, així com la rendibilitat de les instal·lacions, mantenint el règim de retribucions econòmiques en règim especial que ha demostrat ser l'instrument legal més efectiu a nivell europeu pel desenvolupament de la tecnologia solar. El que es veurà els pròxims mesos serà la negociació a tres bandes entre ASIF, la CNE i el Ministeri d'Indústria amb el Secretari d'Energia al capdavant. El que sortirà d'aquesta negociació dependrà molt del resultat de les eleccions al govern de l'Estat Espanyol el 9 de març de 2008.

Per altra banda, també es necessita estabilitat en les inversions i que les entitats financeres tinguin al·licients suficients per tal de concedir crèdits per les instal·lacions fotovoltaïques, ja que si no poden calcular les rendibilitats i amortitzacions no es mullaran com ho han fet fins ara.

En primera instància, cal demanar que en la revisió del Reial Decret 661/2007 es desincentivin les hortes solars de l'ordre dels MW, tal com es manifesta l'ASIF, per promoure microcentrals FV de l'ordre dels kW. Potser d'aquesta manera, es deixi de veure les centrals FV com un negoci, per passar a ser una solució on tothom hi pugui participar amb petits capitals. Cal apropar la producció elèctrica renovable al consum i fomentar-la, d'aquesta manera la ciutadania pot esdevenir un agent actiu i sensible davant la crisi energètica i mediambiental que pateix la societat.

Per altra banda, s'ha constatat la importància d'obtenir les dades més actualitzades possibles, perquè el sector de les energies renovables és tant dinàmic i els seus creixements en potència instal·lada anuals són tant elevats - en alguns casos supera les dues xifres percentuals -, que d'un any per l'altre estan desfasades. Per aquesta raó és

transcendental que les administracions públiques encarregades de l'àmbit energètic realitzin publicacions regulars anuals amb informació detallada i que facin difusió pública per a tota la ciutadania. Un exemple ha estat la publicació de "El comptador", on es tracten de forma molt detallada i qualitativa totes les magnituds i indicadors energètics de la ciutat de Barcelona. Per desgràcia, la manca d'actualització del document, no ha permès fer-hi un ús com a eina bàsica del present projecte. No obstant, també caldria que les dades de què disposen les administracions poguessin ser consultables en el moment que es requereix i no haver d'esperar a la data de la publicació.

Per un altre costat, cal remarcar que els resultats obtinguts demostren que la proposta engegada per aquest estudi està del tot justificada. Ara es coneix un valor aproximat de la superfície i potència necessària pels habitants de la ciutat de Barcelona i Catalunya, per tal de cobrir el seu consum d'electricitat d'ús domèstic amb energia solar FV, per tant, cal cercar iniciatives per tal de trobar aquestes àrees en l'entorn urbà, a prop de la ciutadania. També es pot saber que ocupant la superfície útil dels terrats del Districte de l'Eixample, amb la tecnologia solar existent, es pot cobrir més de la meitat del consum d'electricitat domèstica en aquest barri barceloní, concretament el 64,90%. No obstant, cal saber que el 61,4% dels edificis de l'Eixample eren, l'any 2001, comunitats de propietaris i el 36,4% de persones físiques. Això es tradueix en què la iniciativa que es planteja en aquest estudi va dirigida de forma predominant cap a aquelles comunitats de veïns què disposen d'un terrat comunitari i que no l'aprofiten social ni econòmicament. L'energia solar FV els ofereix una oportunitat per tal de reconsiderar aquests espais edificats per utilitzar-los amb una millor finalitat.

Per altra banda, s'ha constatat que els objectius dels plans estratègics tant a nivell autonòmic com municipal, en el cas de Catalunya i la ciutat de Barcelona, són de mínims rebaixats. De fet el territori català no està demostrant la seva faceta pionera en aquest camp de les energies renovables i diverses comunitats autònomes li estan passant pel davant, esdevenint fins i tot referents mundials. Creiem que aquesta oportunitat que es presenta a l'estat espanyol per esdevenir un exemple a seguir en matèria d'energia solar per a la resta de països del món, Catalunya no la pot deixar passar per alt i ha de contribuir si fa falta amb esforços addicionals per convertir-se en una de les comunitats autònomes capdavanteres.

S'ha d'esmentar que aquest projecte no té sentit si no s'apliquen mesures d'estalvi i eficiència energètica en els habitatges i les zones comunitàries, així com el requeriment de tenir un objectiu comú i realitzar un treball interdisciplinari conjuntament amb arquitectes, enginyers, ambientòlegs, i totes aquelles disciplines que mantenen una relació estreta amb el medi ambient.

8 PROPOSTES DE MILLORA

- *Guia informativa per a les comunitats de veïns per a la instal·lació de plaques FV.*

Actualment totes aquelles persones interessades en la instal·lació de mòduls FV a nivell comunitari no disposen de cap recurs, ja sigui a nivell d'atenció al ciutadà, com de documentació a nivell d'usuari a la que poder adreçar-se, per a poder consultar quins són tots els passos a seguir per a la realització d'una instal·lació. És per això que esdevé molt important el disseny d'una guia informativa, com a eina pràctica de consulta, on es descriu tota la informació, les indicacions necessàries i les possibles solucions a les diferents preguntes que hom pugui realitzar.

- Continguts de la guia:

Introducció

Explicació introductòria sobre la idea bàsica que presenta la guia com a eina de consulta informativa i la seva finalitat en l'àmbit de l'energia, conscienciació ciutadana envers la problemàtica del canvi climàtic i promoure les energies renovables.

Índex

Detall dels continguts de la guia dividits en apartats i subapartats per a tenir un accés ràpid de consulta.

Breu explicació introductòria de l'energia solar

Amb la finalitat de promoure les energies renovables, en aquest cas l'energia solar FV, esdevé important per aquell usuari de la guia el fet de tenir uns coneixements bàsics sobre el procés de transformació de la radiació solar en energia elèctrica.

Tipus d'instal·lació a realitzar

Descripció de la instal·lació de panells solars fotovoltaics connectats a xarxa com a millor opció per a la participació col·lectiva dels veïns d'un mateix edifici.

Valoració econòmica de la instal·lació

Llistat de totes aquelles característiques a destacar de la instal·lació i sistema de inversió més adient i amortització de la instal·lació.

Marc legislatiu

Detall actualitzat de tot el que està establert per llei, tant a nivell estatal com autonòmic.

Tràmits

Descripció dels passos a seguir per a dur a terme la realització de la instal·lació segons estableix l'Ajuntament del municipi, en el nostre cas el de Barcelona:

- llicència d'obres
- connexió a la xarxa
- contracte de compra-venda
- legalització de la instal·lació
- règim especial
- impostos especials d'Hisenda
- altes al I.A.E, declaració censal

Ajudes i subvencions

Descripció de totes les possibilitats, ja siguin línies dependents a nivell de l'Estat com a nivell de la comunitat autònoma.

Deduccions

Descripció detallada d'aquelles deduccions que estan contemplades per llei.

Bonificacions per part Ajuntaments

Detallar el que té establert actualment l'Ajuntament de Barcelona per a la instal·lació fotovoltaica.

Avantatges de l'ús de l'energia solar FV

Detall descriptiu de tots els avantatges que presenta l'energia solar FV tant a nivell individual i local (estalvi econòmic, reducció de l'ús de combustibles fòssils), com a nivell global i mundial (reducció de les emissions GEH, preservació del medi ambient).

- *Participació ciutadana en l'àmbit de l'energia solar fotovoltaica.*

Aconseguir un urbanisme més integrador i que tingui en compte les energies renovables, sobretot la FV, per tal d'assolir un % de cobertura de consum més elevat pot ajudar a conscienciar a les persones a fer un ús més racional de l'energia. Per tal motiu, es proposa la iniciativa de dur a terme una participació ciutadana per tal d'instal·lar panells FV als terrats dels edificis, així com la possibilitat de poder participar en el conjunt de tota una illa. En aquest sentit, l'exemple a seguir resulta la iniciativa promoguda per la Fundació Terra al Mercat municipal del barri del Carmel de Barcelona l'any 2007.

- **A nivell polític: noves ordenances, lleis, millora RD.**

- Reial Decret 661/2007:

Tarifa regulada establerta en el Reial Decret 661/2007, de 25 de maig:	
POTÈNCIA	TARIFA REGULADA (2007)
P<100 kW;	0,440381 €/kWh els primers 25 anys
	0,352305 €/kWh a partir de > 25 anys

Com es pot veure la tarifa regulada establerta per aquest RD és per a instal·lacions de fins a 100 kW de potència, el que significa que l'actual RD 661/2007 no afavoreix la connexió a xarxa de instal·lacions de potències més reduïdes, com poden ser les petites instal·lacions en comunitats de veïns. És necessari fer un fraccionament de la categoria b1.1 en potències més reduïdes per tal d'incentivar-les i donar la possibilitat a la participació ciutadana.

- Línies d'ajuda dependents de l'estat espanyol:

Actualment no hi ha cap línia operativa gestionada per l'IDAE. Les ajudes establertes pel PER són mitjançant les comunitats autònomes.

- Actualment les ajudes són per a l'explotació, mitjançant la tarifa regulada establerta en el RD 661/2007, però no es preveuen ajudes a la inversió per a aquest tipus d'instal·lacions. Per tant, és necessari incentivar les ajudes a la inversió de les instal·lacions fotovoltaïques connectades a xarxa per a usos comunitaris, d'aquesta manera es promou la conscienciació ciutadana envers el problema del canvi climàtic i es fomenta l'ús d'una energia renovable com és l'energia solar.

9 PRESSUPOST

Taula 9.1 Pressupost del projecte.

Barcelona, 14 de febrer de 2008

Concepte	Unitat	Preu	Total (€)
Salari: integrants en un estudi de 390 h	2	15,00 €/ h	11.700,00
Desplaçament: Transport públic T-50/30 1zona	4	29,80 €/u	119,20
Paper tractat ecològic, A4 100gr (pack 500 u.)	1	11,10 €/pack	3,00
CD-R80, 700 MB per emmagatzemat de dades	3	1,00 €/ u	1,00
Carpeta per a projectes ecològica 5cm	1	4,05 €/u	4,05
Enquadernació	3	1,80 €/u	5,40
15 % Despeses indirectes sobre total (11.838,70€)			1.775,80
Subtotal			13.618,55
16 % IVA (no inclòs)			2.178,97
Total			15.797,52

Font: Elaboració pròpia.

10 ÍNDEX DE FIGURES I TAULES

10.1 FIGURES

Figura 3.1 Esquema de la metodologia seguida en l'estudi.....	6
Figura 4.1 Consum d'energia primària al món per fonts d'energia (Any 2005).....	8
Figura 4.2 Projecció del zenit del petroli i el gas natural (giga-barrils de petroli equivalent).....	10
Figura 4.3 Reserves mundials provades de petroli a finals de 2006.....	10
Figura 4.4 Fluctuacions del preu del petroli cru en el període 1861-2006.....	11
Figura 4.5 Consum d'energia primària a l'any 2006 (teps/càpita).....	13
Figura 4.6 Comparació entre les cadenes de subministrament d'energia solar, fòssil i nuclear..	14
Figura 4.7 Consum d'energia primària per fonts d'energia a Catalunya (Any 2006).....	16
Figura 4.8 Consum d'energia final per fonts d'energia i per sectors a Catalunya (Any 2006)....	16
Figura 4.9 Cobertura de la demanda elèctrica en barres de central a Catalunya (Any 2006).....	17
Figura 4.10 Esquema del balanç d'energia elèctrica a Catalunya (Any 2006).....	18
Figura 4.11 Constitució i principi de funcionament d'una cèl·lula solar FV.....	22
Figura 4.12 Esquema de les aplicacions connectades a xarxa de l'energia solar FV.....	23
Figura 4.13 Esquema d'un sistema FV integrat en un edifici connectat a la xarxa elèctrica.....	24
Figura 4.14 Anàlisi de cicle de vida d'un sistema FV de Silici cristal·lí connectat a xarxa.....	26
Figura 4.15 Evolució de la potència mundial instal·lada de solar FV (1990-2005).....	33
Figura 4.16 Els cinc mercats FV mundials més importants per països l'any 2006.	33
Figura 4.17 Potència acumulada de solar FV a la UE per països l'any 2006.....	34
Figura 4.18 Evolució de la potència instal·lada a Espanya fins finals de 2006.....	35
Figura 4.19 Nombre d'instal·lacions fotovoltaïques de titularitat pública a Barcelona.....	37
Figura 4.20 Evolució de les emissions de GEH a Espanya (1990-2006).....	39
Figura 4.21. Evolució de les emissions històriques, escenaris, objectius i mecanismes per complir el PK (PNA 2005-2007).....	41
Figura 4.22 Evolució de les emissions històriques i objectius (PNA 2008-2012).....	42
Figura 4.23 Síntesis dels diferents escenaris energètics (PER 2005-2010).....	44
Figura 5.1 Plànol de la ciutat de Barcelona.....	58
Figura 5.2 Ubicació del Districte de l'Eixample a la ciutat de Barcelona.....	61
Figura 6.1 Plànol parcel·lari de l'Illa alfa.....	65
Figura 6.2 Planta de l'illa alfa feta amb una base AutoCAD.....	66
Figura 6.3 Planta i vista en tres dimensions de l'illa alfa a partir del SkecthUp.....	67
Figura 6.4 Plànol parcel·lari de l'Illa beta.....	69

10.2 TAULES

Taula 4.1 Reserves provades dels principals combustibles fòssils i urani al món a finals de 2006.....	8
Taula 4.2 Els cinc països més consumidors d'energia primària del món (milions de teps).....	12
Taula 4.3 Balanç d'energia elèctrica a Catalunya i a l'estat espanyol a l'any 2006.....	18
Taula 4.4 Resum de la comparativa del balanç d'energia elèctrica a Catalunya i estat espanyol.....	20

Taula 4.5 Percentatge de matèries primes emprades en la producció de cèl·lules FV a tot el món.....	25
Taula 4.6 Aspectes positius i negatius en l'àmbit socio-econòmic.....	27
Taula 4.7 Aspectes positius i negatius en l'àmbit mediambiental.....	30
Taula 4.8 Aspectes positius i negatius en l'àmbit tècnic.....	32
Taula 4.9 Potència instal·lada el 2006 (MWp) i Potència instal·lada el 2006 (MWp).....	34
Taula 4.10 Comunitats autònomes ordenades per potència acumulada (kWp).....	36
Taula 4.11 Polítiques adoptades per a la reducció del CO ₂ en els diferents àmbits.....	48
Taula 6.1 Número de parcel·la i àrees calculades segons àmbits d'anàlisi de l'Illa alfa.....	68
Taula 6.2 Número de parcel·la i àrees calculades segons àmbits d'anàlisi de l'Illa beta.....	69
Taula 9.1 Pressupost del projecte.....	81

11 BIBLIOGRAFIA

Llibres

- Scheer, Herman, *Economía solar global: estrategias para la modernidad ecológica*, Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, Barcelona, 2000.
- O'Meara Sheehan, Molly, *La situación del mundo 2007. Nuestro futuro urbano*, Barcelona: Icaria Editorial, 2007.
- *Suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi (SAM 12): Present i futur de l'energia*, editat per la Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient, juliol de 2005.
- *Resum del Pla de Millora Energètica de Barcelona*, editat per l'Ajuntament de Barcelona, Agència de Barcelona

Publicacions i informes

“La tasa de retorno energético: hacia un mundo de renovables en el contexto del cénit de producción de petróleo”. Mariana Ballenilla y Fernando Ballenilla.
El ecologista nº55, invierno 2007/2008.

“El inicio del fin de la era de los combustibles fósiles. *Peak oil*: mercado versus geopolítica y guerra” Ramón Fernández Durán (Ecologistas en Acción).
Viento Sur, octubre 2006.

“IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007” (IPCC), 2007.
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

Greenhouse gas measurements, World Meteorological Organization (WMO):
http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghgbull06_en.html

“Informe del Sistema Eléctrico Español 2005” i el “Informe del Sistema Eléctrico Español 2006” (REE).
http://www.ree.es/sistema_electrico/informeSEE.asp

“Informe diario sobre la evolución del precio del petróleo” (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas), 24 de gener de 2008.
http://www.cefp.gob.mx/portal_archivos/petroldiario.pdf

“Impactos ambientales de la Producción eléctrica. ACV de ocho tecnologías de generación eléctrica” (IDAE i AUMA), juliol 2000.

<http://www.appa.es/impactos/05impactos1.htm>

“Observatorio de la electricidad: Indicadores para 2006 del Sistema eléctrico peninsular”, WWF-Adena, 2007.

http://www.wwf.es/cambioclimatico/cambioclimatico_observatorio.php

“Resum executiu de l’Anàlisi del Metabolisme Energètic de l’Economia Catalana (AMEEC)”. (CADS), juny 2007.

http://www.cat-sostenible.org/pdf/AMEEC_Resum_executiu.pdf

“Balanz energètic de Catalunya 2006”, (ICAEN), 2007.

http://www.icaen.net/uploads/continguts/dades_energia/balanc_energetic_catalunya_2006.pdf

“Estrategia Española de Eficiencia Energética 2004-2012 (E4)”, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MYTIC) i Ministerio de Medio Ambiente (MMA) del Gobierno de España.

- Plan de Acción 2005-2007, aprovat el 8 de juliol de 2005:

<http://www.mityc.es/Desarrollo/Seccion/EficienciaEnergetica/Estrategia/>

- Plan de Acción 2008-2012, aprovat el 17 de juliol de 2007:

www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/normativa_cc/pdf/resumen_plan_accion_2008_2012.pdf

“Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2008-2012”, aprovat el 24 de novembre de 2006 (MMA).

www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/normativa_cc/pdf/rd_1370_2006.pdf

“Plan de Fomento de las Energías Renovables 2005-2010 (PER)” aprovat el 21 de juliol de 2005, (MYTIC).

<http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/C1594B7B-DED3-4105-96BC-9704420F5E9F/0/ResumenPlanEnergiasRenov.pdf>

“Código Técnico de la Edificación (CTE)”, aprovat el 17 de març de 2006, Ministeri de Vivenda del Govern d’Espanya.

<http://www.codigotecnico.org/index.php?id=33>

“Pla de l’Energia de Catalunya 2006-2015 (PEC)”, Departament d’Economia i Finances de la Generalitat de Catalunya.

http://www.gencat.cat/economia/ambits/energia_mines/energia/pla_energia/index.html

“Pla de Millora Energètica de Barcelona (PMEB)” Agència d’Energia de Barcelona de l’Ajuntament de Barcelona, aprovat el 30 de gener de 2002.

<http://www.barcelonaenergia.cat/cat/actuacions/pmeb.htm>

“Conclusions de la Presidència del Consell Europeu de Brussel·les de 8 i 9 de març de 2007, Política climàtica i energètica integrada. Objectius: 20% reducció emissions GEH, 20% reducció consum final d’energia, 20% consum energia primària amb energies renovables”.

http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/es/ec/93146.pdf

“Aproximació a la petjada ecològica de Catalunya”, (CADS), juny 2005.

http://www.gencat.net/cads/pdf/DdR_7_Petjada_Ecologica.pdf

“Aproximación de la huella ecológica de Barcelona: Resumen de los cálculos y reflexiones sobre los resultados”, Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l’Ajuntament de Barcelona, 1998.

http://www.bcn.es/mediambient/cas/down/masu6_1.pdf

“Informe Planeta Vivo 2006”, WWF, Societat Zoològica de Londres, Red de la Petjada Global, 2007.

http://assets.panda.org/downloads/lpr_2006_spanish.pdf

“Perspectiva ambiental 34: Petjada ecològica”, Fundació Terra, Setembre 2005.

<http://www.ecoterra.org/articulos34cat.html>

“Agenda 21 de Barcelona”, Ajuntament de Barcelona, aprovada el 9 de juliol 2002.

<http://www.bcn.es/agenda21/>

“Atlas de radiació solar a Catalunya” (ICAEN i UPC), 2000.

www.icaen.net/uploads/bloc2/publicacions/estudis_monografics/cat/12-cat.pdf

“Estratègies per a l’energia solar fotovoltaica a Barcelona. Primeres jornades universitat-empresa: el repte energètic”, David Ruyet, Director tècnic de projectes de l’Agència d’Energia de Barcelona de l’Ajuntament de Barcelona, 21 de febrer de 2007.

<http://www.barcelonaenergia.cat/cat/documents/documents4.htm>

“Repensar Barcelona amb la nova cultura de l’energia”, Agència d’Energia de Barcelona de l’Ajuntament de Barcelona.

<http://www.barcelonaenergia.cat/cat/documents/documents5.htm>

“L’energia, reptes i perspectives de futur de les energies renovables a les ciutats”, Hermann Scheer, Barcelona 13 d’abril 2004, Ajuntament de Barcelona.

“Conclusiones y propuestas de las jornadas sobre gestión energética local, energías renovables y participación. Una nueva cultura energética frente al cambio climático” Barcelona 13 i 14 de desembre de 2006.

<http://www.barcelonaenergia.cat/cat/documents/documents4.htm>

“Els reptes energètics del s.XXI”, Associació per a l’Estudi dels Recursos Energètics (AEREN).

Jornades de la certificació forestal i la sostenibilitat: reptes de futur, “PNA 2008-2012 i perspectives de Post-Kyoto a partir del 2012”, Josep Garriga Sala, Director de l’Oficina Catalana del Canvi Climàtic, Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya., Barcelona 8 de març de 2007.

“Renewable Energy and the City”, Peter Droege, University of Sydney DEM Australia/World Council for Renewable Energy, 2004.

“Catalunya Solar: el camí cap a un sistema elèctric 100% renovable a Catalunya”, Fundació Terra i EUROSOLAR, Barcelona/Leipzig 2007.

<http://www.ecoterra.org/articulos80cat.html>

“Catalunya 100% Renovable: Propostes per a un futur lliure de nuclears i combustibles fòssils” Greenpeace, Ecologistes en acció de Catalunya i EUROSOLAR, juliol 2005.

<http://www.energiasostenible.org/upload/Cat100x100Ren.pdf>

“Curs de formació energia solar fotovoltaica”, ICAEN i Initiam Ruai, S.L. Març 2002.

“L’energia solar: el recorregut de l’energia”, ICAEN i Departament d’Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, desembre 1999.

“Guía de la energía solar” Obra Social de Caja Madrid, Madrid 2006.

http://www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio_GuiaEnergiaSolar.PDF

“Perspectiva ambiental 16: Energía fotovoltaica”, Fundació Terra, Setembre 1999.

<http://www.ecoterra.org/subcat.php?cat=3&subcat=3&lang=es>

“Solar Generation IV- 2007 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020”, Greenpeace and EPIA, 2007.

<http://www.greenpeace.org/espana/r-evoluci-n-renovable/informaci-n/informes>

“Photovoltaic Energy Barometer”, EuroObserv’ER,, Systemes solaires n°172, Abril 2006.

http://www.lageneraciondelsol.com/documentos/biblioteca/6320071125101_eurobarometro_fotovoltaico_2004_y_2005.pdf

“Energy and Climate Change” (WEC), juny 2007.

<http://www.worldenergy.org/publications/124.asp>

“Renovables 100%: un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica”. Greenpeace, octubre 2006.

<http://www.greenpeace.org/espana/reports/informes-renovables-100>

“Renovables 2050: un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular” Greenpeace, juliol 2005.

<http://www.greenpeace.org/espana/reports/informes-renovables-2050>

“Revolución energética. Perspectiva mundial de la energía renovable” EREC i Greenpeace, gener 2007.

<http://www.greenpeace.org/espana/reports/r-evoluci-n-energetica-persp>

“El sol puede ser tuyo. Respuestas a todas las preguntas clave sobre energía solar fotovoltaica” IDAE, juny 2007.

<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/id.22/index.php/mod.pags/mem.detalle/recategoria.1026/id.29/reلمenu.46>

“Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica, menores de 5KW, conectadas a red”, IDAE, abril 2002.

“Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red”, IDAE, octubre 2002.

“Energía Solar en Espanya 2007. Estado actual y perspectivas” IDAE, juny 2007.

“Annex sobre Captació Solar Tèrmica de l’ordenança General de Medi Ambient Urbà 2005. Guia d’aplicació”, Agència d’Energia de Barcelona, març 2006.

Revistes

Revista Consumer (Fundació Eroski):

<http://www.consumer.es/medio-ambiente/>

Revista Energías Renovables: nº 58 Juny 2007, Especial energia solar fotovoltaica.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/index.asp?>

Revista Era Solar:

<http://erasolar.es/>

Xerrades i visites

- Cooperatives energètiques (ARÇ-Cooperativa).

- Activitats organitzades pel Centre de Recursos Barcelona Sostenible (CRBS): Visita a les instal·lacions municipals amb energies renovables de la ciutat de Barcelona.

Enllacos d’interès

Associació de Professionals de les Energies Renovables de Catalunya (APERCA):

<http://www.aperca.org/>

Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF):

<http://www.asif.org/>

Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA):

<http://www.appa.es/>

Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA):

<http://www.unesa.es/>

California Solar Center:

http://www.californiasolarcenter.org/history_pv.html

Central solar fotovoltaica de participació popular del Carmel (Fundació Terra):

<http://www.ecoterra.org/articulos65es.html>

Comisión Nacional de Energía (CNE):

<http://www.cne.es/cne/Home>

Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS):

<http://www.cat-sostenible.org/>

Corporación de Reservas estratégicas de productos petrolíferos (CORES):

<http://www.cores.es/>

Crisis energética:

www.crisisenergetica.org

Ecoserveis:

<http://www.ecoserveis.net/>

European Photovoltaic Industry Association (EPIA):

<http://www.epia.org/>

European Renewable Energy Centres Agency (EUREC Agency):

<http://www.eurec.be/>

European Renewable Energy Council (EREC):

<http://www.erec-renewables.org/>

Fundació Epsón:

http://www.fundacion-epsón.es/jc_trabajos_2000/energia_solar/

Greenpeace – [R]evolución renovable:

<http://www.greenpeace.org/espana/r-evoluci-n-renovable/>

Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya:

<http://www.iec.cat/canviclimatic/indexamblinks.htm>

Oficina de Gestió Empresarial (Generalitat de Catalunya)

Instal·lacions de règim especial:

http://www.gencat.cat/oge/tramits/regim_especial/index.html

Instituto de Energía Solar (IES), Universidad Politécnica de Madrid:

<http://www.ies.upm.es/>

Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC):

<http://isfoc.unnica.com/>

Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE):

<http://www.idae.es/>

International Solar Energy Society (ISES):

<http://www.ises.org/ises.nsf!Open>

La generación del sol (iniciativa d'ISOFOFOTON):

<http://www.lageneraciondelsol.com/>

Ministerio de Medio Ambiente (MMA):

http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/procesp_seleccion/

Photon Internacional:

<http://www.photon-magazine.com/>

Prometheus Institute:

<http://www.prometheus.org/research/solarrev#endorsements>

Punt d'informació cartogràfica de Barcelona (BCNPIC), Ajuntament de Barcelona:

<http://www.bcn.es/cgi-bin/pt.pl?url=/guia/bcnpicc.html>

Red Eléctrica de España (REE):

<http://www.ree.es/home.asp>

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century:

www.ren21.net

Solar Plaza:

<http://www.solarplaza.com/content/pagina/library/3193/>

Solarízate (IDAE i Greenpeace):

<http://www.solarizate.org/catalan/informacion/informacion.htm>

The European Association for Renewable Energy (EUROSOLAR):

<http://www.eurosolar.de/en/>

World Council for Renewable Energy (WCRE):

<http://www.wcre.org/>

World Energy Council (WEC):

<http://www.worldenergy.org/>

Estadístiques

Anuari Estadístic de la Ciutat de Barcelona 2007 (Ajuntament de Barcelona)

<http://www.bcn.es/estadistica/catala/dades/anuari/cap14/C1404010.htm>

Anuari Estadístic de Catalunya 2007 (Institut d'Estadística de Catalunya)

<http://www.idescat.net/cat/idescat/publicacions/anuari/>

“BP-Statistical Review of World Energy June 2007” British Petroleum.

<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=2012295&contentId=7034846>

“Bright future with solar electricity” (EPIA).

<http://www.epia.org/index.php?id=136>

Dades de medi ambient a Catalunya (Departament de Medi Ambient i Habitatge (DMAH) de la Generalitat de Catalunya):

http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/actuacions_i_serveis/publicacions/quaderns_ma_catalunya.jsp?ComponentID=3459&SourcePageID=3431

Energy Information Administration (EIA):

<http://www.eia.doe.gov/>

“Energy Yearly statistics 2005” EUROSTAT Statistical Books, edition 2007.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1073,46587259&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_product_code=KS-PC-07-001

“Estat de la Població mundial 2006” (UNFPA)

<http://www.unfpa.org/swp/>

“Greenhouse gas emission trends and projections in Europe – Country profile” EEA Report No 5/2007 (EEA).

http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2007_5/en

“Guíes estadístiques: Eixample en xifres”, Ajuntament de Barcelona, Novembre 2006.

<http://www.bcn.es/estadistica/catala/dades/guiadt02/index.htm>

“Información básica de los sectores de la energía. Año 2007”, Comisió Nacional d’Energia (CNE).

http://www.cne.es/cne/contenido.jsp?id_nodo=112&&keyword=&auditoria=F

“Informe resumen anual del Boletín estadístico de hidrocarburos 2006” (CORES)

http://www.cores.es/pdf/cores_2006.pdf

International Energy Agency (IEA):

<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>

“Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España años 1990-2005. Comunicación a la Comisión Europea” Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, març 2007.

“Key World Energy Statistics 2007” (IEA)

http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1199

“Renewables Global Status Report 2006 update” (REN21)

<http://www.ren21.net/publications/default.asp>

“WEC Study on Energy and Climate Change. Summary of climate change measures in Spain since 1990 Assessment against the three As defined by WEC” World Energy Council, Abril 2007.

World Energy Outlook 2007 (IEA):

<http://www.worldenergyoutlook.org/>

Worldwatch Institute (REN21):

<http://www.worldwatch.org/node/4688>

Notícies

Construible.es:

<http://construible.es/noticiasDetalle.aspx?id=917&c=1>

Ecologistes de Catalunya (EdC):

<http://ecologistes.cat/modules.php?name=News&file=article&sid=434>

Blog:

<http://www.novolscaldo.cat/archives/2007/08/05/la-generacio-distribuida-solucio-a-les-apagades-com-les-de-barcelona-i-lalternativa-a-la-mat/>

Pangea:

<http://www.pangea.org/aeec/PEC/gd.html>

Grup de Protecció dels Ecosistemes del Camp (GEPEC):

<http://www.gepec.org/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=805&mode=thread&order=0&thold=0>

- Revista Sostenible (Diputació de Barcelona- DIBA):

Científics catalans alerten de les conseqüències del canvi climàtic al país.

http://www.sostenible.es/pubnoticia/inici.asp?p_idioma=1&p_id=436277

'Contra el canvi climàtic' (per Ramon Folch)

http://www.sostenible.es/pubnoticia/inici.asp?p_idioma=1&p_id=436156

- Ecología y Desarrollo (ECODES):

Por un estilo de vida más sostenible.

http://www.ecodes.org/pages/especial/hogares_sostenibles/index.asp

- Revista Energías Renovables:

La fotovoltaica ha crecido casi un 500% en el último año.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/Contenidosecciones.asp?Id=11147>

La industria alemana asegura que la reducción de un 30% de emisiones de CO₂ en 2020 es factible.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/Contenidosecciones.asp?Id=11213>

Los Presupuestos Generales del Estado asignan 971,6 millones de euros al Plan del Carbón y 76 a renovables, ahorro y eficiencia energética.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11214>

Industria propone elevar a 1.200 MW los objetivos en solar FV.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11243>

La industria fotovoltaica asegura que el decreto solar que prepara Industria paralizará el mercado entre 2008 y 2010.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11276>

El coste que habrá de enfrentar la UE para reducir un 20% sus emisiones de CO2 en 2020 será de un 0,2% de su PIB.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11479>

Andalucía, Galicia y Asturias se apuntan a la "meta 20" de la UE.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11478>

El Consejo Nacional del Clima respalda la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia-Horizonte 2007-2012-2020.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11484>

El sector fotovoltaico, dispuesto a igualar su coste de generación con el precio doméstico de la luz antes de 2020.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11796>

La Estrategia de Desarrollo Sostenible destaca que el 80% del CO₂ que emite España procede del sector energético.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11776>

I+D en energía: la UE invierte en 2007 la cuarta parte de lo que invertía en 1980.

<http://www.energias-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=11765>

- Greenpeace:

Greenpeace propone reforzar el apoyo a la energía solar fotovoltaica para que continúe su rápido crecimiento.

<http://www.greenpeace.org/espana/news/greenpeace-propone-reforzar-el>

- Revista Consumer:

Tecnologías limpias de carbón.

<http://revista.consumer.es/web/es/20060901/medioambiente/70662.php>

- Diari El País:

“El petróleo de referencia en Europa se sigue acercando a los 100 dólares y el de EE UU toca por segunda vez esta barrera” de 26 de Noviembre de 2007:

http://www.elpais.com/articulo/economia/petroleo/vuelve/maximos/marcas/record/9665/dolares/elpepueco/20071126elpepueco_4/Tes

“El euro roza la barrera de los 1,5 dólares” de 23 de Noviembre de 2007:

http://www.elpais.com/articulo/economia/euro/roza/barrera/dolares/elpepueco/20071123elpepueco_3/Tes

“Combatre el canvi climàtic costarà a cada europeu 3 euros setmanals” de 24 de Gener de 2007:

http://www.sostenible.es/pubnoticia/inici.asp?p_idioma=1&p_id=442939

12 ACRÒNIMS

AMEEC - Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana
ASIF – Asociación de la Industria Fotovoltaica
ASPO – Association for the Study of Peak Oil&Gas
AuS – Arquitectes per a la Sostenibilitat
BOE – Boletín Oficial del Estado
BOP – Butlletí Oficial de la Província
BP – British Petroleum
CADS – Consell Assessor del Desenvolupament Sostenible
CE – Comissió Europea
CER - Certified Emissions Reduction
CMMAD - Comissió Mundial del Medi Ambient i el Desenvolupament de Nacions Unides.
CNE – Comisión Nacional de la Energía
COAC – Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.
CTE – Codi Tècnic de l'Edificació
DOGC – Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya
EPIA – European Photovoltaic Industry Association
EREC – European Renewable Energy Council
FV – Fotovoltaica
ICAEN – Institut Català de l'Energia
ICLEI - Local Governments for Sustainability
IDAE – Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético
IEA – International Energy Agency
ONU- Organització de les Nacions Unides
OPEP – Organització de Països Exportadors de Petroli
P.K.- Protocol de Kyoto
PER – Plan de Energías Renovables
REE – Red Eléctrica Española
TOE- Tones Oil Equivalent
UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change.
UNFPA – United Nations Population Fund

13 GLOSSARI

Badalot: és la construcció que sobresurt de la coberta d'un edifici i que forma la part superior de la caixa de l'escala.

Camp elèctric: és el camp generat per un objecte carregat elèctricament, que genera una força que actua sobre altres objectes carregats elèctricament. Aquesta força resulta un vector que es mesura en Newtons per Coulomb (N/C) o Volts per metre (V/m) en el Sistema Internacional (SI).

Combustibles fòssils: substàncies orgàniques que han patit un procés de fossilització a través de milions d'anys, que són capaces de produir energia tèrmica després d'una reacció química anomenada combustió. El seu llarg període de formació ens indica que és una font d'energia no renovable a escala humana.

Corrent Continu: és un tipus de corrent elèctric on el flux de càrregues elèctriques és constant i en una mateixa direcció. El flux de càrregues es pot produir a través d'un conductor, un semiconductor, un aïllant o fins i tot al buit.

Corrent alterna: és un tipus de corrent elèctric en el qual el voltatge varia en els seus valors màxim i mínim de forma ondulatoria seguint la funció sinus. Això vol dir que la meitat del temps el corrent circula en un sentit (positiu) i l'altre meitat en sentit invers (negatiu) 50 vegades per segon (50Hz). A causa dels avantatges del corrent altern en quan a possibilitats de transformació i transport, les xarxes de transport i distribució utilitzen gairebé de manera exclusiva el corrent altern.

Demanda en barres de central: són les energies mesurades en borns d'alternador deduïts els consums de generació i bombeig.

Dia Julià: nombre de dies solars comptats correlativament des de l'1 de gener de l'any 4.713 aC a les 12h del migdia fins a avui.

Diferència de potencial elèctric: entre dos punts d'un camp elèctric és igual al treball que realitza aquest camp sobre una unitat de càrrega positiva, per transportar-la del punt A al B. L'unitat de mesura en el SI són els volts.

Efecte fotoelèctric: és la capacitat de la llum per alliberar electrons d'una superfície metàl·lica. Aquests electrons deixen el metall a una velocitat que no depèn de la intensitat de la llum, sinó de la longitud d'ona. L'efecte fotoelèctric és un cas particular

d'un més general: la interacció de la radiació electromagnètica amb les partícules amb càrrega elèctrica.

Energia: és una quantitat continguda en qualsevol sistema físic. L'energia d'un sistema físic també és la seva capacitat per realitzar un treball. En el sistema internacional, es mesura en Joules.

Energia primària: es defineix com aquella que es troba incorporada als recursos naturals, que poden ser exhauribles (carbó, petroli, gas natural, etc) o renovables (hidràulica, biomassa, eòlica o solar, entre d'altres). Normalment s'expressa en tones equivalents de petroli (tep).

Energia final: esdevé la forma d'energia més habitual que utilitzem les persones: l'electricitat, la gasolina, el gasoil, el gas natural o el butà. La majoria d'aquestes fonts d'energia provenen d'una transformació a partir d'una altra font energètica, és a dir, de l'energia primària.

Energia renovable: energia renovable és l'obtinguda de fonts naturals capaces de regenerar-se, i per tant virtualment inesgotables.

Electrons: són partícules subatòmiques amb càrrega elèctrica negativa de $-1,6 \times 10^{-19}$ coulombs i massa de $9,10 \times 10^{-31}$ kg. Juntament amb els protons i els neutrons, l'electró és una de les partícules constituents dels àtoms. Els dos primers formen part del nucli atòmic mentre que el darrer, molt més lleuger, es mou al voltant del nucli, formant l'anomenada escorça.

Freqüència: és la mesura del nombre de vegades que ocorre un esdeveniment per unitat de temps. Les unitats en el SI són els Hertz (Hz), és a dir, una vegada per segon o s^{-1} .

Gasos d'efecte hivernacle (GEH): són aquells gasos que per la seva composició química tenen la capacitat de retenir la radiació infrarroja (calor) reemesa per la superfície terrestre, provinent de la radiació solar. Els més abundants són: el vapor d'aigua, el diòxid de carboni (CO_2), el metà (CH_4), l'òxid nitrós (N_2O), els hidroflorocarburs (HFC), els perfluorocarburs (PFC) i l'hexaflorur de sofre (SF_6).

Silici de grau solar: material semiconductor que disposa d'unes característiques pròpies que permeten la seva utilització com a matèria prima en el procés de fabricació dels panells fotovoltaics.

Mix energètic: és la combinació concreta del pes de les diferents fonts d'energia per produir electricitat que satisfan la demanda d'un país o territori.

Oblees: és un disc d'espessor reduït tallat d'un lingot de semiconductor i utilitzat com a material base per a la fabricació de circuits o cèl·lules fotovoltaïques.

Pool elèctric: és la suma de fonts d'energia que participen en un moment donat en el mercat elèctric. Es mesura en €/MWh i varia cada dia.

Parts per milió (ppm): unitat de concentració que representa 1gr element/10⁶ gr aire.

Punts Verds: són instal·lacions mediambientals on portar determinats residus per tal que siguin distribuïts a les plantes de tractament específic, per reciclar-los o per evitar que contaminin. S'encarreguen de la recepció i l'emmagatzematge selectiu dels residus municipals.

Radiació solar: valor d'irradiació global, és la quantitat d'energia rebuda per unitat de superfície en un temps determinat (mesurada en W/m²).

Radiació directa: valor d'energia que prové directament del disc solar.

Radiació difusa: valor d'energia que, difosa per l'atmosfera, prové de la resta del cel.

Recurs no renovable: aquella matèria o element provinent de la natura en què el seu ritme d'extracció és superior al de regeneració, per tant, que és esgotable a escala humana.

Recurs renovable: aquella matèria o element provinent de la natura en què el seu ritme d'extracció no és superior al de regeneració, per tant, que no és esgotable a escala humana.

Règim especial: són aquelles instal·lacions que s'abasteixen d'energies renovables, residus i cogeneració. Aquestes tenen un tracte econòmic especial.

Règim ordinari: instal·lacions obligades a ofertar en el mercat de producció, excloses les menors de 50MW que pertanyen al Règim Especial.

Semiconductor: és un material aïllant a molt baixa temperatura, però que presenta certa conductivitat elèctrica a temperatura ambient. Són molt útils en el camp de l'electrònica

ja que les seves propietats electròniques es poden controlar afegint-los impureses, és a dir, dopant-los.

14 AGRAÏMENTS

A.Carrión Lobo, Diego – Estudiant d'arquitectura de la UPC de Barcelona

Corominas Viñas, Joaquim – Director d'Ecoserveis

Eyquem Stéphan, Maite – Consultora d'Ecoserveis

Garcia Paris, Marta – Consultora d'Ecoserveis

Miralles, Jordi – President de la Fundació Terra

Nebot, Ester - Arquitecta

Puig i Boix, Josep – Director de projecte i Secretari d'Ecoserveis

ANNEX: A

14.1 Càlcul d'emissions CO₂.

- Utilització d'un portàtil:

Potència = 70W optimitzat amb el programa Local Cooling a 55W

Energia elèctrica = 5 hores al dia x 5 dies/setmana x 55W = 1.375Wh/setmana x 16 setmanes = 22.000 Wh/projecte

- Utilització d'un PC:

Potència = 116W

Energia elèctrica = 5 hores al dia x 5 dies/setmana x 116W = 2.900 Wh/setmana x 16 setmanes = 46.400 Wh/projecte

- Il·luminació:

Potència = 4 fluorescents x 40W = 160W

Energia elèctrica = 5 hores al dia x 5 dies/setmana x 160W = 4.000 Wh/setmana x 16 setmanes = 64.000 Wh/projecte

- Estufa elèctrica:

Potència = 1.200 W

Energia elèctrica = 5 hores/dia x 5dies/setmana x 1.200 W = 30.000 Wh/setmana x 16 setmanes = 480.000 Wh/projecte

Total consum elèctric = 22.000 Wh + 46.400 Wh + 64.000 Wh + 480.000Wh = 612.400 Wh/projecte = 612,40 kWh

Factor CO₂: 0,335 kg CO₂/kWh. (Mix elèctric any 2006)

Total emissions CO₂ = 205,154 kg CO₂ = 2,05 Tn CO₂

Aquest valor no és molt elevat si tenim en compte que la il·luminació i l'estufa elèctrica, els dos elements de més consum elèctric, s'han compartit amb més persones que a la vegada realitzaven altres projectes.

14.2 Equivalències energètiques.

Unitats de potència

- El watt (W) és la unitat de potència en el Sistema Internacional i equival a 1J/1s.

- 1 cavall de vapor (hp – horse power en anglès), equival a 746 W.

Unitats d'energia

- El joule (J) és la unitat d'energia del Sistema Internacional. És el treball que fa la força d'un Newton al desplaçar un cos 1 metre. També és pot dir que és l'energia necessària per aixecar 1 m una massa d'1 kg.
- La caloría (cal) és l'energia necessària per augmentar la temperatura d'1 gr d'aigua de 14°C a 15°C a 1 atmosfera de pressió. Equival a 4,1878 J.
- El Kilowatt hora (kWh) equival a l'energia produïda o consumida per una potència d'un kilowatt durant 1 hora. Equival a $3,6 \times 10^6$ J.
- La Tona Equivalent de Petroli (TEP) equival a la quantitat d'energia obtinguda per la combustió d' 1 tona de petroli. L'equivalència depèn de les estimacions, però és d'uns 4×10^{10} J.
- Un barril de petroli equival a 159 litres de petroli = 0,13878 tep = $5,81 \times 10^9$ J
- La Tona Equivalent de Carbó (TEC) equival a $2,9 \times 10^{10}$ J.
- La tona d'urani equival a 10.000 tep = $4,2 \times 10^{10}$ J
- La tona de llenya equival a $1,884 \times 10^{10}$ J
- Un m³ de gas natural equival a $3,47 \times 10^7$ J
- L'electronvolt (eV) és una unitat d'energia utilitzada en física atòmica i nuclear. És l'energia que guanya un electró sotmès a una diferència de potencial d'1 volt. Equival a $1,6 \times 10^{-19}$ J.¹⁷

Prefixes del Sistema Internacional

<i>Múltiples</i>			<i>Submúltiples</i>		
<i>Prefix</i>	<i>Factor</i>	<i>Símbol</i>	<i>Prefix</i>	<i>Factor</i>	<i>Símbol</i>
tera	10^{12}	T	deci	10^{-1}	d
giga	10^9	G	centi	10^{-2}	c
mega	10^6	M	mili	10^{-3}	m
kilo	10^3	K	micro	10^{-9}	μ

¹⁷ Agència de l'Energia de Barcelona i "Agencia Andaluza de la Energía".

Font: Agencia Andaluza de la Energia.

14.3 Normativa que afecta les instal·lacions solars fotovoltaiques a Catalunya.

Normativa elèctrica

- [Llei 54/1997, de 27 de novembre, del Sector Elèctric](#)
-

- [Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre](#)
sobre procediments d'autorització de les instal·lacions de producció, transport i distribució d'energia elèctrica


- [Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost,](#)
pel qual es deroga el Reial Decret 2413/1973 i s'aprova el nou Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió.

- [Decret 363/2004, de 24 d'agost,](#)
pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

- [Decret 74/2007, de 27 de març,](#)
pel qual es modifica l'article 13.1 del Decret 363/2004, de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

- [Reial Decret 2019/1997, de 26 de desembre,](#)
pel qual s'organitza i regula el Mercat de Producció d'Energia Elèctrica.

- [Ordre ITC/1522/2007, de 24 de maig,](#)
per la qual s'estableix la regulació de la garantia de l'origen de l'electricitat procedent de fonts d'energia renovables i de cogeneració d'alta eficiència.

- [Decret 351/1987, de 23 de novembre,](#)  (PDF, 3481kB)
pel qual es determinen els procediments administratius aplicables a les instal·lacions elèctriques. DOGC núm. 932 de 28/12/87

- [ORDRE de 2 de febrer de 1990,](#)  (PDF, 583kB)

per la qual es regula el procediment d'actuació administrativa per a l'aplicació dels reglaments electrotècnics per a alta tensió a les instal·lacions privades.

- [Reial Decret 871/2007, de 29 de juny](#),
pel qual s'ajusten les tarifes elèctriques a partir de l'1 de juliol de 2007.


- [Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost](#),
pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.


- [Ordre ITC/2794/2007, de 27 de setembre](#),
per la qual es revisen les tarifes elèctriques des de l'1 d'octubre 2007.

Normativa Règim especial

- [Reial Decret 661/2007, de 25 de maig](#),
pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

- [Reial Decret 436/2004, de 12 de març](#),
que estableix la metodologia per l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

- [Decret 308/1996, d'1 de setembre](#),  (PDF, 411kB)
pel qual s'estableix el procediment administratiu per a l'autorització d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica en règim especial a Catalunya, DOGC núm. 2257 de 18/09/1996

- [Decret 308/1996, d'1 de setembre](#),  (PDF, 429kB)
Versió en castellà

- [Ordre de 5/09/1985](#)
per la que s'estableixen normes administratives i tècniques per al funcionament i connexió a les xarxes elèctriques de centrals hidroelèctriques de fins a 5000 kVA i centrals d'autogeneració elèctrica

Normativa fotovoltaica

- [Reial Decret 1663/2000, de 29 de setembre](#),
sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaiques a la xarxa de baixa tensió

- [Decret 352/2001, de 18 de setembre](#),

sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica.

- [Instrucció 5/2006](#) (PDF, 823kB)

sobre tramitació de les instal·lacions fotovoltaiques que formen part d'un parc solar, de 31 de maig de 2006.

- [Instrucció 5/2006](#) (PDF, 523kB)

En castellà

- [Resolució de la Direcció General de Política Energètica i Mines, de 31 de maig de 2001,](#)

per la que es determina el model de contracte tipus i el model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió. BOE núm. 148 de 21/06/00 Annexos: Esquema unifilar, factura modalitat preu fix, factura modalitat preu vall i punta.

- [Reial Decret 7/1988, de 8 de gener,](#)

relatiu a les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió.

- [Reial Decret 154/1995, de 3 de febrer,](#)

pel qual es modifica el Reial Decret 7/1988, de 8 de gener, pel qual es regulen les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió

- [Reial Decret 1580/2006, de 22 de desembre,](#)

pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.

- [Resolució de 27 de setembre de 2007,](#)

de la Secretaria General d'Energia, per la qual s'estableix el termini de manteniment de la tarifa regulada per a la tecnologia fotovoltaica, d'acord amb el que estableix l'article 22 del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig.

14.4 Breu història sobre l'energia solar FV.

Corria l'any 1839 quan es va observar per primer cop l'efecte fotovoltaic, a càrrec del físic francès Edmon Becquerel, el qual va experimentar que dues planxes de metall submergides en un líquid conductor i exposades a la llum solar generaven un petit voltatge.

El nom de fotovoltaic és un mot compost fet amb les arrels de *phos* (en grec significa llum) i de *volta* (en honor a Alexandre Volta, constructor de la primera pila elèctrica a l'any 1800), que es fa servir per denominar la generació d'electricitat amb l'energia radiant del Sol.

No va ser fins el 1885, que l'industrial americà Charles Fritts va construir el primer mòdul fotoelèctric a l'extendre una capa de seleni sobre un suport metàl·lic i recobrir-la amb una fina capa d'or. Aquesta cèl·lula de seleni tenia una eficiència de conversió elèctrica d'entre un 1 i un 2%.

El 1887 Heinrich Hertz va enunciar els principis bàsics de la fotoelectricitat, encara que fou Hallwachs qui va descobrir els fenòmens fotoelèctrics uns vuitanta anys enrere. Els experiments de Hertz li van permetre observar que la guspira saltava més fàcilment entre dues esferes de diferent potencial quan aquestes eren il·luminades per una llum procedent d'una altra descàrrega. D'aquesta manera va descobrir que els metalls sota l'acció d'una llum, emetien càrregues negatives. Els resultats experimentals junt amb unes hipòtesis realitzades per Plank sobre els fotons, foren interpretats de forma teòrica per Albert Einstein a principis del s.XX.

L'any 1918 el científic polonès Czochralski va desenvolupar un mètode per fer créixer els cristalls de silici, que va resultar un avenç important per a la indústria quan el 1941 es va construir la primera cèl·lula fotoelèctrica amb silici, material que encara s'utilitza en l'actualitat.

L'any 1954 Chapin, Fueller i Perarson van aconseguir eficiències de fins el 6% en una cèl·lula fotovoltaica de silici.

Per altra banda, l'aparició de l'energia solar es va produir amb les primeres aplicacions importants d'aquesta tecnologia en la dècada dels 60s, en plena conquesta espacial entre les dos potències mundials del moment, EE.UU. i la URSS. La seva funció era alimentar l'energia dels satèl·lits artificials que orbitaven al voltant de la Terra

No obstant, un fet clau que marca el desenvolupament de l'energia solar esdevé amb la crisi del petroli el 1973, que provoca un encariment dels hidrocarburs fòssils que desemboca en una febre per trobar sistemes d'energia alternatius. A partir de llavors la producció de panells fotovoltaics es comença a elevar i diverses empreses transnacionals comencen a entrar en aquest mercat.

A la dècada dels 80s es realitzen diverses demostracions de les aplicacions de l'energia solar en l'aviació i els automòbils.

Finalment, el 1993 es va celebrar la primera Conferència Mundial de l'Energia Solar, promoguda per l'Unesco, traslladant la feina de laboratori i experimental a l'escena pública internacional.

Des de llavors fins els nostres dies, l'energia solar ha esdevingut una tecnologia englobada en un mercat emergent amb unes xifres de creixement espectaculars en els

darrers anys, recolzats per una legislació europea i estatal que promou el negoci i rendibilitat de les instal·lacions, amb una raó de ser fonamental que esdevé la mitigació de l'escalfament global per mitjà de la producció neta d'energia¹⁸.

15 ANNEX: B

15.1 Plànols parcel·lars de les sis illes del Districte de l'Eixample que han estat objecte d'estudi.

¹⁸ Fundació Epson i APPA.