Integració Arquitectònica de l'Energia Solar tèrmica i fotovoltaica a Barcelona

AGÈNCIA D'ENERGIA DE BARCELONA

Ajuntament de Barcelona

Índex

1. Objectius 3

2. Integració de captadors solars en el paisatge urbà 5

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària 6

2.2 Forma de l'illa i edificabilitat 12

2.3 Impacte visual de les instal·lacions 15

3. Integració de captadors solars en edificis 18

3.1 Criteris d'integració en edificis 21

3.2 Possibilitats constructives i tècniques d'integració en els edificis 32

Annex 1. Recull de la normativa urbanística que afecta a les instal·lacions solars 34

Annex 2. Tecnologia: tipus de captadors i anàlisi de rendiments per orientació i inclinació 40

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

1. Objectius

Actualment, tal com es desprèn de la normativa vigent, s'entén el concepte **d'"integració arquitectònica" com la ocultació dels captadors** solars a la vista des del carrer.

Les instal·lacions d'energia solar, en general, encara no s'entenen com una instal·lació més de l'edifici, i per tant, no s'incorporen sistemàticament seguint els criteris formals de la resta d'elements del projecte arquitectònic.

Ara bé, existeixen altres possibilitats d'integració que passen per la incorporació visible dels captadors a l'edifici, seguint els criteris de composició de les façanes o la coberta. Aquests captadors poden ser en molts casos elements ombrejadors de cobertes, façanes i parets mitgeres, que poden millorar el comportament tèrmic de l'edifici.

El **present document** pretén ser un recull de **criteris tècnics i formals** per a la **integració arquitectònica i paisatgística** dels **captadors solars tèrmics i fotovoltaics** en els nous edificis i els existents de la ciutat de Barcelona.

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

1. Objectius

El present estudi analitza les possibilitats d'integració paisatgística i formal de captadors solars tèrmics i fotovoltaics en la ciutat de Barcelona. La resta d'equips auxiliars necessaris pel funcionament d'aquestes instal·lacions, tot i ser de gran importància pel seu funcionament, no es tracten, donada la seva baixa implicació formal en comparació a l'element captador.

En els apartats següents es presenten:

1. Aproximació a les característiques paisatgístiques de Barcelona, i estudi de la fragilitat i idoneïtat de zones per a la incorporació de captadors solars

2. Una anàlisi de les possibilitats d'integració arquitectònica dels captadors solars tèrmics i fotovoltaics en els edificis.

En la part final del document s'incorpora un annex de recull de la normativa de caràcter municipal que afecta a la incorporació de captadors solars, remarcant aquell articulat que fa referència a la integració d'aquest tipus d'instal·lacions en els edificis de Barcelona.

El segon annex fa referència als tipus de captadors i les seves característiques formals i tècniques mes importants. En aquest sentit cal remarcar que la tecnologia evoluciona molt ràpidament i cada vegada podem disposar d'elements mes flexibles i de mes gran rendiment.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2. Integració de captadors solars en el paisatge urbà

De l'anàlisi de la trama urbana de la ciutat de Barcelona, es desprèn, que per determinar els criteris per incorporar energies renovables en els edificis, és imprescindible **no sols analitzar la viabilitat tècnica i constructiva de les instal·lacions d'energia solar en cada edifici, sinó també determinar el grau d'idoneïtat del projecte des d'una visió d'integració estètica global (fragilitat).**

Per aquest motiu és convenient aconseguir que planejament disposi de directrius que considerin de manera conjunta les variables determinants a nivell de paisatge urbà (paràmetres d'integració en el paisatge urbà) i les variables tècniques que influeixen en el disseny de les instal·lacions solars en cada cas concret (paràmetres tècnics d'integració).

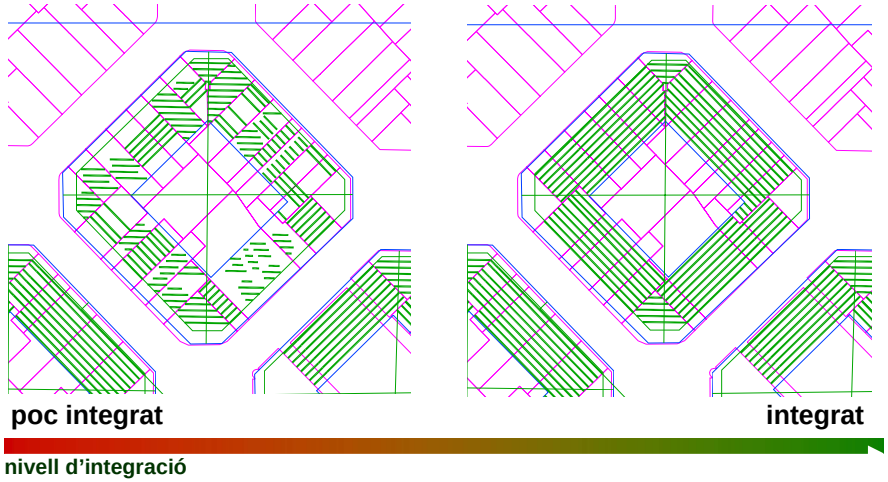
El grau d'integració de les instal·lacions solars fotovoltaiques i tèrmiques depèn, a nivell de paisatge urbà, dels següents paràmetres:

1. **Teixit Urbà;** tipologia urbana i estructura viària.
2. **Forma de l'Illa i edificabilitat**; grau d'ocupació de la parcel·la i la posició de l'edificació.
3. **Impacte visual;** integració a des de l'entorn immediat.

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària

Per a **aconseguir la màxima ordenació en termes d'integració de les instal·lacions solars actives a nivell de teixit urbà, és imprescindible una visió global i a llarg termini**, excloent d'aquesta manera, i des d'un principi, una dinàmica que afavoreix la proliferació d'una diversitat caòtica no desitjada en aquest tipus d'instal·lacions.

Es recomana optar per una planificació preventiva en la que, es procedeixi a la simulació d'un escenari hipotètic respecte a la idoneïtat i a la orientació de les instal·lacions solars actives en el paisatge urbà. L'objectiu ha de ser en aquest sentit aconseguir, a través de la correcta col·locació de les instal·lacions, reordenar i fins hi tot compensar, en la mesura del possible, la imatge caòtica actualment existent en les cobertes dels edificis de Barcelona.



1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària

Tipologia del teixit urbà

Analitzant el teixit urbà de Barcelona podem distingir bàsicament quatre tipologies de teixit, que es caracteritzen per la seva **densitat (edificabilitat) i per la geometria (forma) que ocupa la part edificada en l'illa.**

Tipologia A: Teixit d'alineacions de carrer

Tipologia B: Teixit de edificació aïllada en parcel·la

Tipologia C: Teixit de definició volumètrica

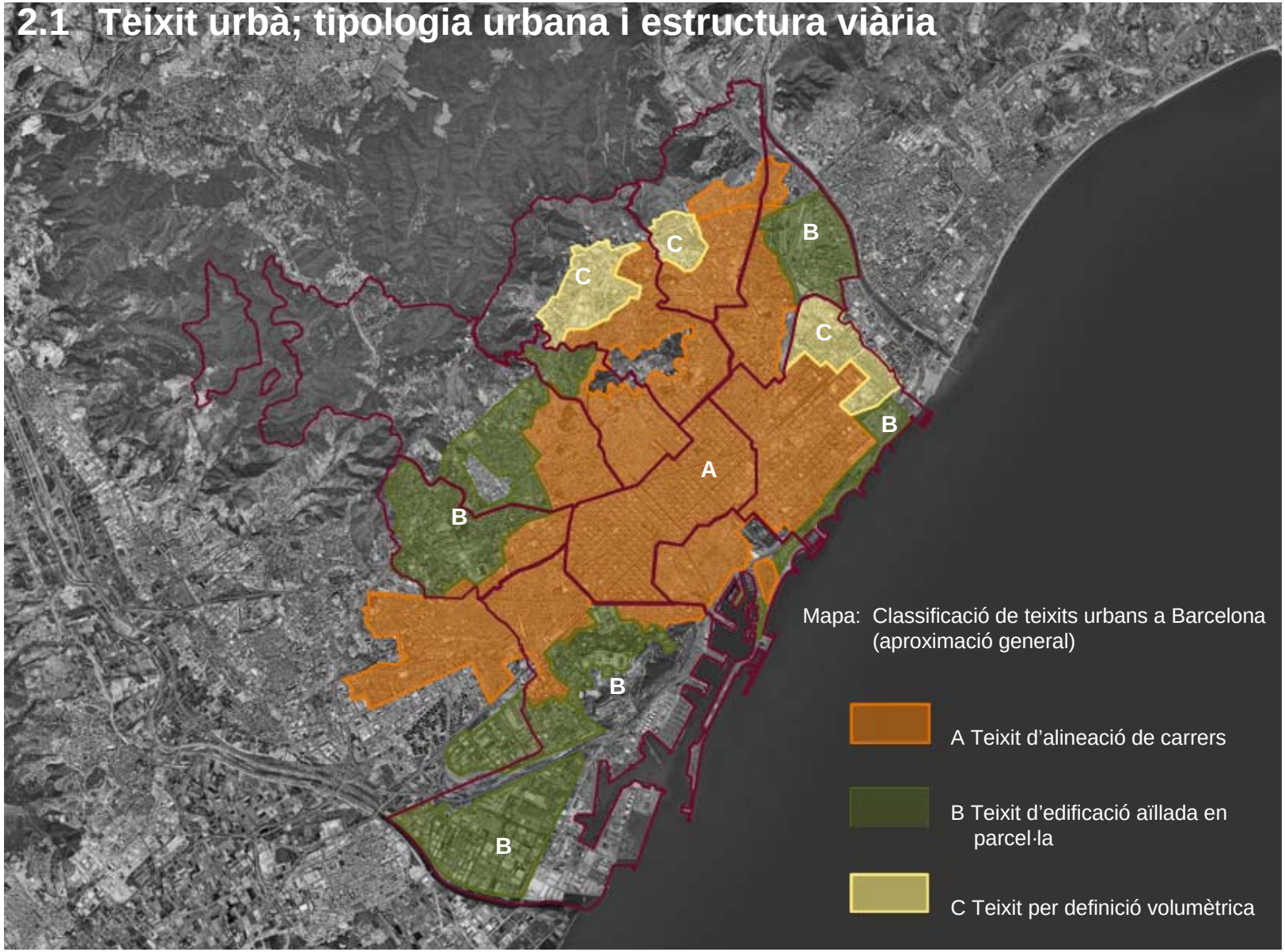
Tipologia D: Sistemes híbrids

La tipologia que garanteix una major integració i un millor aprofitament pels sistemes de captació tant tèrmics com fotovoltaics, per la favorable relació entre superfície de captació i densitat de població, és la tipologia d'edificació aïllada en parcel·la (Tipologia B)

Respecte a la geometria es pot assenyalar que són idònies totes aquelles composicions urbanes que garanteixen superfícies en coberta i façana orientades a sud, lliures d'ombra, i que disposen d'àmplies superfícies de captació.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària



1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària

Tipologia del teixit urbà; valoració del nivell d'integració e idoneïtat per a la integració de captadors solars.

A1	A2	A3	A4	C1	B3	B1	A5	B2
Casc Antic	Horta	Gracia	Eixample	Meridiana	Pedralbes	Sant Gervasi	22@	Port / zona franca

nivell d'integració e idoneïtat per a la instal·lació de sistemes solars actius

alt grau de arquitectura emblemàtica gran fragilitat visual poca superfície disponible	gran densitat poca homogeneïtat urbana molta visibilitat Relació superfície/habitant poc idònia	gran densitat poca homogeneïtat urbana visibilitat relació superfície/habitant poc idònia façanes no aprofitables	gran densitat relativa homogeneïtat urbana visibilitat relació superfície/habitant poc idònia façanes poc aprofitables	gran densitat relativa homogeneïtat urbana gran visibilitat relació superfície/habitant bona	Densitat mitjana homogeneïtat urbana visibilitat poca relació superfície/habitant molt bona	homogeneïtat urbana visibilitat poca relació superfície/usuari molt bona Facilitat d'integració en cobertes y en façanes	homogeneïtat urbana visibilitat poca relació superfície/usuari bona Facilitat d'integració en cobertes de indústries noves o existents y en habitatges o oficines de nova construcció	homogeneïtat urbana visibilitat poca relació superfície/usuari bona Facilitat d'integració en cobertes y en façanes.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

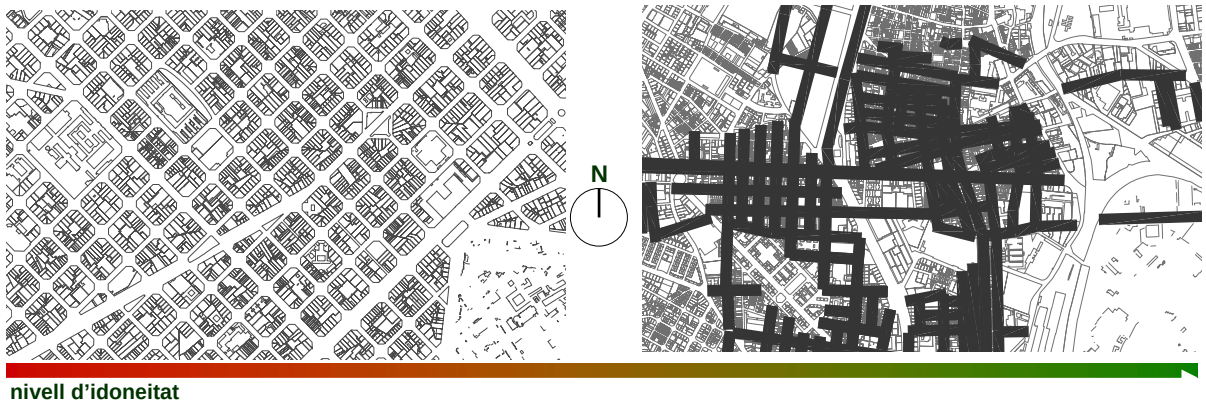
2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària

Estructura viària:

Per valorar l'adequació d'una trama urbana per incorporar sistemes de captació solar, s'ha de tenir en compte l'orientació dels carrers.

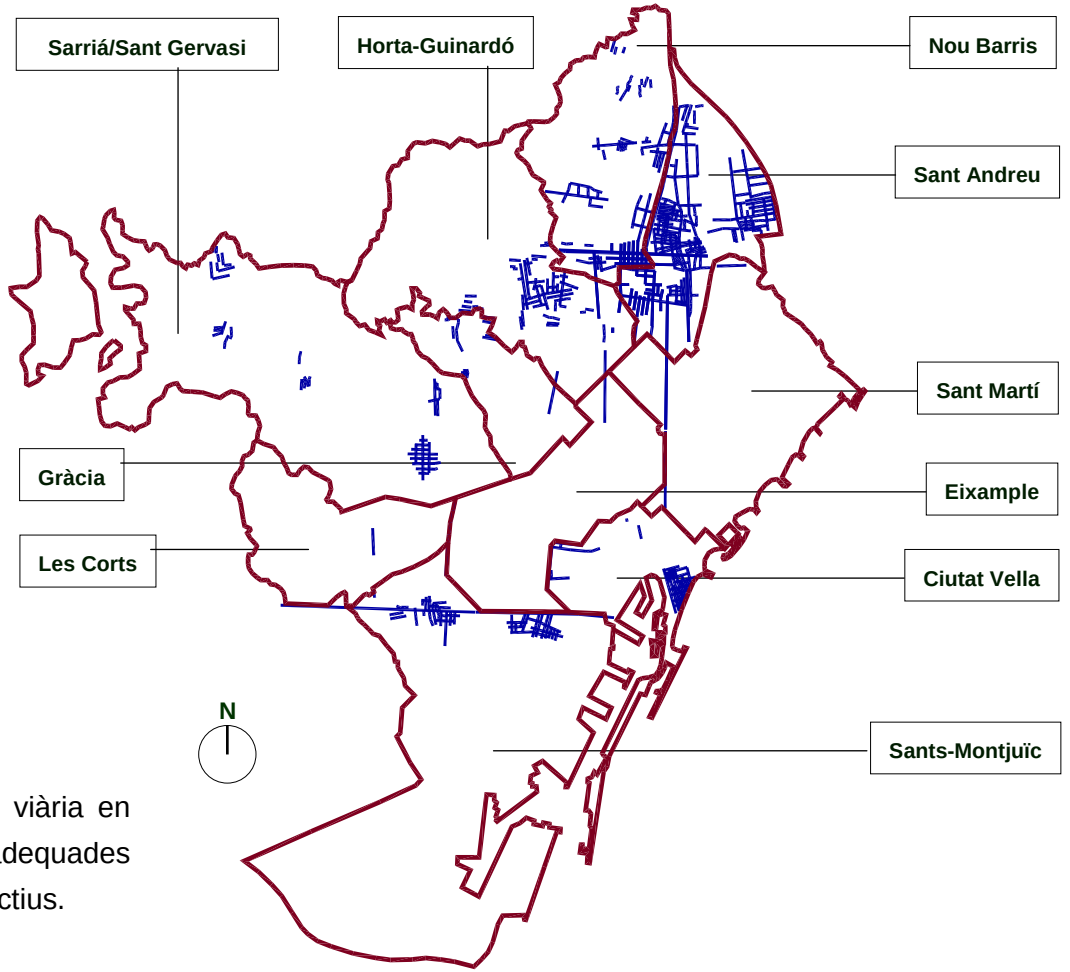
Una trama urbana amb una clara orientació nord/sud facilita la integració dels sistemes solars actius en els edificis. El cas de Barcelona és paradigmàtic, perquè gran part de la seva trama urbana (l'eixample) esta girada 45º respecte del sud.

Per determinar zones que faciliten la incorporació d'energies renovables, s'hauria de considerar la possibilitat d'elaborar un mapa en el que s'identifiquin les zones més aptes per a la implantació de les instal·lacions solars actives, en funció de l'estructura viària i de la seva orientació.



1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.1 Teixit urbà; tipologia urbana i estructura viària



Identificació de zones amb l'estructura viària en direcció Nord - Sud y Est - Oest molt adequades per a la col·locació de sistemes solars actius.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.2 Forma de l'illa i edificabilitat

L'orientació de la parcel·la, la seva superfície, l'ocupació i l'edificabilitat influeixen, en la relació entre superfície construïda de les plantes de l'edifici i la superfície de coberta, i per tant en la manera i en el grau en el que puguin estar integrades en elles les instal·lacions solars actives.

En els cas d'instal·lacions solars tèrmiques, que subministren energia a l'edifici, es fa necessari un estudi de viabilitat previ, en el que s'han de considerar:

• La superfície de captació disponible (>5m2/habitatge tipus)

• L'existència d'ombres sobre la superfície de captació.

Conseqüentment la disponibilitat de superfície en coberta disminueix amb l'augment d'alçada de l'edifici.

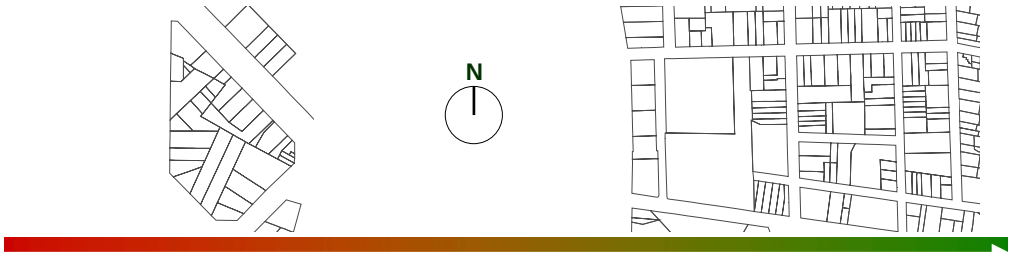
En el cas d'instal·lacions fotovoltaiques, donat que l'energia elèctrica generada pot cobrir part de la demanda de l'edifici, i lliurar a la xarxa els excedents no consumits, o vendre el 100% de la producció elèctrica FV a la xarxa, el dimensionament de la superfície de captació dependrà de la superfície disponible i de criteris econòmics.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.2 Forma de l'illa i edificabilitat

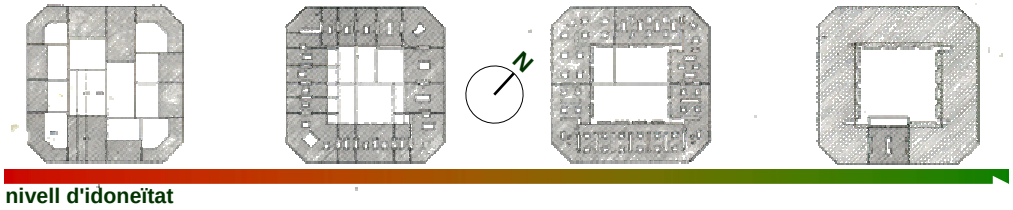
Orientació de la parcel·la i de l'edificació

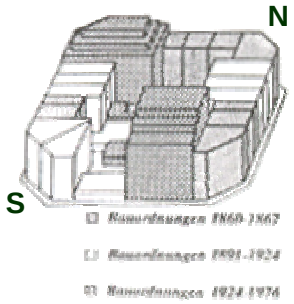
L'orientació de la parcel·la no sempre és perpendicular a la línia de l'illa. Les parcel·les i edificis més favorables per aconseguir una major integració dels captadors solars són aquelles que s'orienten en direcció sud/nord o est/oest.



Densitat/espai

El grau de parcel·lació de l'illa influeix directament sobre la superfície de coberta degut a la concentració i a la disminució de l'ocupació del sòl i per tant de la superfície disponible per a qualsevol instal·lació solar. Un alt grau de parcel·lació redueix doncs la idoneïtat per a la ubicació d'instal·lacions solars actives no sols des del punt de vista de la superfície disponible sinó també des del punt de vista de les ombres que se poden produir per culpa de les diferents altures, volums, etc. (heterogeneïtat) de l'edificació del voltant.



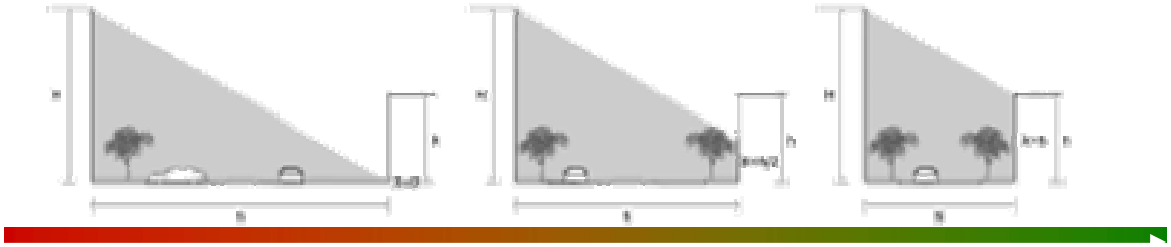


1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.2 Forma de l'illa i edificabilitat

Amplada dels carrers

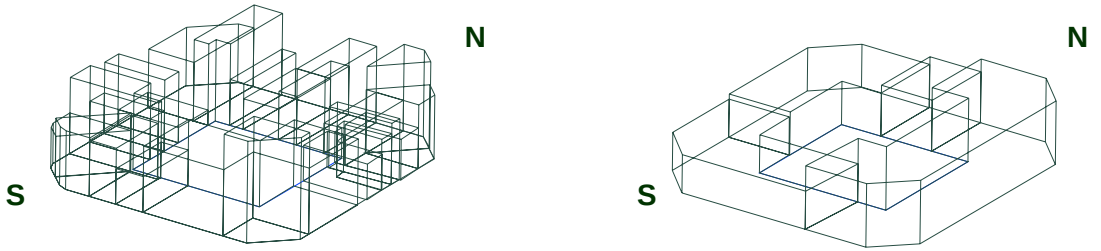
L'estructura viària va associada a un volum edificat òptim capaç d'absorbir la densitat de població. La disposició dels volums de les edificacions (especialment la seva alçada), condiciona en un alt grau l'accessibilitat de la radiació solar al l'espai urbà i per tant la idoneïtat i el grau d'integració de les instal·lacions solars actives en els edificis.



nivell d'integració e idoneïtat

Homogeneïtat/heterogeneïtat urbana

L'heterogeneïtat u homogeneïtat d'un determinat espai urbà depèn de l'existència i dels canvis en les normatives constructives. En espais urbans molt heterogenis (especialment diferents alçades d'edificació) la idoneïtat i la possibilitat d'integrar les instal·lacions solars actives és relativament reduïda.



nivell d'integració e idoneïtat

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.3 Impacte visual de les instal·lacions

El grau d'integració de les instal·lacions solars actives depèn no sols de la seva orientació òptima i la ubicació en els edificis sinó també de la seva visibilitat des de diferents punts de la ciutat. La fragilitat visual depèn de:

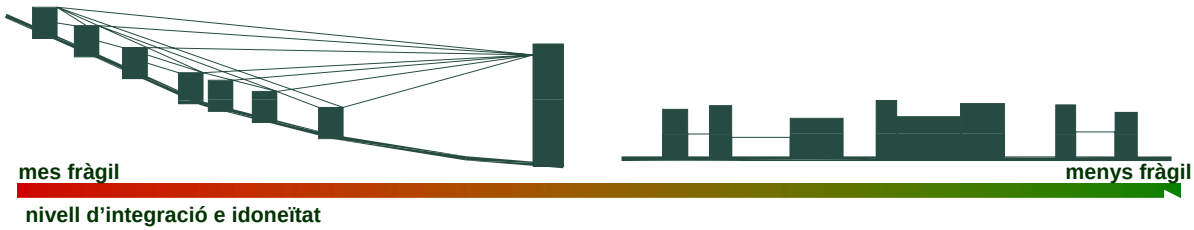
- la morfologia del terreny,
- la relació entre l'estructura viària i l'edificació,
- la composició urbana,
- el grau de mimetització de les instal·lacions solars.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.3 Impacte visual de les instal·lacions

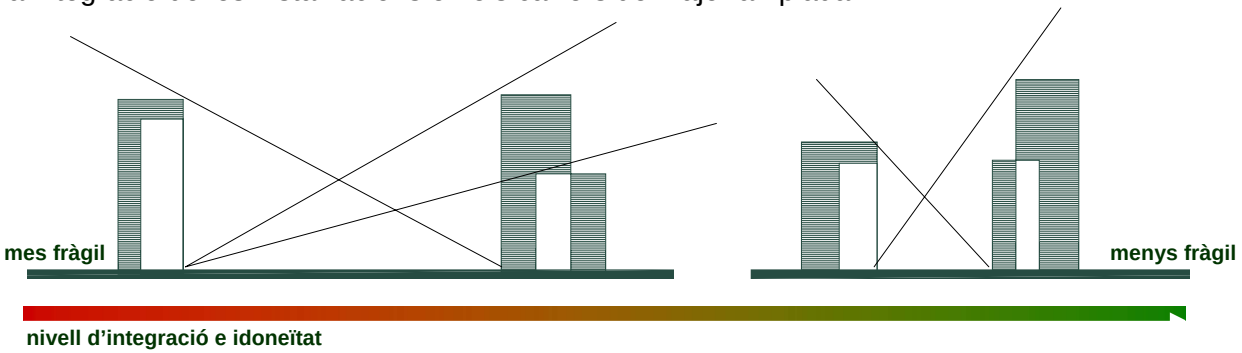
Morfologia topogràfica/densitat urbana

La visibilitat de les instal·lacions solars actives, especialment les que estan col·locades en cobertes, augmenta amb l'increment de pendent de la topografia i la densitat urbana. La fragilitat es major en sistemes urbans amb majors pendent i densitat, ja que augmenten els punts de visibilitat i es redueixen els elements que poden afavorir el seu camuflatge, com és la vegetació.



Relació estructura viària/edificació

L'estructura viària i les seves dimensions estan en estreta relació amb l'alçada (densitat) de l'edificació. La visibilitat de les instal·lacions solars actives des dels vials és major com més ample es el carrer, de manera que és important millorar la integració de les instal·lacions en els carrers de major amplada.

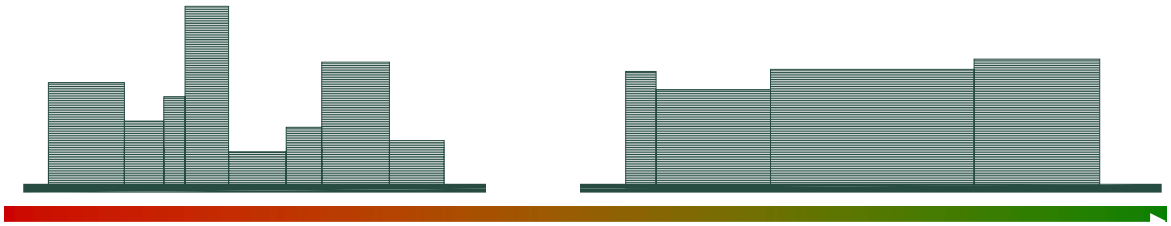


1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

2.3 Impacte visual de les instal·lacions

Heterogeneïtat/homogeneïtat urbana

La visibilitat de les instal·lacions depèn també de la homogeneïtat de l'estructura urbana. Altures d'edificis homogènies permeten una millor integració i menor visibilitat.



Grau de mimetització

El concepte de mimetització de les instal·lacions solars actives millora considerablement la seva integració en el teixit urbà. L'estratègia preveu la integració de les instal·lacions sense que es percebin com a tal o que el seu funcionament estigui combinat amb altres usos (paviments, obertures, pèrgoles, cobertes).

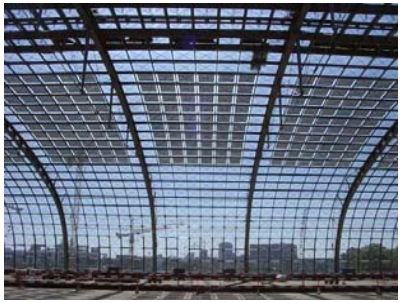
1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

3. Integració de captadors solars en edificis

Existeixen múltiples possibilitats per la integració arquitectònica dels captadors solars en els edificis.

El mercat de l'energia solar evoluciona fent captadors cada vegada mes flexibles de cara a la seva integració arquitectònica (principalment en el cas de captadors fotovoltaics).

En l'actualitat, en la majoria de casos, la integració dels captadors solars s'aborda en les últimes fases del projecte (en el capítol d'instal·lacions) i generalment el disseny i dimensionament de la instal·lació s'encarrega a tècnics especialitzats, els quals, valoren la adequació de la instal·lació i el seu rendiment per davant de criteris d'integració en l'edifici.

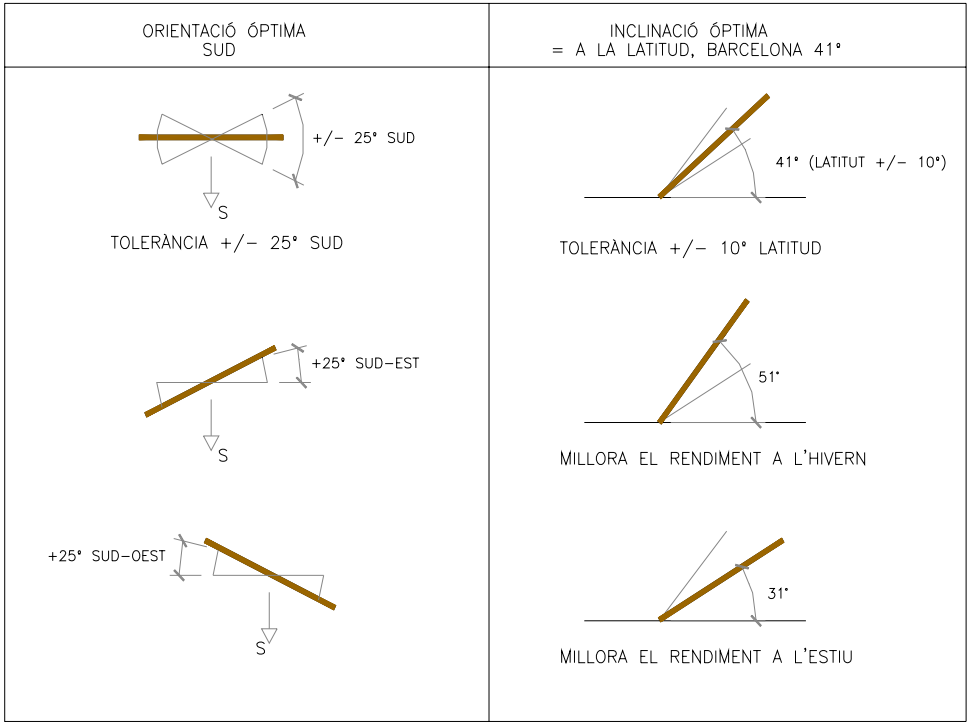


Per tant**, per aconseguir una bona integració dels captadors solars en els edificis, la seva incorporació s'ha de considerar des de l'inici del projecte.**

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

3. Integració de captadors solars en edificis

Hi ha una orientació e inclinació òptima pels captadors solars, en funció de la latitud i la funció del sistema de captació. Les normes tècniques que afecten aquest tipus d'instal·lacions determinen unes variacions en orientació e inclinacions òptimes, en post d'una bona integració arquitectònica del captador solar i per evitar l'efecte de possibles ombres.

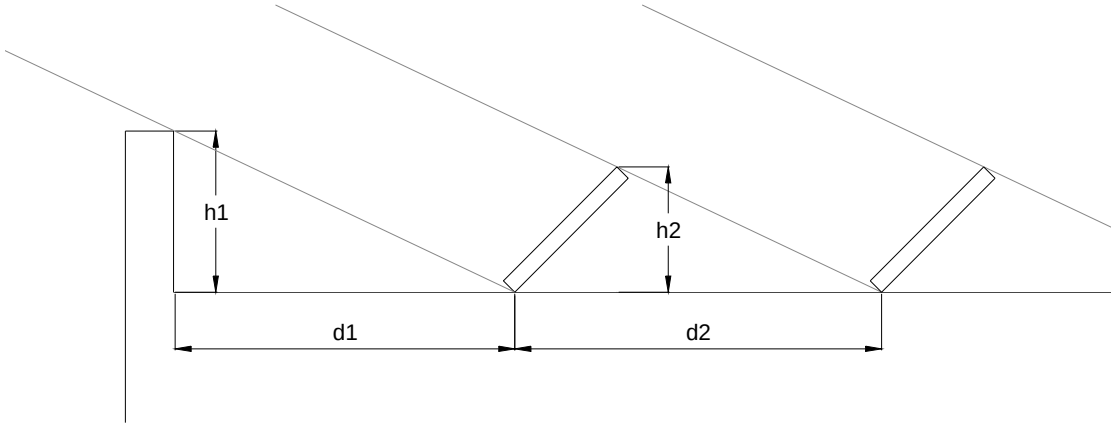


En el cas de variar la inclinació u orientació òptimes s'haurà de tenir en compte que hi haurà una pèrdua de rendiment del sistema i aquesta pèrdua haurà de compensar-se amb un augment de superfície de captació.

3. Integració de captadors solars en edificis

Càlcul d'ombres i distàncies entre col.lectors **RITE** (ITE 10.1.3.1)

Distancia entre col.lectors i obstacles $d_1 = 1.732 \cdot h1$



Distancia entre files de col·lectors : $d_2 = k \cdot h_2$

Inclinació º	20	25	30	35	40	45	50	55
Coeficient K	1.532	1.638	1.732	1.813	1.879	1.932	1.970	1.992

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

3.1 Criteris d'integració en edificis

CRITERIS D'INTEGRACIÓ DE CAPTADORS SOLARS EN COBERTA

La normativa municipal exigeix que la instal·lació dels col·lectors solars es realitzi de tal manera que no sigui possible la seva visió des dels espais públics immediats. En el cas de solucions singulars (pèrgoles, etc.), caldrà presentar un projecte d'integració específic.

• Evitar la visió de la instal·lació des de l'espai públic immediat. Considerar, en la disposició dels captadors, la seva possible visió des d'edificis o punts elevats propers.
• Evitar que els captadors sobrepassin l'envolvent de l'edifici.

• Grau d'integració en l'edifici: procurar alinear els captadors amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici.
• Estructura de suport: Minimitzar la visió de l'estructura, i dissenyar-la de manera que s'adeqüi a l'estètica de l'edifici.
• Dels conductes: procurar alinear els conductes amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

En general no es recomana la utilització d'equips termosifònics, per la seva dificultosa integració arquitectònica.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

3.1 Criteris d'integració en edificis

CRITERIS D'INTEGRACIÓ DE CAPTADORS SOLARS EN PARAMENTS VERTICALS (FAÇANES I MITGERES)

La normativa municipal vigent no contempla la incorporació massiva de col·lectors solars en façana, si bé n'admet la seva instal·lació condicionada a la presentació d'un projecte d'integració específic.

• Considerant l'elevada exposició visual dels col·lectors en aquesta posició, es considera que, en tots els edificis **resulta convenient que la instal·lació dels col·lectors respongui a un projecte unitari de tota la façana afectada.**

Es recomana, o bé optar per la formació d'una gran superfície captadora uniforme, o bé disposar els pannells de forma uniforme en tot el tancament, seguint el mateix patró de composició que la resta d'elements de la façana. També és convenient instal·lar els col·lectors solars com a elements de protecció solar de façanes i sobre tot de parets mitjeres sobre-exposades a la radiació solar.

CRITERIS D'INTEGRACIÓ DE CAPTADORS SOLARS EN ELEMENTS SINGULARS

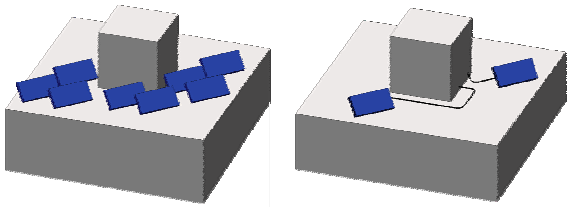
Promoure la incorporació col·lectors solars en els elements singulars de mobiliari urbà públic i privat (pèrgoles, quioscos, etc.)

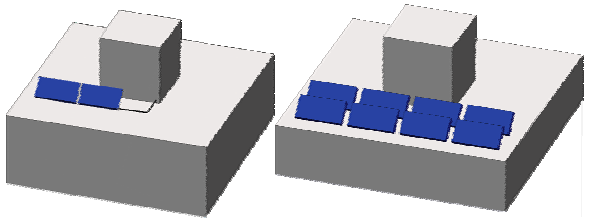
INDEPENDENT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR	√		
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI		√	

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

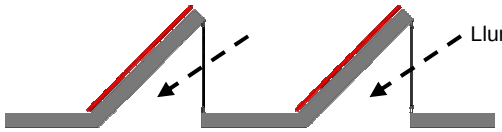
- Ubicar la instal·lació, sempre que sigui possible, de manera que no sigui visible des de l'espai públic immediat, edificis i punt elevats propers.
- Es recomana alinear els col·lectors amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici, cercant un equilibri entre eficiència energètica i integració visual.





CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: Pràcticament tots els tipus de pannells resulten tècnicament adequats, per la qual cosa es recomana escollir el que millor s'adapti a les característiques de l'edifici.
- En general no es recomana la utilització d'equips termosifònics, per la seva dificultosa integració arquitectònica.
- Estructura de suport: Minimitzar la visió de l'estructura, i dissenyar-la de manera que s'adeqüi a l'estètica de l'edifici.



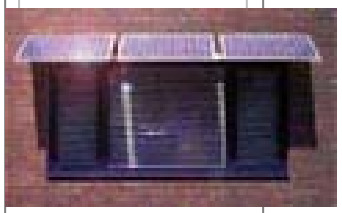
- Conduccions i elements auxiliars: procurar alinear els conductes amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

INDEPENDENT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR		√	
HAB .PLURIFAMILIAR		√	
OFICINA		√	
INDUSTRIA		√	
EQUIPAMENT		√	
PATRIMONI			√

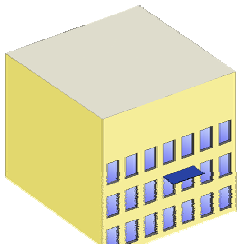
1. Objectius

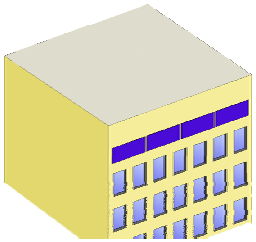
en l'edifici



ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- Donada l'elevada exposició visual dels col·lectors en aquesta posició, resulta convenient en tots els casos que la instal·lació dels col·lectors respongui a un projecte unitari de totes les façanes, evitant la col·locació d'elements de captació distorsionants amb la façana.
- Es recomana, o bé optar per la formació d'una gran superfície captadora uniforme, o bé disposar els pannells de forma uniforme en tot el tancament, seguint el mateix patró de composició que la resta d'elements de la façana.





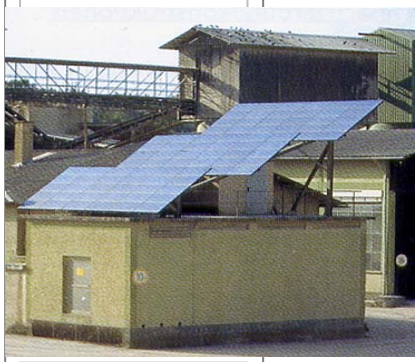
CRITERIS TÈCNICS

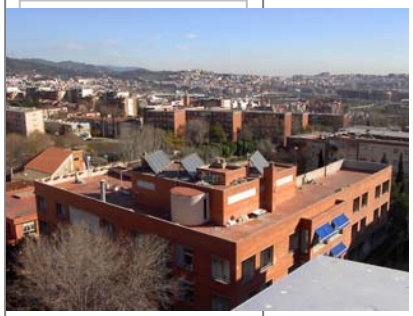
- Tipus de pannell: L'orientació de la façana i les limitacions d'orientació dels pannells condicionen molt els tipus de col·lectors a instal·lar en aquesta posició.
- Estructura de suport: Els pannells poden disposar-se independentment o bé sobre una estructura de suport comuna per a tots ells. En el primer cas la integració dels col·lectors s'ha de realitzar a nivell d'element arquitectònic, i en el segon cas, a nivell de parament de l'edifici.
- Conduccions i elements auxiliars: Resulta molt recomanable disposar el major nombre possible de conductes de manera oculta a la vista. En cas que els conductes vagin vistos, procurar alinear-los amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

INDEPENDENT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR			√
HAB .PLURIFAMILIAR			√
OFICINA			√
INDUSTRIA			√
EQUIPAMENT			√
PATRIMONI			√

1. Objectius





ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- L'elevada exposició visual d'aquesta solució, tant pel que fa als pannells com a la resta d'elements de la instal·lació comporta que resulti poc recomanable.
- En qualsevol cas, es recomana alinear els col·lectors amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici.

CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: Es recomana la disposició horitzontal dels col·lectors, de manera que es minimitzi el seu impacte visual, o bé escollir pannells de poca alçada, o bé tubs de buit, per tal de reduir el seu impacte visual. En general no es recomana la utilització d'equips termosifònics, per la seva dificultosa integració arquitectònica.
- Estructura de suport: Donat que l'estructura sempre és visible, resulta recomanable dissenyar-la ex-professo de manera que s'adeqüi a l'estètica de l'edifici.
- Conduccions i elements auxiliars: procurar alinear els conductes amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

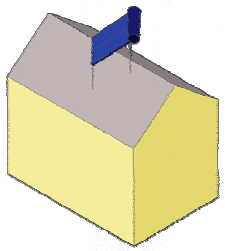
SUPERPOSAT

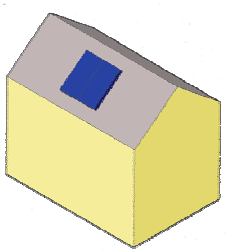
	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR	√		
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI		√	

1. Objectius

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- Donada l'elevada exposició visual dels col·lectors en aquesta posició, resulta convenient en tots els casos que la instal·lació dels col·lectors respongui a un projecte unitari de tota la coberta afectada, evitant la col·locació d'elements de captació aïllats.
- Es recomana situar els captadors amb la mateixa inclinació de la coberta, cercant un equilibri entre eficiència energètica i integració visual.





CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: Pràcticament tots els pannells resulten tècnicament adequats, si bé es recomana escollir aquells que per les seves dimensions i característiques s'adaptin a les dimensions i forma de la coberta. En general no es recomana la utilització d'equips termosifònics, per la seva dificultosa integració arquitectònica.
- Estructura de suport: En aquest cas l'estructura de suport és mínima i fàcilment ocultable sota el col·lector, excepte en el seu perímetre.
- Conduccions i elements auxiliars: procurar disposar els conductes per l'interior de la coberta, sota els pannells o bé alinear-los amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

SUPERPOSAT

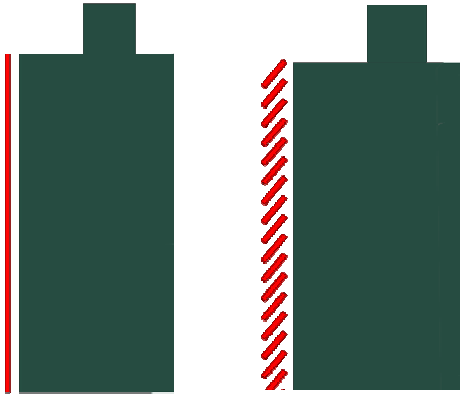
	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR		√	
HAB .PLURIFAMILIAR		√	
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI			√

1. Objectius

2. Integració urbana

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- Aquesta solució permet aprofitar els pannells fotovoltaics com a element ombrejador de façanes.
- Igualment, aquesta solució serveix com a sistema de rehabilitació de façanes i parets mitgeres amb insolació adequada.



CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: En aquesta posició sols resulta tècnicament viable la instal·lació de col·lectors solars fotovoltaics i tèrmics de tubs de buit.
- Estructura de suport: Donat que l'estructura és visible i forma part de l'aparença estètica del sistema, resulta recomanable dissenyar-la ex-professo de manera que s'adeqüi a l'estètica de l'edifici.
- Conduccions i elements auxiliars: procurar disposar els conductes per l'interior de la façana, sota els pannells o bé alinear-los amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

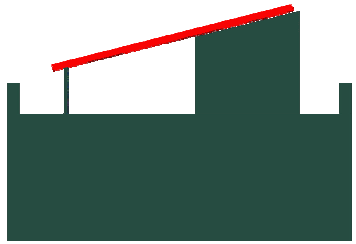
SUPERPOSAT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR	√		
OFICINA	√		
INDUSTRIA			√
EQUIPAMENT			√
PATRIMONI			√

1. Objectius

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- Donada que aquesta solució és altament visible i la superfície de suport limitada, resulta molt recomanable cobrir la totalitat de la coberta amb els elements captadors.
- En cas que la superfície de captació resulti insuficient, és possible estendre-la fora de la coberta en forma de pèrgola o voladís.



CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: Donada la reduïda superfície disponible en aquests casos, resulta necessari escollir sistemes d'alt rendiment. D'altra banda, també es recomana escollir aquells que per les seves dimensions i característiques s'adaptin millor a la forma i dimensions de la coberta de suport. En general no es recomana la utilització d'equips termosifònics, per la seva dificultosa integració arquitectònica.
- Estructura de suport: En aquest cas l'estructura de suport és mínima i fàcilment ocultable sota el col·lector, excepte en el seu perímetre.
- Conduccions i elements auxiliars: procurar disposar els conductes per l'interior de la coberta, sota els pannells o bé alinear-los amb els elements arquitectònics dominants de l'edifici i escollir de manera adequada els materials d'acabat i aïllament.

INTEGRAT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR	√		
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI			√

1. Objectius

3. Integració

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- Dissenyar el sistema de captació analitzant l'aspecte formal del conjunt de la coberta, entenent aquesta com a cinquena façana de l'edifici.
- Alguns tipus de pannells fotovoltaics ofereixen un cert grau de transparència que pot ésser aprofitat per a formar lluernaris.
- Considerar la possible generació de reflexes sobre l'entorn immediat (edificis alts propers, etc.).

CRITERIS TÈCNICS

- Aquesta solució només és aplicable en edificis d'obra nova o rehabilitacions integrals.
- Tipus de pannell: Com que són elements que substitueixen i fan la funció d'altres elements constructius de cobertura, només resulten aplicables aquells captadors dissenyats per a fer ésser instal·lats en aquesta situació. El major cost d'aquest tipus de captadors queda compensat per l'estalvi que suposa la seva doble utilització.
- Estructura de suport: És la del propi edifici, fet que comporta un estalvi econòmic afegit a aquest tipus d'instal·lacions respecte a les solucions superposades.
- Conduccions i elements auxiliars: Han de transcórrer per l'interior de l'edifici, juntament amb la resta d'instal·lacions.
- Manteniment: En aquesta solució cal preveure l'accessibilitat per a realitzar les feines de manteniment.

INTEGRAT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR	√		
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI			√

1. Objectius

en l'edifici

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- El sistema de captació s'ha d'integrar seguint el mateixos criteris compositius i formals de la resta de façanes de l'edifici.
- Alguns tipus de pannells fotovoltaics ofereixen un cert grau de transparència que pot ésser aprofitat per a formar obertures.
- D'altra banda, cal considerar la possible generació de reflexes sobre l'entorn immediat.

CRITERIS TÈCNICS

- Aquesta solució tan sols és aplicable en edificis d'obra nova o rehabilitacions integrals.
- Tipus de pannell: Com que són elements captadors substitueixen components de coberta només resulten aplicables aquells captadors dissenyats per a fer ésser instal·lats en aquesta situació. El major cost d'aquest tipus de captadors queda compensat per l'estalvi que suposa la seva doble utilització .Per questions de rendiment és mes recomanable la utilització de sistemes fotovoltàics, que a l'hora permeten l'aprofitament de l'energia tèrmica residual generada per la pròpia ventilació dels mòduls.
- Estructura de suport: És la del propi edifici, fet que comporta un estalvi econòmic afegit a aquest tipus d'instal·lacions respecte a les solucions superposades.
- Conduccions i elements auxiliars: Han de transcórrer per l'interior de l'edifici, juntament amb la resta d'instal·lacions.
- Manteniment: En aquesta solució cal preveure l'accessibilitat per a realitzar les feines de manteniment.

EXEMPT

	ES RECOMANA	AMB ESTUDI ADICIONAL	NO ES RECOMANA
HAB. UNIFAMILIAR	√		
HAB .PLURIFAMILIAR		√	
OFICINA	√		
INDUSTRIA	√		
EQUIPAMENT	√		
PATRIMONI		√	

1. Objectius

Anne
Norm

ASPECTES FORMALS A CONSIDERAR

- La disposició exempta dels col.lectors solars possibilita la seva integració en els elements singulars de mobiliari urbà (pèrgoles, quioscos, etc.)
- Aquesta solució pot integrar-se de forma exempta de l'edifici o bé situar-se sobre aquest en forma d'element singular (en aquesta cas s'haurà de presentar un estudi addicional que ha de ser aprovat per l'ajuntament).
- Definir la forma i mides dels elements de la instal·lació tenint en compte l'escala de la intervenció i les característiques de l'entorn on s'ubicarà.

CRITERIS TÈCNICS

- Tipus de pannell: En aquest cas, caldrà escollir pannells que admetin un ús exposat, de fàcil integració, resistència als requeriments d'espais públics i instal·lacions auxiliars necessàries.
- Estructura de suport: L'estructura forma part essencial de la instal·lació i de la seva imatge, de manera que resulta fonamental dissenyar-la de manera acurada.
- Conduccions i elements auxiliars: disposar els conductes i altres elements auxiliars de manera oculta o bé integrada en el disseny global del sistema captador.

3.2 Possibilitats constructives i tècniques d'integració en els edificis

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

Veure taula en document annex

3.2 Possibilitats constructives i tècniques d'integració en els edificis

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

Veure taula en document annex

Annex 1. Anàlisi de normativa

A continuació s'exposa part de la normativa urbanística d'aplicació a les instal·lacions d'energia solar a la ciutat de Barcelona.

1. Ordenança solar de Barcelona
2. Ordenança Metropolitana d'edificació
3. Ordenança de Rehabilitació de l'Eixample
4. Ordenança dels usos del Paisatge urbà

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

Annex 1. Ordenança Solar de Barcelona

Article/ Objecte	Contingut
11.3 / Integració arquitectònica dels captadors	...*"Per evitar un impacte visual inadmissible, les realitzacions als edificis on s'instal·li un sistema de captació d'energia solar hauran de preveure les mesures necessàries per assolir la seva integració a l'edifici. En qualsevol cas, cal que el tancament perimetral del terrat tingui la màxima alçada permesa per les Ordenances d'edificació, a fi que formin una pantalla natural que* ***amagui el millor possible*** *el conjunt de captadors i altres equips complementaris"* Per tant, la ordenança solar redueix la integració dels captadors solars a una estratègia d'ocultació.
16 / Protecció del paisatge urbà	...*"A les instal·lacions regulades en aquesta ordenança és d'aplicació allò que s'estableixen els articles 73 i 75 de les Normes Urbanístiques del Pla General Metropolità i els articles 86 a 89 de les Ordenances Metropolitanes d'edificació, en ordre a* ***impedir la desfiguració de la perspectiva del paisatge*** *o el trencament de l'harmonia paisatgística o arquitectònica i també a la preservació i protecció dels edificis, els conjunts, els entorns i els paisatges inclosos als corresponents catàlegs o plans urbanístics de protecció del patrimoni"* Per tant, els criteris d'integració de captadors han de respondre als articles esmentats de les **Ordenances Metropolitanes d'edificació**, que s'exposen a continuació.

Annex 1. Ordenances Metropolitanes d'Edificació

Article/ Objecte	Contingut
73-75 N.U / Protecció del medi ambient i els conjunts històric-artístics.	*... "La protecció del medi ambient i la conservació i protecció de la naturalesa i del paisatge en general, en el marc del planejament urbanístic..."* **pot motivar la denegació de llicencies, per entre d'altres motius** *..." la desfiguració de la perspectiva del paisatge o ruptura de l'harmonia paisatgística i arquitectònica*." També es protegiran *..."el conjunt d'edificis catalogats i els elements naturals i paisatgístics ..."*
239 i 251 N.U / Determinació d'alçades màximes d'edificació	Per sobre de l'alçada reguladora màxima, només es permetran**:** *a) "la coberta terminal de l'edifici d'inclinació inferior al 30%, b)Cambres d'aire d'alçada màxima de 0,60 cm,* ***c) Les baranes d'alçada màxima de 1,80 m****, d) els elements opacs de separació entre terrats d'alçada màxima 1,80 m o de 2,50 si son calats, e) Els elements tècnics de les instal·lacions, f) els remats decoratius de les façanes.*
86-89 / característiques estètiques de les edificacions.	*... " Les construccions hauran d'adaptar-se, en allò bàsic, a l'ambient estètic del sector..." en llocs d'especial interès paisatgístic ..."* ***no es permetrà que la situació, massa i alçada dels edificis, murs i tancaments o la instal·lació d'altres elements, limiti el camp visual ...., trenqui l'harmonia del paisatge o desfiguri la seva perspectiva*****".** En quant al patrimoni artístic i cultural, és competència de la Direcció General de Patrimoni. En qualsevol cas, *..."serà preceptiu, com a previ a la concessió de la corresponent llicència d'obres, l'informe"...* del servei de Patrimoni.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 1. Ordenança de rehabilitació de l'Eixample

Article/ Objecte	Contingut
17 / Integració de cossos d'instal·lacions	*... "No s'admeten instal·lacions en els terrats o cobertes de la planta baixa a l'interior d'illa. Els cossos d'instal·lacions es disposaran com a mínim a 5 metres de distància de les façanes, i sempre dins un perfil regulador que no ultrapassi un plànol que formi un pendent del 30% amb el coronament de l'edifici a cadascuna de les façanes. La seva alçada es reduirà, en la mesura que sigui possible, i en cap cas superarà els 3m".* Segons aquest article, **la superfície de coberta lliure d'obstacles per a la col·locació d'instal·lacions és molt reduïda**. Si s'entén l'element captador d'energia solar com una instal·lació, és podria veure limitat l'assoliment del 60% de cobertura de la demanda energètica

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 1. Ordenança dels usos del paisatge urbà de Barcelona

Article/ Objecte	Contingut
46/ tractament d'acabats en **terrats transitables**	*1. **Aquestes instal·lacions hauran de situar-se en els terrats, sense que siguin perceptibles des de la via pública i en les condicions establertes en aquesta ordenança*** (veure article 76).
	Alternativament, s'acceptaran altres emplaçaments que disminueixin l'impacte visual i millorin la integració a l'edifici.
74/ Tractament d'acabats en **terrats transitables**	*1. …preferentment ceràmica fina de color natural.*
	No s'admetran els acabats negres ni protecció alumínica reflectant
75/ **Cobertes inclinades**	*En cas d'intervenció en edificis amb cobertes inclinades, es respectaran les solucions, **elements i cromatisme originals de l'edifici**.*
	En edificis de nova planta s'utilitzaran solucions coherents amb la seva arquitectura
76/ Usos admesos en **terrats**	*S'admet la col·locació d'aparells de captació solar i condicionadors d'aire i els seus conductes, sempre que no malmetin o es fixin en elements o parets singulars de l'edifici, **ni siguin visibles des dels espais públics inmediats**.*
	*S'admet la disposició d'aparells i instal·lacions en els terrats sempre **que el conjunt estigui endreçat i protegit visualment segons un projecte global**, i no sigui visible des dels espais públics inmediats.*
	Queda prohibida la col·locació d'instal·lacions en els terrats i cobertes en altres condicions que les que preveu aquest article

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 1. Ordenança dels usos del paisatge urbà de Barcelona

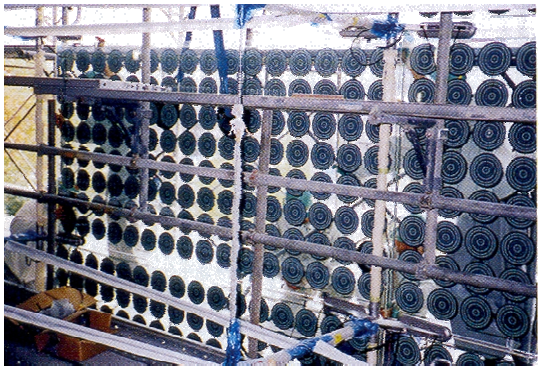
Article/ Objecte	Contingut
40 / Manteniment de la composició arquitectònica de **façanes**	*3. **No es poden col·locar instal·lacions sobre les façanes**, tret de les expressament autoritzades (servei, telefonia, electricitat i gas) amb les condicions i en els àmbits permesos.*
	*La col·locació d'aquestes instal·lacions serà objecte d'un estudi edifici per edifici a efectes de **minimitzar l'impacte visual**, per la qual s'aprofitarà en tot moment la morfologia pròpia de l'edifici.*
	*4. La col·locació de conductes aparells i altres elements de les instal·lacions, individuals o comunitàries, sobre les façanes dels edificis, estarà condicionada a la presentació d'un **projecte d'integració global de la composició arquitectònica de l'edifici que haurà d'esser acceptada per serveis tècnics municipals mitjançant la corresponent llicència.***
65 / Usos admesos en els **coronaments** dels edificis	*1. **Rètols identificadors***
	2. Condicions per als retols: ancorats d'un en un en el pla de façana. S'ha de centrar respecte als elements definitoris superiors, inferiors i laterals del lloc que ocupi. Que no oculti els elements arquitectònics i decoratius ni els perfils de coberta
	3. Rètols publicitaris: b) per a la instal·lació d'aquests rètols publicitaris és de compliment obligatori la presentació del corresponent projecte tècnic que avali la millora paisatgística de la proposta

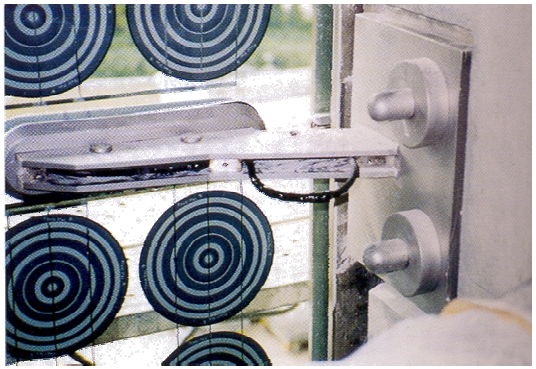
Annex 2. Tecnologia

En aquest apartat es fa una relació no exhaustiva dels tipus de captadors solars tèrmics i fotovoltaics per mostrar la seva flexibilitat o rigidesa, a l'hora de seva implantació en un edifici.

Posteriorment s'analitza com disminueix el rendiment del captador, si canviem la seva orientació i inclinació respecte de la òptima.

1. Tipus de captadors solars tèrmics i fotovoltaics; flexibilitat d'integració
2. Rendiments per orientació i inclinació





1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 2. Tipus de captadors solars

En general, la integració arquitectònica dels sistemes de captació solars fotovoltaics (captadors i equips auxiliars) presenta més facilitats que els captadors d'energia solar tèrmica.

Això és degut a que:

1. Els captadors fotovoltaics són més lleugers que els tèrmics requerint menys elements de suport.

2. L'acumulació i distribució de la calor recollida en els captadors tèrmics requereix grans volums d'acumulació d'aigua de difícil integració en molts casos.

3. La extracció de l'energia en fotovoltaics només necessita cablejat elèctric, molt més fácil d'integrar que les canonades d'aigua.

4. Els captadors d'energia solar tèrmica necessiten ser més accessibles per al manteniment, restringint així les possibles ubicacions.

En les següents pàgines es presenten els principals tipus de captadors solars tèrmics i fotovoltaics i les seves possibilitats d'integració arquitectònica.

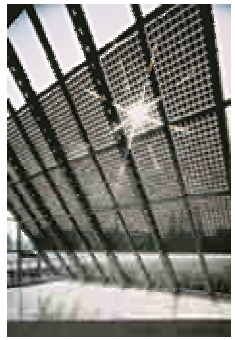
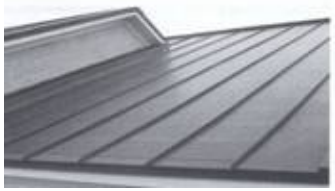
1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 2. Tipus de captadors solars tèrmics

Tipus de col·lector	Possibilitats d'integració	Aplicacions	Exemples
Col·lector pla sense coberta	Per la seva forma, mides, pes i rigidesa és el més flexible a l'hora d'integrar-lo estructuralment a l'edifici.	Escalfament de piscines descobertes i producció d'ACS.	
Col·lector pla amb una coberta	Generalment és un element de mides estàndards i amb requeriments d'implantació poc flexibles. Es el més òptim per a producció d'ACS.	Producció d'ACS, calefacció a baixa temperatura, escalfament de piscines cobertes i descobertes.	
Tubs de buit	Bones condicions d'integració perquè els mòduls són elements tubulars que es poden disposar en façanes.	Producció d'ACS, calefacció, escalfament de piscines, refrigeració (en combinació amb equips d'absorció)	

Annex 2. Tipus de captadors solars fotovoltaics

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Tipus	Possibilitats d'integració
Mòdul fotovoltaic rígid	
Mòdul fotovoltaic flexible o corbat	
Petits elements	

1. Objectius

2. Integració urbana

3. Integració en l'edifici

Annex 1 Normativa

Annex 2 Tecnologia

Annex 2. Rendiments per orientació i inclinació dels captadors

La integració arquitectònica dels captadors solars pot suposar haver d'instal·lar-los en orientacions i inclinacions diferents de les òptimes des del punt de vista del rendiment. Els rendiments exposats a la taula de la página següent indiquen els rendiments (%) respecte a una orientació i inclinació òptimes per a captadors d'energia solar tèrmica (EST) i Fotovoltaica (PV).

S'ha escollit una illa tipus de l'Eixample per tal d'il·lustrar la relació entre orientació i eficiència dels captadors. Evidentment aquesta solució és extrapolable a la resta d'edificis de la ciutat, que en la majoria de casos no es troben orientats a sud.

El futur Codi Tècnic de l'Edificació no fixarà criteris d'integració arquitectònica, però, en canvi, admetrà que els rendiments per orientació i inclinació se subordinin a una bona integració arquitectònica del sistema de captació solar.

Concretament:

• Per a captadors en general s'admeten unes pèrdues de fins a 10%

• Per a captadors paral·lels a l'envolvent de l'edifici s'admeten pèrdues de fins a 20%

• Per a captadors totalment integrats s'admeten pèrdues de fins a 40%

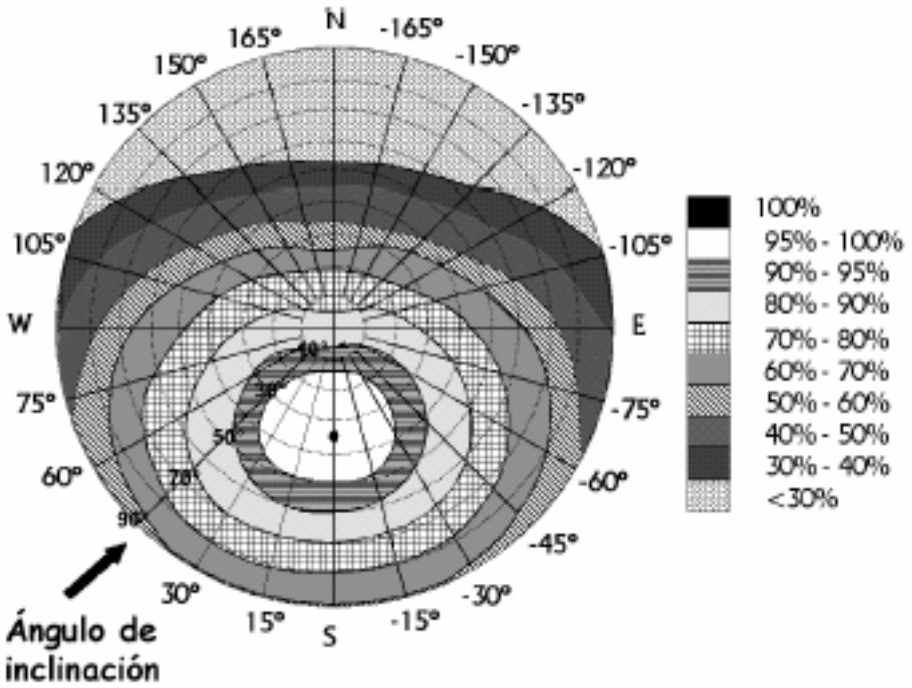
Com es pot veure, excepte en captadors per a producció d'energia solar fotovoltaica, el rang admissible d'orientacions i inclinacions des del punt de vista del rendiment és molt ample.

Els valors dels rendiments s'han obtingut a partir del segon projecte de Codi Tècnic de l'Edificació.

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 2. Rendiments per orientació i inclinació dels captadors

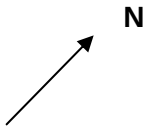
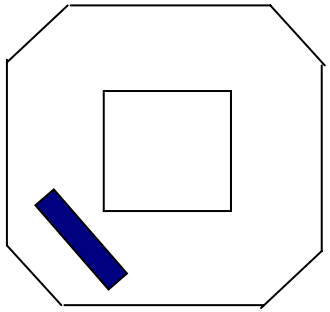
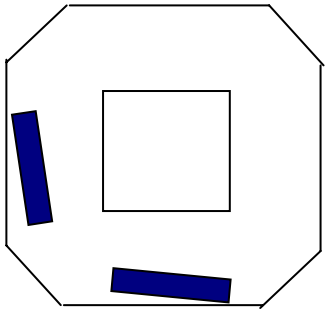
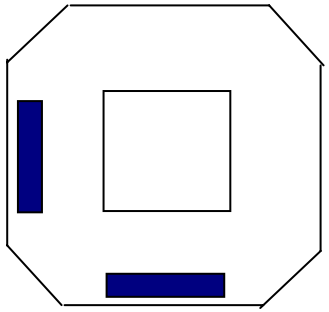
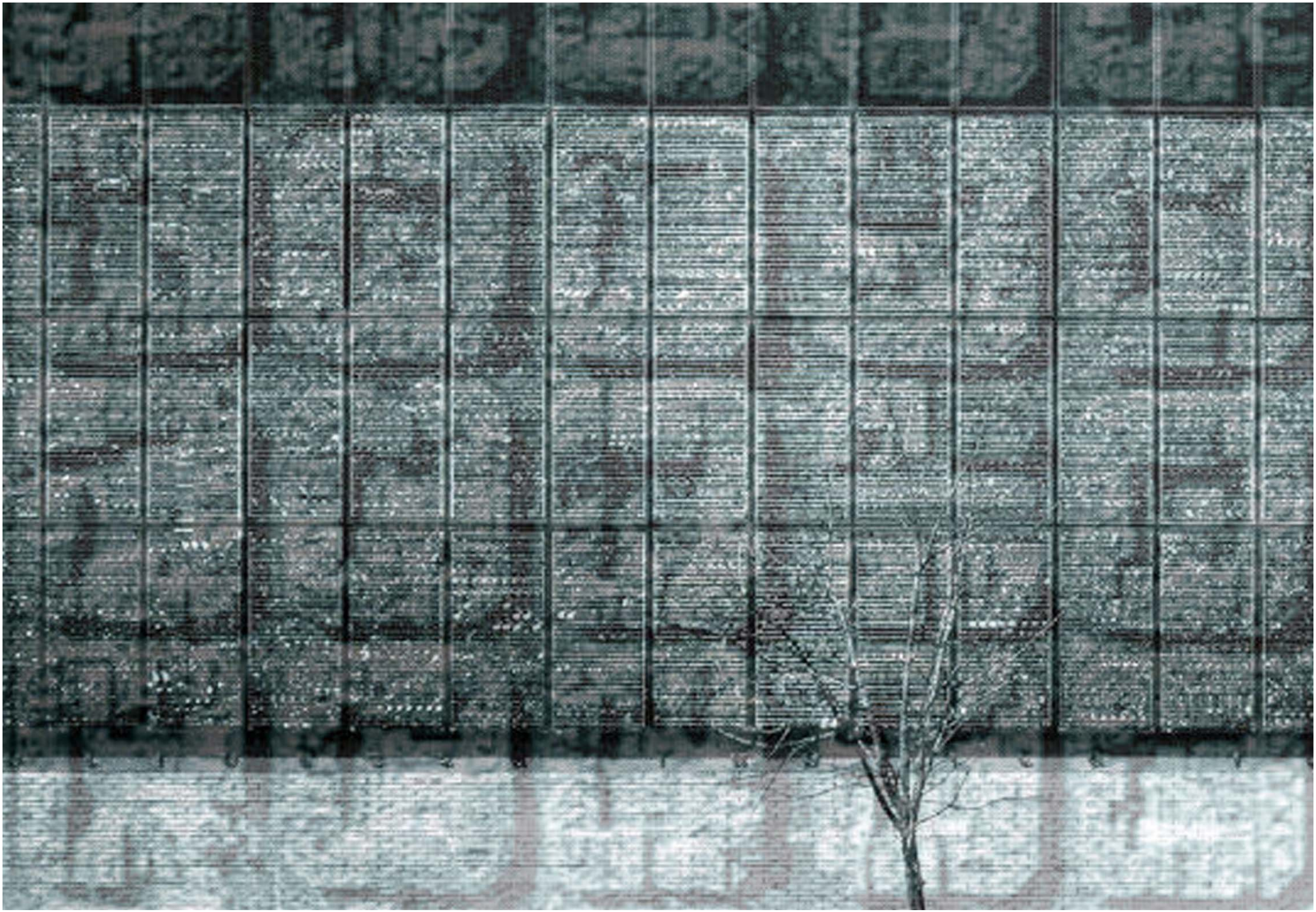
Per poder avaluar les pèrdues per orientació i inclinació, es pot utilitzar la taula proposada al Plec de Condions tècniques d'instal·lacions de Baixa temperatura de l'IDAE.



Carta d'aprofitament solar per a 41º de latitud

1. Objectius
2. Integració urbana
3. Integració en l'edifici
Annex 1 Normativa
Annex 2 Tecnologia

Annex 2. Rendiments per Orientació i inclinació dels captadors

	Acimut (º)	0 - sud		22,5		45	
Inclinació (º)	Exemple d'orientació a l'Eixample 						
41,25	Orientació òptima	EST	PV	EST	PV	EST	PV
		100	99	98	99	93	99
90	Vertical	EST	PV	EST	PV	EST	PV
		71	59	70	57	64	51
15	Quasi horitzontal	EST	PV	EST	PV	EST	PV
		92	97	92	97	92	97
0	Horitzontal	EST	PV	EST	PV	EST	PV
			88		88		88