

5 METODOLOGIES DE CàLCUL DEL POTENCIAL DE CREIXEMENT DE LES INSTAL·LACIONS SOLARS

5.1 Potencial de creixement de les instal·lacions solars tèrmiques

Amb l'objecte de calcular el potencial solar tèrmic de la ciutat de Terrassa per a l'any 2018, s'han utilitzat dos supòsits i dues metodologies de càlcul. Amb aquestes últimes s'ha calculat la superfície de col·lectors solars tèrmics instal·lats segons dos supòsits o escenaris; un escenari en el qual es contempla la realització total prevista al POUM2003, i un altre escenari de baixa activitat econòmica fent servir el model desenvolupat en l'Acció 2 del conveni signat entre la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat i Foment de Terrassa S.A. i Ajuntament de Terrassa l'any 2005. Amb aquestes dades i els indicadors exposats en el punt anterior s'ha calculat l'ocupació bruta i, a partir de les possibles característiques de les instal·lacions, s'ha procedit a determinar els perfils professionals necessaris.

5.1.1 Escenari 1, de compliment del POUM2003, l'any 2018

Aquest escenari d'evolució de les energies renovables solars s'ha realitzat considerant una sèrie d'hipòtesis:

- Totes les actuacions urbanístiques contemplades al POUM2003 estaran realitzades l'any 2018
- Edificabilitat de 0,4
- Coberta lliure per col·lectors, un 70%

És un escenari optimista, donada l'actual conjuntura econòmica. Correspondria a una conjuntura econòmica amb un creixement moderat.

En les següents taules es presenta un resum de les dades de partida extretes del POUM2003.

Taula 5.1 Dades de superfície edificable POUM2003

Sostre residencial previst sobre els nous àmbits de desenvolupament en sòl urbà i en sòl urbanitzable:		
Sectors en sòl urbanitzable:	Total sostre edificable:	Reserva mínima d'equipaments:
Aymerigues	330.866	66.173
Can Marcet	378.066	75.613
Can Colomer	403.658	80.732
TOTAL:	1.112.590	222.518
Sectors de completació en sòl urbà no consolidat:	Total sostre edificable:	Aplicació de l'estàndard d'equipaments per a nous sòls urbanitzables:
St. Pere de Les Fonts	51.439	10.288
Can Montllor	86.977	17.395
Roc Blanc	20.836	4.167
Torre-sana, Polígon 1	79.701	15.940
Torre-sana, Polígon 2	28.940	5.788
Torre-sana, Polígon 3	25.304	5.061
TOTAL:	293.197	58.639
Sectors d'àrees centrals de millora urbana:	Total sostre edificable:	Aplicació de l'estàndard d'equipaments per a nous sòls urbanitzables:
Vapor Cortés	95.872	19.174
AEG	85.838	17.168
Pont Aurell Armengol	32.458	6.492
Sala Badrinas	44.869	8.974
TOTAL:	259.037	51.807
Sectors de millora urbana de remodelació:	Total sostre edificable:	Aplicació de l'estàndard d'equipaments per a nous sòls urbanitzables:
TOTAL:	769.978	153.996
Polígons d'actuació en sòl urbà:	Total sostre edificable:	Aplicació de l'estàndard d'equipaments per a nous sòls urbanitzables:
TOTAL:	623.443	124.689
Polígons d'actuació i plans de millora del Passeig de Ponent:	Total sostre edificable:	Aplicació de l'estàndard d'equipaments per a nous sòls urbanitzables:
Poble Nou	64.465	12.893
Can Boada	110.061	22.012
La Maurina	113.895	22.779
La Cogullada	40.286	8.057
TOTAL:	328.707	65.741
TOTAL SÒLS D'EQUIPAMENT:	3.386.952	677.390

Sectors industrials:	Superfície de sòl:	5% reserva mínima d'equipaments
Palau Nord	407.044	20.352
Palau Sud - Can Guitard	763.642	38.182
Els Bellots	911.810	45.590
Franja Nord	267.448	13.372
TOTAL:	2.349.944	117496

TOTAL SÒLS D'EQUIPAMENT:		794.887
---------------------------------	--	----------------

Font: POUM 2003

Taula 5.2 Dades nombre d'habitatges POUM 2003

	Total habitatges	% respecte al total de nous habitatges
Sectors en sòl urbanitzable	12.780	46,91%
Sectors de completació en sòl urbà no consolidat	2.717	9,97%
Sectors d'àrees centrals de millora urbana	2.401	8,81%
Sectors de millora urbana de remodelació	5.875	21,56%
Polígons d'actuació en sòl urbà	1.507	5,53%
Polígons d'actuació i plans de millora del Passeig de Ponent	1.966	7,22%

TOTAL NOUS		
-------------------	--	--

HABITATGES DEL PLA:	27.246	
---------------------	--------	--

Nous habitatges en sectors vigents:	1.582(3)	8,16% del total nous habitatges
-------------------------------------	----------	---------------------------------

TOTAL NOUS HABITATGES:	28.828	
-------------------------------	---------------	--

Font: POUM 2003

A partir d'aquestes dades s'ha pogut calcular el sostre net residencial, el sostre edificat aplicant el coeficient d'edificabilitat, la coberta per habitatge -considerant els habitatges d'una sola alçada, i considerant els habitatges en blocs de tres alçades-, així com la coberta màxima per a la instal·lació de col·lectors solars.

Taula 5.3 Dades de sostre residencial net, sostre edificat i cobertes

	Total net sostre residencial	Edificabilitat	Sostre edificat	Coberta per habitatge: m²/pis	Coberta (m²), si altura 3 plantes	Coberta per instal·lació solar (m²), màxima
Sectors en sòl urbanitzable	890072	0,4	356028,8	27,8582786	83,5748357	249220,16
Sectors de completació en sòl urbà no consolidat	234558	0,4	93823,2	34,5319102	103,595731	65676,24
Sectors d'àrees centrals de millora urbana	207229	0,4	82891,6	34,5237818	103,571345	58024,12
Sectors de millora urbana de remodelació	615982	0,4	246392,8	41,9392	125,8176	172474,96
Polígons d'actuació en sòl urbà	498754	0,4	199501,6	132,383278	397,149834	139651,12
Polígons d'actuació i plans de millora del Passeig de Ponent	262966	0,4	105186,4	53,5027467	160,50824	73630,48
TOTAL						758677,08

Font: Elaboració pròpia

Per poder determinar el nombre de col·lectors necessaris per cobrir un 70% la demanda d'aigua calenta sanitària, i d'acord amb les dades de càlcul proporcionades pels annexos de l'Ordenança Solar de Terrassa vigent, s'ha utilitzat el mètode de càlcul F-Chart (de Felipe, J.J., 1999)¹⁸ per analitzar la demanda energètica d'habitatges d'una fins a cinc habitacions. Els resultats dels càlculs es troben a l'annex 6.2. Les característiques dels col·lectors solars que s'han fet servir pel càlcul es mostra en la següent taula.

Taula 5.4 Característiques dels col·lectors solars tèrmics que s'han utilitzat en els càlculs

	Alçada	Amplada	Inclinació	Distància mínima entre col·lectors	Àrea mínima per captador (m²)
Model ROCA	1,75	1,122	41,56	4,8125	6,25625

Com a resum, es poden assumir les següents relacions entre el tipus d'habitatge i les seves necessitats en nombre de col·lectors solars tèrmics.

¹⁸ "Sistemas solares térmicos de baja temperatura", de Felipe, J.J., Edicions UPC 1999

Taula 5.5 Relació entre tipologia d'habitatges i nombre de col·lectors solars tèrmics per cobrir com a mínim la demanda del 70% de l'A.C.S.

Tipus habitatge	Relació amb nombre col·lectors
Unifamiliar	3 col·lectors/habitatge
Plurifamiliar (2 habitacions)	2 col·lectors/habitatge
Plurifamiliar (3 habitacions)	3 col·lectors/habitatge
Plurifamiliar (4 habitacions)	4 col·lectors/habitatge
Plurifamiliar (5 habitacions)	5 col·lectors/habitatge

Font: Elaboració pròpia

Per a cada tipus de sector d'actuació en el POUM s'ha considerat el predomini d'una determinada tipologia d'habitatges depenent de la coberta per habitatge. Així, tenim que per una coberta per habitatges de 27,8 m²/habitatge li corresponen plurifamiliars de 3 habitacions, per 34 m²/habitatge li corresponen plurifamiliars de 4 habitacions, per 41 i 53 m²/habitatge li corresponen plurifamiliars de 5 habitacions, i a les de 132 m²/habitatge li corresponen unifamiliars.

Amb aquest supòsit s'ha pogut conèixer la coberta total de col·lectors tèrmics en les futures actuacions del POUM2003.

Taula 5.6 Nombre de col·lectors tèrmics segons escenari 1 i superfície d'ocupació d'aquest

	Coberta per instal·lació solar (m ²), màxima	Coberta per instal·lació solar ACS, nombre de col·lectors	Coberta per instal·lació solar ACS, superfície necessària pels col·lectors (m ²)
Sectors en sòl urbanitzable	249220,16	38340	239864,625
Sectors de completació en sòl urbà no consolidat	65676,24	10868	67992,925
Sectors d'àrees centrals de millora urbana	58024,12	9604	60085,025
Sectors de millora urbana de remodelació	172474,96	29375	183777,3438
Polígons d'actuació en sòl urbà	139651,12	6028	37712,675
Polígons d'actuació i plans de millora del Passeig de Ponent	73630,48	9830	61498,9375
Total	758677,08	104045	650931,531

Font: Elaboració pròpia

Ja que en tres sectors la necessitat de superfície per a la instal·lació dels col·lectors és més gran que la disponible, s'ha procedit a recalcular la quantitat de col·lectors que realment es podrien col·locar.

Taula 5.7 Nombre de col·lectors solars tèrmics que es podrien col·locar

	Nombre de col·lectors que es podrien col·locar	Coberta per instal·lació solar ACS, superfície necessària pels col·lectors (m²)
Sectors en sòl urbanitzable	38340	239864,625
Sectors de completació en sòl urbà no consolidat	10497,7007	65676,24
Sectors d'àrees centrals de millora urbana	9274,58462	58024,12
Sectors de millora urbana de remodelació	27568,4252	172474,96
Polígons d'actuació en sòl urbà	6028	37712,675
Polígons d'actuació i plans de millora del Passeig de Ponent	9830	61498,9375
Total	101538,71	635251,558

Font: Elaboració pròpia

5.1.2 Escenari 2 de baixa activitat econòmica

Aquest escenari s'ha elaborat per tenir en compte l'impacte de la nova conjuntura econòmica, caracteritzada per una forta moderació en el creixement econòmic, que comporta més atur i una clara recessió en el sector de la construcció.

El valors històrics de la superfície i del nombre de col·lectors solars tèrmics de Terrassa (veure gràfic 1.2) ens permeten buscar correlacions amb variables socioeconòmiques per aquests mateixos anys (2003 a 2006).

Una vegada trobades aquestes correlacions, s'han implementat en un submodel de càlcul de la superfície de col·lectors solars desenvolupat amb dinàmica de sistemes i s'han introduït en el model demogràfico-econòmic de la ciutat de Terrassa desenvolupat en l'Acció 2 del conveni de l'any 2005 (Felipe et al., 2006). Una vegada comprovat el seu funcionament, s'ha fet una projecció, corresponent a un escenari de futur de baixa activitat econòmica.

La variable superfície de col·lectors solars tèrmics s'ha seleccionat per estudiar les correlacions amb variables socioeconòmiques. Aquesta variable s'ha comparat amb la superfície construïda total d'habitatges. Les dades es presenten a la taula següent.

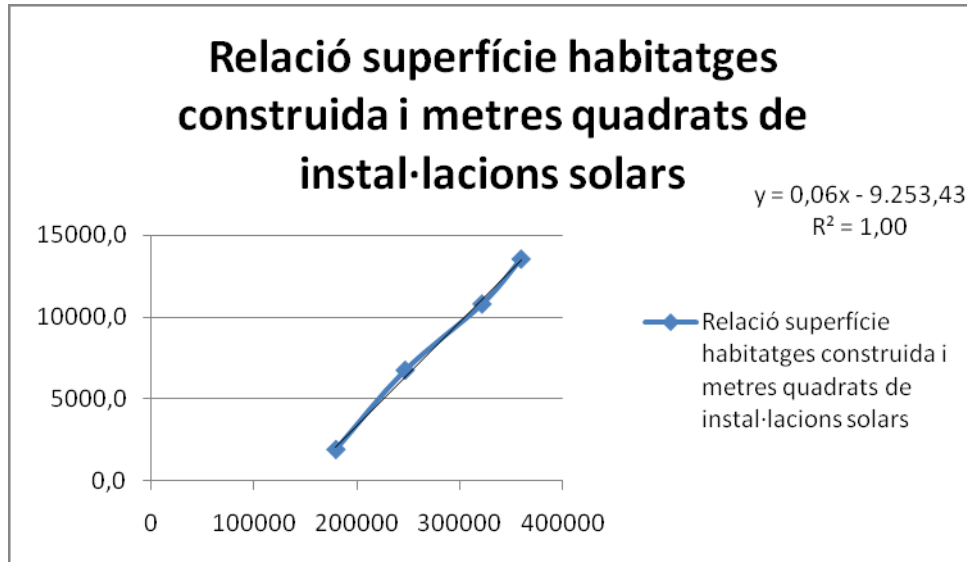
Taula 5.8. Dades de superfície construïda d'habitatges i superfície de col·lectors solars tèrmics

Any	Superfície construïda total habitatges (m ²)	Superfície col·lectors solars tèrmics (m ²)
2003	178958,42	1883
2004	246444,32	6744,0
2005	321358,83	10807,78
2006	359383,68	13565,02

Font: Ajuntament de Terrassa i anuari de Terrassa 2007

Les correlacions trobades es mostren al gràfic següent:

Gràfic 5.1 Relació entre superfície d'habitatges construïts i superfície de captadors solars tèrmics instal·lats

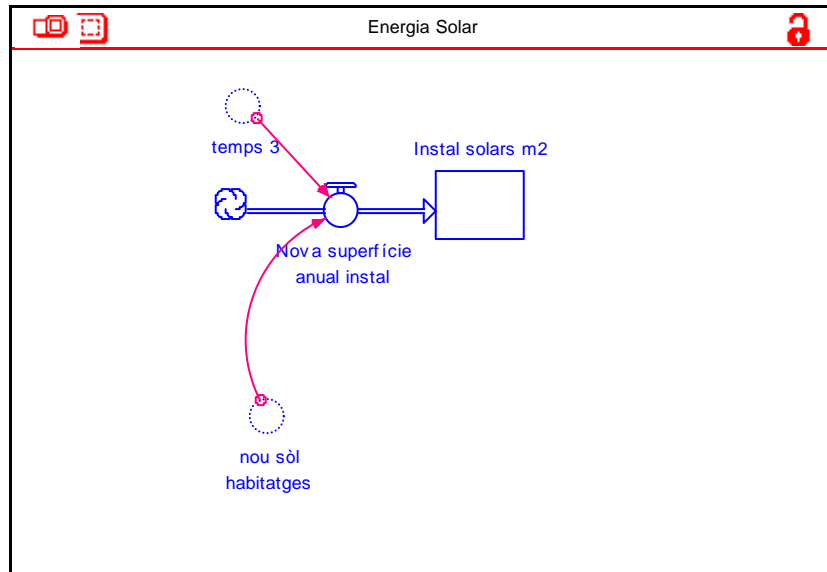


Font: Elaboració pròpia

Com és lògic suposar, hi ha una relació directa entre les dues variables.

Aquesta relació s'ha implementat en un submodel de càlcul de la superfície de col·lectors solars tèrmics en dinàmica de sistemes, tal com es veu a la figura 5.1.

Figura 5.1 Model de càlcul de la superfície de col·lectors solars tèrmics col·locats



Font: Elaboració pròpia

A continuació es presenten els resultats de les projeccions d'aquesta variable en aquest escenari.

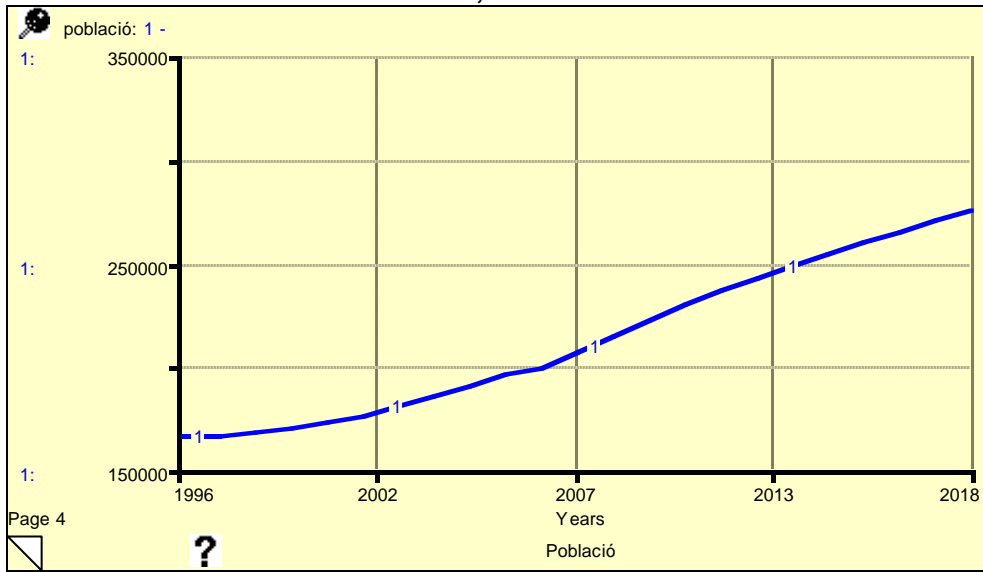
5.1.2.1 Resultats de la projecció del model de dinàmica de sistemes

L'escenari de futur de baixa activitat econòmica s'ha creat mantenint les tendències històriques de totes les variables i fluxos que conformen el model.

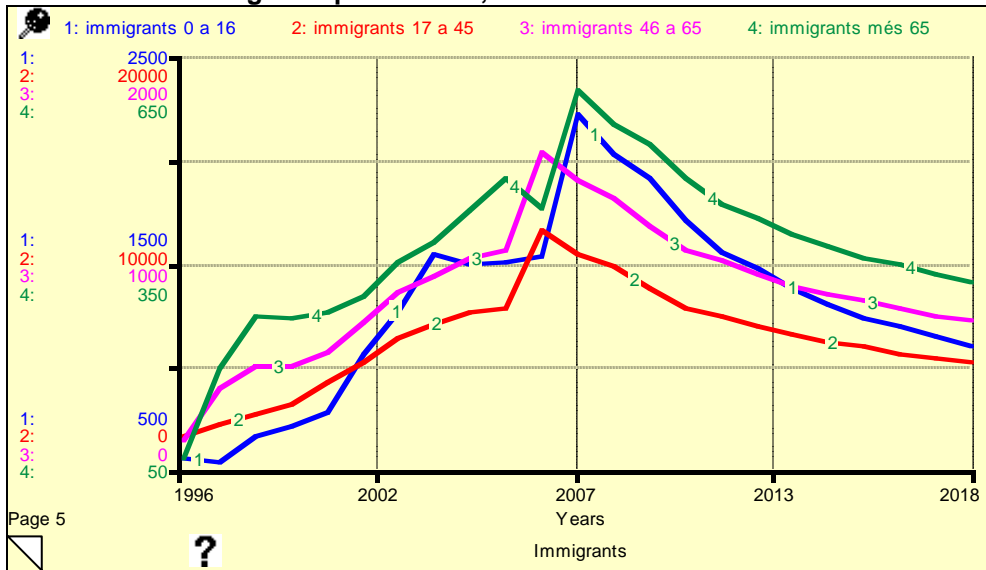
Els resultats més destacats es presenten per agrupacions de variables de sortida de cadascun dels submodels.

- En el submodel població, els resultats més destacats es presenten en els gràfics següents, en els quals es pot veure l'evolució de la població total, així com l'evolució de la immigració i l'emigració per cohorts d'edat. La població total de Terrassa arriba als 262.000 habitants al final del període de simulació, l'any 2018. Aquest augment de població es deu a la immigració, ja que malgrat que descendeix de forma molt significativa a partir de l'any 2007, al final del període (any 2018) l'onada migratòria té uns valors absoluts propers als de l'any 2002.

Gràfic 5.2 Població total Terrassa, escenari baix creixement econòmic

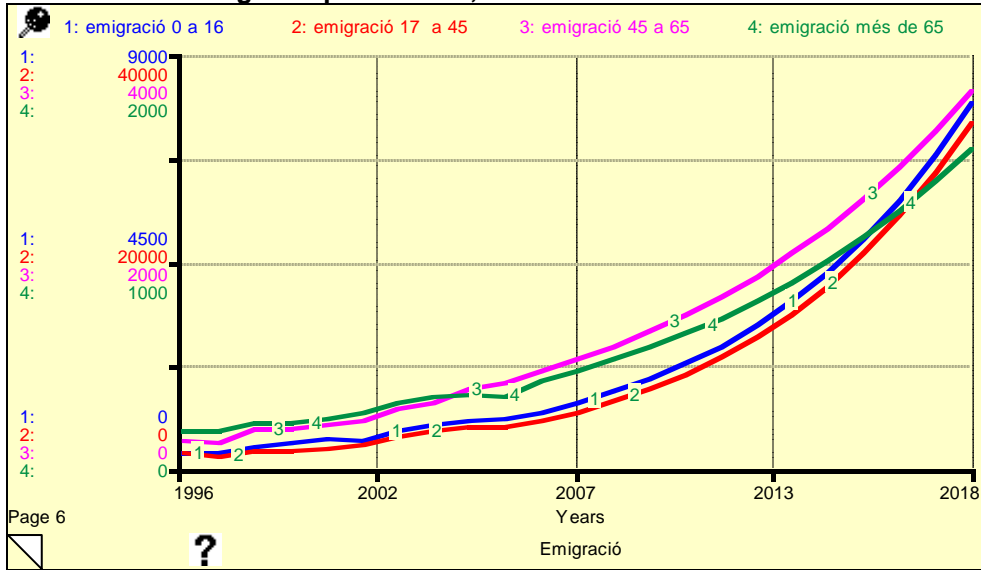


Gràfic 5.3 Immigració per cohorts, escenari baix creixement econòmic



1. Cohort de 0 a 16 anys
2. Cohort de 17 a 45 anys
3. Cohort de 46 a 65 anys
4. Cohort de més de 65 anys

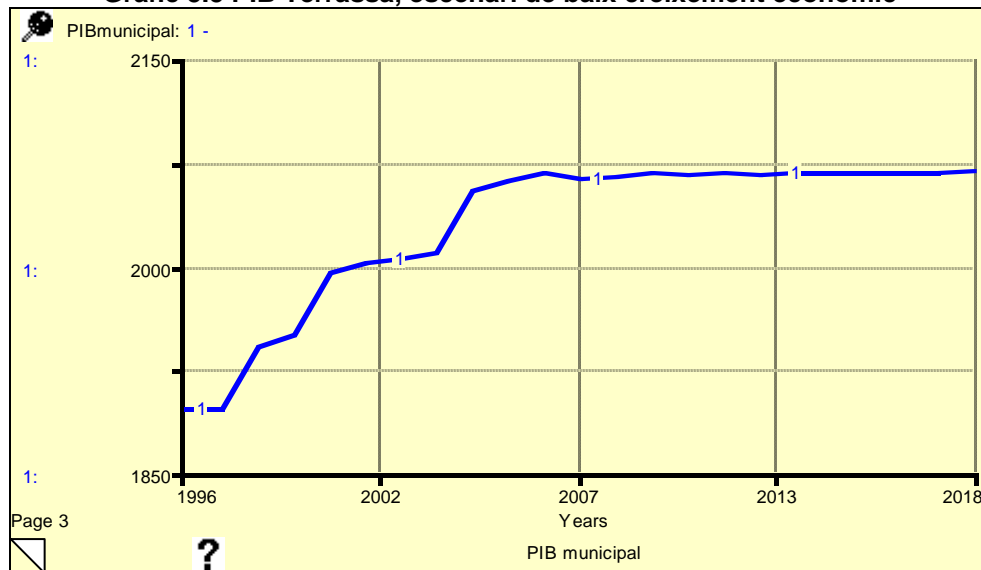
Gràfic 5.4 Emigració per cohorts, escenari baix creixement econòmic



1. Cohort de 0 a 16 anys
2. Cohort de 17 a 45 anys
3. Cohort de 46 a 65 anys
4. Cohort de més de 65 anys

- En el submodel econòmic, els resultats més destacats es presenten en el gràfic següent, en el qual es pot veure l'evolució del PIB municipal. Aquest escenari presenta un augment del PIB municipal inapreciable i, a partir de l'any 2007, un estancament.

Gràfic 5.5 PIB Terrassa, escenari de baix creixement econòmic

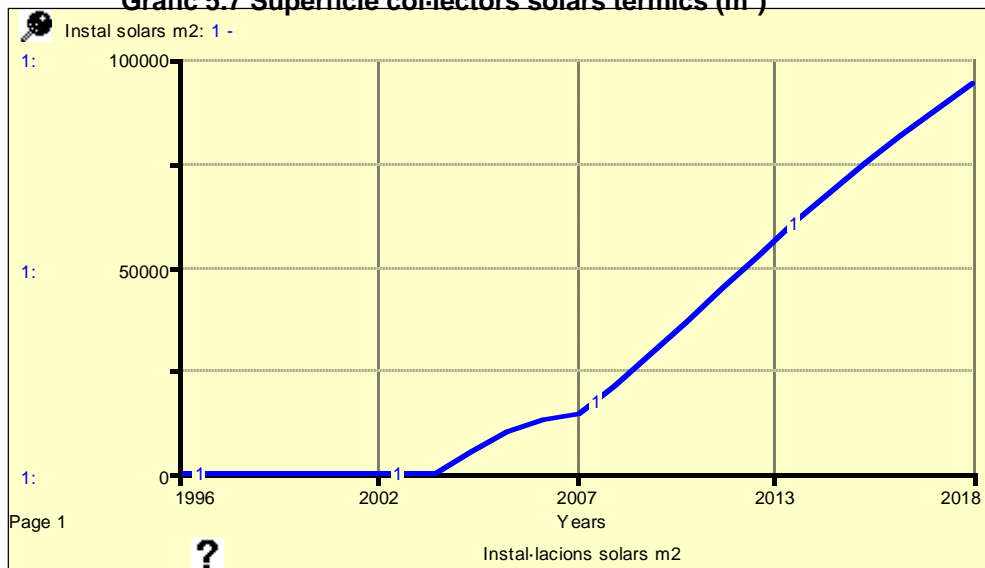


A continuació es presenten els resultats de la superfície construïda d'habitatges i la superfície de col·lectors solars tèrmics.

Gràfic 5.6 Superfície construïda d'habitatges, escenari de baix creixement econòmic



Gràfic 5.7 Superfície col·lectors solars tèrmics (m²)



En els gràfics anteriors es mostra que no es realitzarien totes les actuacions urbanístiques contemplades en el POUM2003. La superfície construïda total l'any 2018 respecte l'any 2007 és de 3.280.000 m² més, que representa aproximadament la meitat de les actuacions urbanístiques previstes per l'any 2018.

L'any 2018 hi haurà instal·lats 94.413 m² més d'instal·lacions solars tèrmiques respecte l'any 2004. Això suposa que s'haurà realitzat un 51% de les instal·lacions previstes en l'escenari d'alta activitat econòmica.

5.1.3 Ocupació i perfils professionals en cadascun dels escenaris

La generació d'ocupació bruta en els dos escenaris, entre els anys 2004 i 2018, es mostra en la següent taula:

Taula 5.9 Ocupació bruta a temps complet en els dos escenaris

	Indicador (EE/m ²)	Superfície col·lectors solars tèrmics	Ocupats a temps complet
Escenari alta activitat econòmica	0,0025	192923,55	482,308875
Escenari baixa activitat econòmica	0,0025	94413	236,0325

Per tant, es poden generar entre 17 i 35 llocs de treball anuals directes en el període 2004 – 2018.

Els perfils professionals es poden definir sabent de forma aproximada la potència de les instal·lacions. Les hipòtesis de càlcul presentades al començament d'aquest capítol (taula 4.2) ens indiquen que en un 21,56% dels habitatges la potència de la instal·lació d'aigua calenta sanitària és superior als 7 kW. Per tant, per al càlcul de la seva instal·lació es necessari un titulat universitari. Per tot això, podríem parlar de:

Taula 5.10 Perfils professionals associats al creixement del potencial solar tèrmic de Terrassa

		Instal·lacions més de 7kW de potència calorífica (21,56 %)	Instal·lacions menys de 7kW de potència calorífica (78,44 %)	TOTAL sobre l'ocupació	Escenari 1. Ocupació bruta directa temps complet	Escenari 2. Ocupació bruta directa temps complet
Titulats		0,6468%		0,6468%	3	1
No titulats	Oficials instal·ladors	6,274%	23,532%	29,806%	144	70
	Ajudants	14,64%	54,908%	69,548%	335	164

Font: Elaboració pròpia

L'ocupació indirecta no s'ha pogut calcular per falta d'informació en treballs existents anteriors a la redacció d'aquest treball.

5.2 Potencial de creixement de les instal·lacions solars fotovoltaïques

Per calcular el potencial solar fotovoltaic de la ciutat de Terrassa per a l'any 2018 s'han empleat un supòsit i una metodologia de càlcul que a continuació exposem. La metodologia permet calcular la superfície de col·lectors solars fotovoltaïcs instal·lats en un escenari que contempla la total realització de les actuacions en sòl industrial previstes al POUM2003 i es considera que les cobertes de les noves naus es cobririen amb plaques fotovoltaïques. Amb aquestes dades i els indicadors exposats en el capítol anterior s'ha calculat l'ocupació bruta i, a partir de les característiques de les instal·lacions, s'han determinat els perfils professionals demanats.

Les dades del POUM2003 de les noves actuacions sobre superfície d'activitats terciària i industrial es mostra en la següent taula:

Taula 5.11 Superfícies netes de nou desenvolupament d'activitats terciària i industrial

Superfícies netes de nou desenvolupament d'activitats terciària i industrial:	superfície d'activitat terciària:	% respecte al total:	superfície d'activitat industrial	% respecte al total:
Palau Nord	183.170	43,51%	0	0
Palau Sud - Can Guitard	100.815	23,95%	242.823	38,63%
Els Bellots	70.100	16,65%	385.805	61,37%
Franja Nord	66.862	15,88%	0	0
TOTAL:	420.947		628.628	

Font: POUM2003

La potència pic que podrien donar els col·lectors fotovoltaics és d'aproximadament 1 kWp per 10 m² de col·lectors instal·lats. Si es suposa una edificabilitat del 0,2 per a la superfície d'ús industrial, s'obtindria un total 12572,56 kWp de producció d'energia elèctrica amb les futures cobertes de les naus industrials. En la següent taula es mostren els càlculs:

Taula 5.12 Potència pic instal·lada en les cobertes de les naus

	Superfície d'activitat industrial	Edificabilitat	Superfície fotovoltaica	kWp
Palau Nord	0	0,2	0	0
Palau Sud - Can Guitard	242823	0,2	48564,6	4856,46
Els Bellots	385805	0,2	77161	7716,1
Franja Nord	0	0,2	0	0
TOTAL:	628628	0,2	125725,6	12572,56

Font: Elaboració pròpia

5.2.1 Ocupació i perfils professionals

L'ocupació bruta la podem calcular sabent que la instal·lació fotovoltaica en coberta de nau industrial és del tipus connectada a xarxa. Per tant, segons el capítol anterior, cada 19,2 kWp crea un lloc de treball a temps complet.

Taula 5.13 Potencial d'ocupació bruta de les instal·lacions fotovoltaïques

	Ocupació a temps complet associada (kWp/EE)	Ocupació bruta
Palau Nord	19,2	0
Palau Sud - Can Guitard	19,2	252,940625
Els Bellots	19,2	401,8802083
Franja Nord	19,2	0
TOTAL:	19,2	654,8208333

Font: Elaboració pròpia

Per tant, es poden generar uns 47 llocs de treball anuals directes en el període 2004 – 2018.

Els perfils professionals associats a aquesta tecnologia, tal com s'ha comentat en el capítol anterior, són: tècnics (titulats), aproximadament un 10% en instal·lacions connectades a xarxa; oficials (no titulats), aproximadament un 40%; i la resta, ajudants (no titulats).

Taula 5.14 Perfils professionals del potencial fotovoltaic

	Titulats	Oficials	Ajudants
Ocupació a temps complet	65	262	327
Ocupació generada anualment	5	19	23

Font: Elaboració pròpia

Com es pot comprovar, és una tecnologia molt més intensiva en la utilització de la ma d'obra, però a la vegada amb un major valor afegit.

5.3 Conclusions: Potencial d'ocupació de les energies solars i perfils professionals

El potencial d'ocupació i els perfils professionals de les energies solars en el període 2004 – 2018 es pot sintetitzar en les següents dues taules, que representen la combinació dels escenaris per a les instal·lacions d'energia solar tèrmica i l'escenari per a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica.

Taula 5.15 Potencial d'ocupació i els perfils professionals en l'escenari 1

	Titulats	Oficials	Ajudants	Total
Ocupació a temps complet	68	406	662	1137
Ocupació generada anualment	5	29	47	81

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.16 Potencial d'ocupació i els perfils professionals en l'escenari 2

	Titulats	Oficials	Ajudants	Total
Ocupació a temps complet	66	332	491	890
Ocupació generada anualment	5	24	35	64

Font: Elaboració pròpia

Això significa que es pot incrementar entre 1,6% i 1,3% la població ocupada a Terrassa (respecte a la població ocupada de la ciutat l'any 2006).