

FONTI RINNOVABILI

IMPIANTI FOTOVOLTAICI

I dispositivi che consentono di ricavare direttamente energia dal sole sono di diversi tipi:

- i pannelli solari per produrre acqua calda,
- i sistemi fotovoltaici per produrre elettricità
- specchi concentratori per produrre calore ad alta temperatura da utilizzare in centrali elettriche.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI:

- producono elettricità
- non necessitano di alcun combustibile
- non richiedono praticamente manutenzione
- offrono il vantaggio di essere costruiti "su misura", secondo le reali necessità dell'utente.

- La quantità di energia solare che arriva sulla superficie terrestre e che può essere utilmente raccolta da un dispositivo fotovoltaico dipende dall'**irraggiamento** del luogo.
- L'**irraggiamento** è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/m² giorno).
- Il valore istantaneo della radiazione solare incidente sull'unità di superficie viene invece denominato **radianza** (kW/m²)

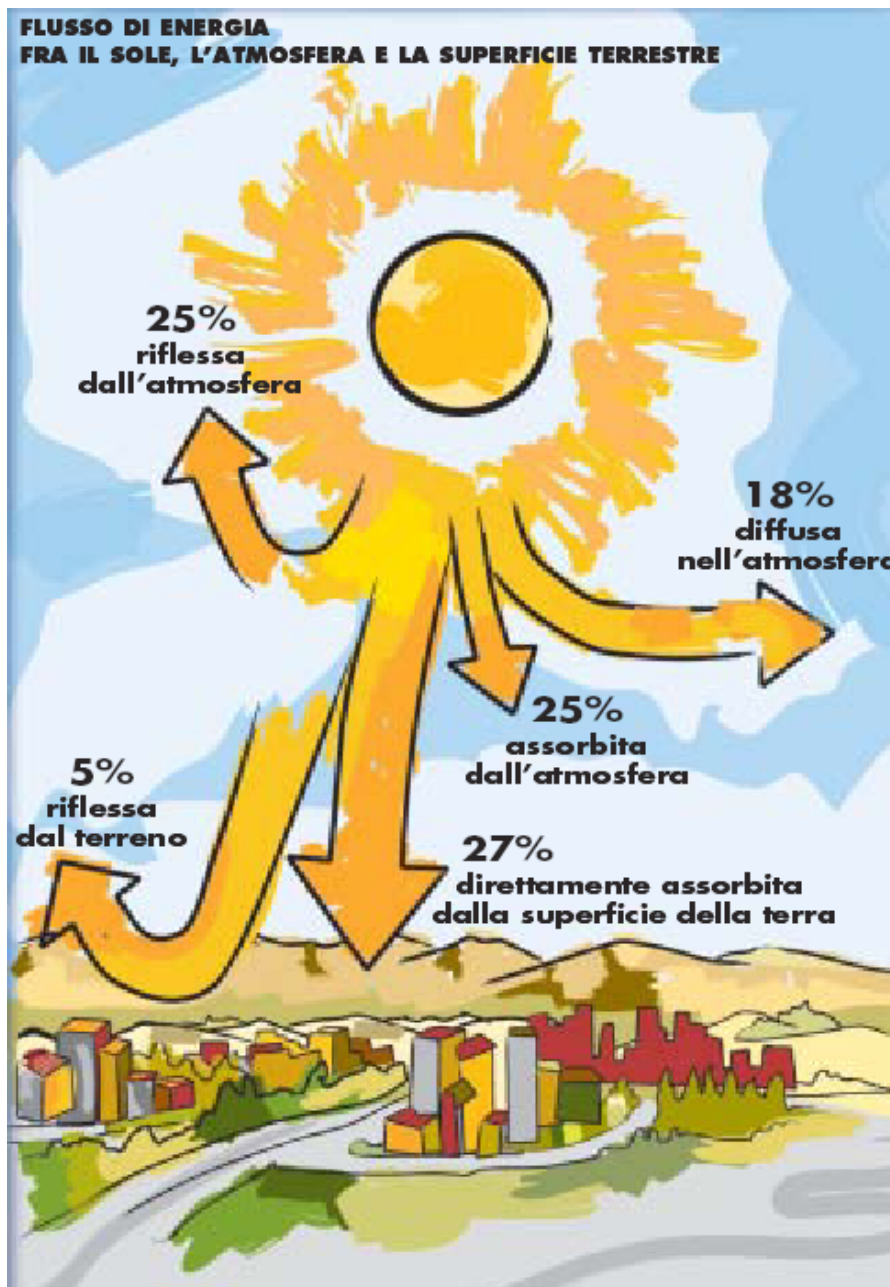
- L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia ecc..) e dipende dalla latitudine del luogo: come è noto cresce quanto più ci si avvicina all'equatore.

- In Italia, l'irraggiamento medio annuale varia tra:

- 3,6 kWh/m² giorno della pianura padana

- 4,7 kWh/m² giorno del centro Sud

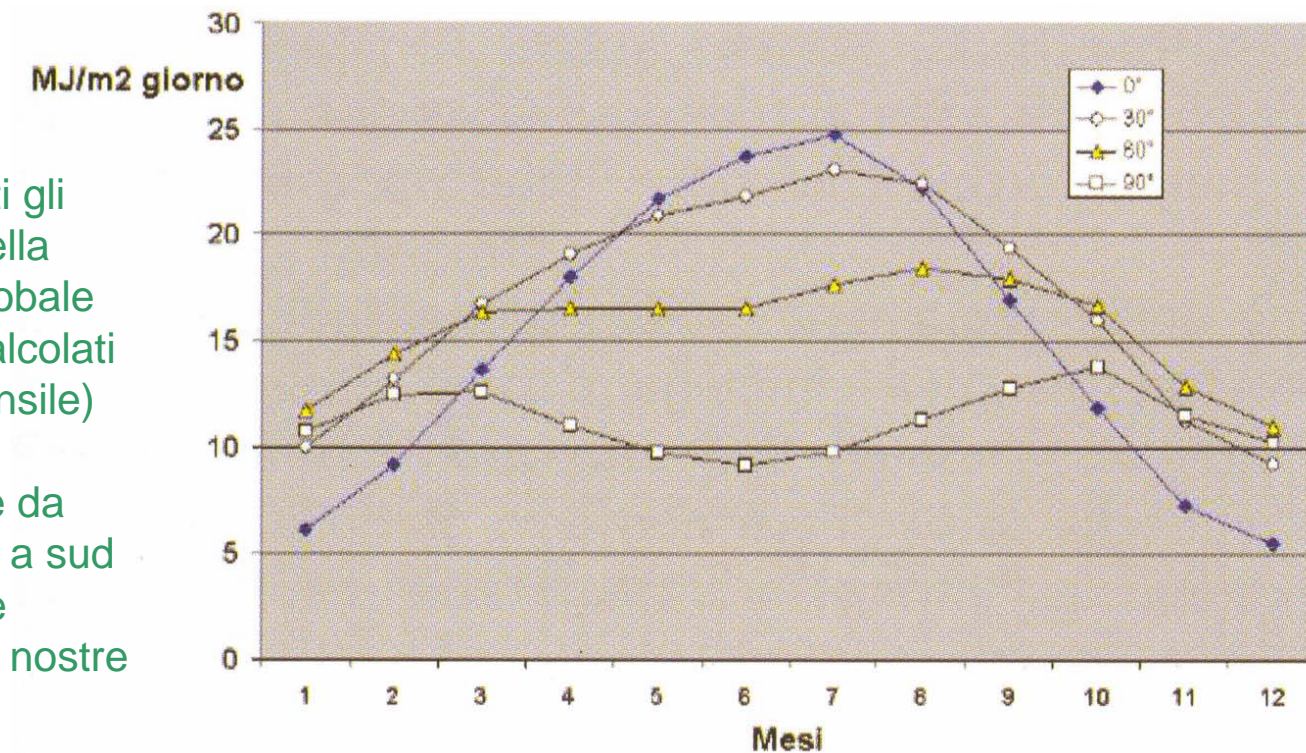
- 5,4 kWh/m² giorno della Sicilia.



Radiazione solare a Roma

- L'angolo di inclinazione che consente la max resa nei mesi invernali è maggiore rispetto all'angolo di inclinazione dei mesi estivi, a causa dei più bassi valori dell'altezza del sole nel periodo invernale.

• sono riportati gli andamenti della radiazione globale giornaliera (calcolati su media mensile) su superfici caratterizzate da orientamento a sud e inclinazione variabile, alle nostre latitudini.



↳ *Radiazione giornaliera, media mensile, incidente su superfici variamente inclinate (kWh/m² giorno)*

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Annuale
orizzontale	1,69	2,54	3,78	4,89	6,02	6,58	6,86	6,16	4,69	3,29	2,02	1,51	4,19
10° sud	2,05	2,9	4,13	5,24	6,15	6,64	6,99	6,44	5,11	3,76	2,43	1,87	4,48
30° sud	2,69	3,42	4,52	5,37	6	6,31	6,77	6,55	5,55	4,43	3,05	2,42	4,76
60° sud	2,83	3,58	4,33	4,67	4,82	4,86	5,35	5,58	5,52	4,61	3,42	2,83	4,35
verticale sud	2,65	3,02	3,31	3,25	2,92	2,77	3,1	3,56	3,82	3,8	3,05	2,61	3,15
verticale SO/SE	2,12	2,52	3,05	3,28	3,35	3,38	3,65	3,85	3,64	3,19	2,45	2,06	3,05
verticale E/O	1,23	1,67	2,4	2,99	3,42	3,65	3,77	3,61	2,92	2,12	1,46	1,15	2,54

(sito di installazione: Roma).

- Vista l'estrema variabilità dei valori nel corso dell'anno, conviene riferirsi al valore giornaliero medio annuo, che si ottiene con le diverse inclinazioni. Dalla tabella risulta che la max insolazione nel corso dell'anno si ottiene orientando la superficie captante a sud con un' inclinazione di 30°.

Sistemi fotovoltaici

Un sistema fotovoltaico è in grado di trasformare, direttamente ed istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza quindi l'uso di alcun combustibile.

Viene sfruttato il cosiddetto *effetto fotovoltaico*, cioè la capacità che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati, di generare elettricità se esposti alla radiazione luminosa.

Questo vuol dire che l'impianto produrrà:

1. Energia continua
2. Solo quando c'è il sole

- Tutti gli impianti solari producono energia SFASATA rispetto al periodo di utilizzo
- Per ovviare allo sfasamento si usa un sistema di ACCUMULO
- Questo consente di immagazzinare l'energia solare per utilizzarla al momento opportuno.
- Tutti gli impianti solari devono prevedere un ACCUMULO

- Proprio in relazione all'accumulo, possiamo distinguere 2 tipi di impianto fotovoltaico:
 - **Stand alone**, o isolato dalla rete con accumulo costituito da apposito pacco batteria
 - **Grid connected**, o connesso alla rete.

- **Stand alone**, o isolato dalla rete con accumulo costituito da apposito pacco batteria



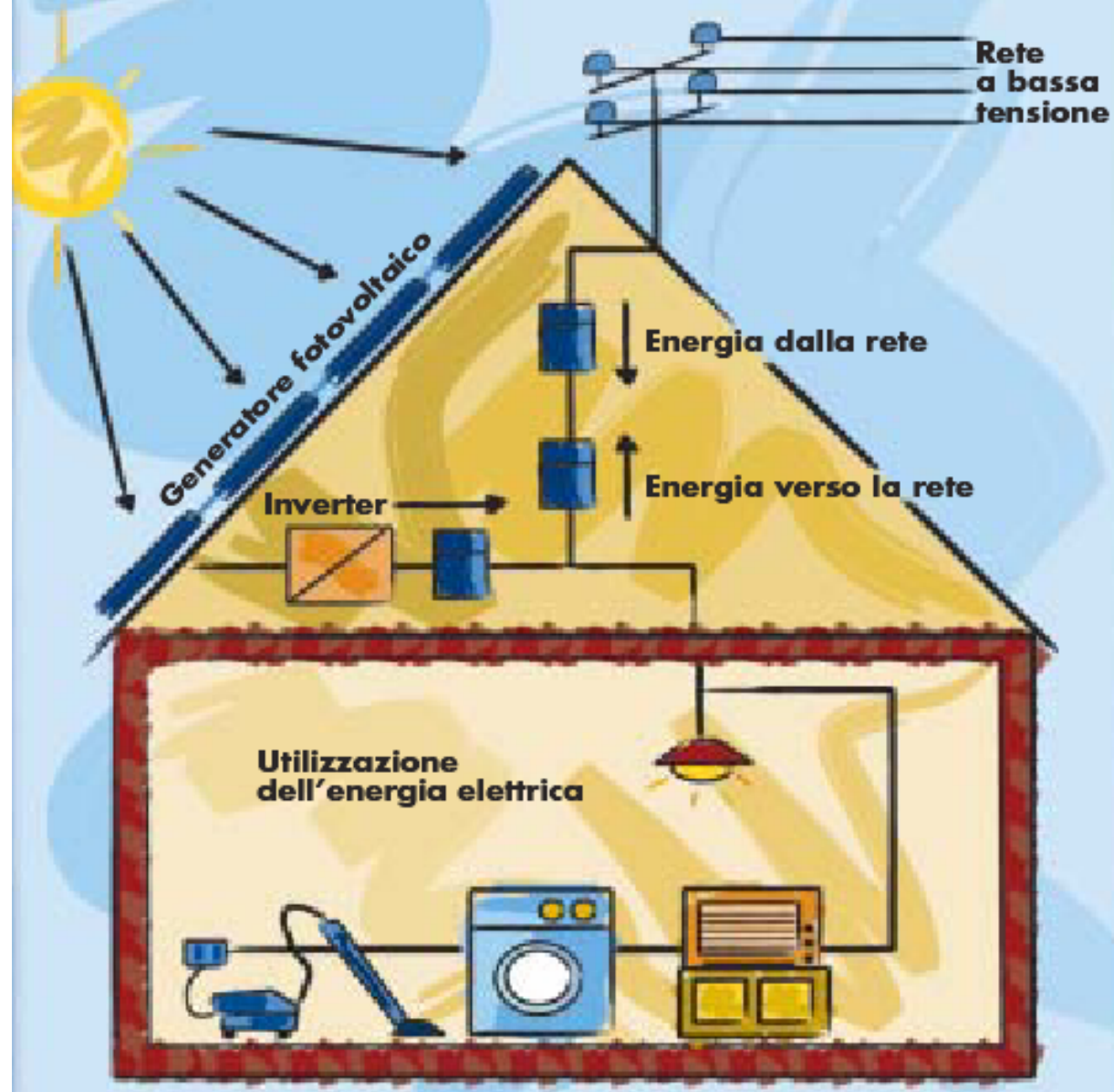
Questi impianti risultano tecnicamente ed economicamente vantaggiosi nei casi in cui la rete elettrica è assente o difficilmente raggiungibile. Infatti spesso sostituiscono i gruppi elettrogeni.

- **Grid connected**, o connesso alla rete.



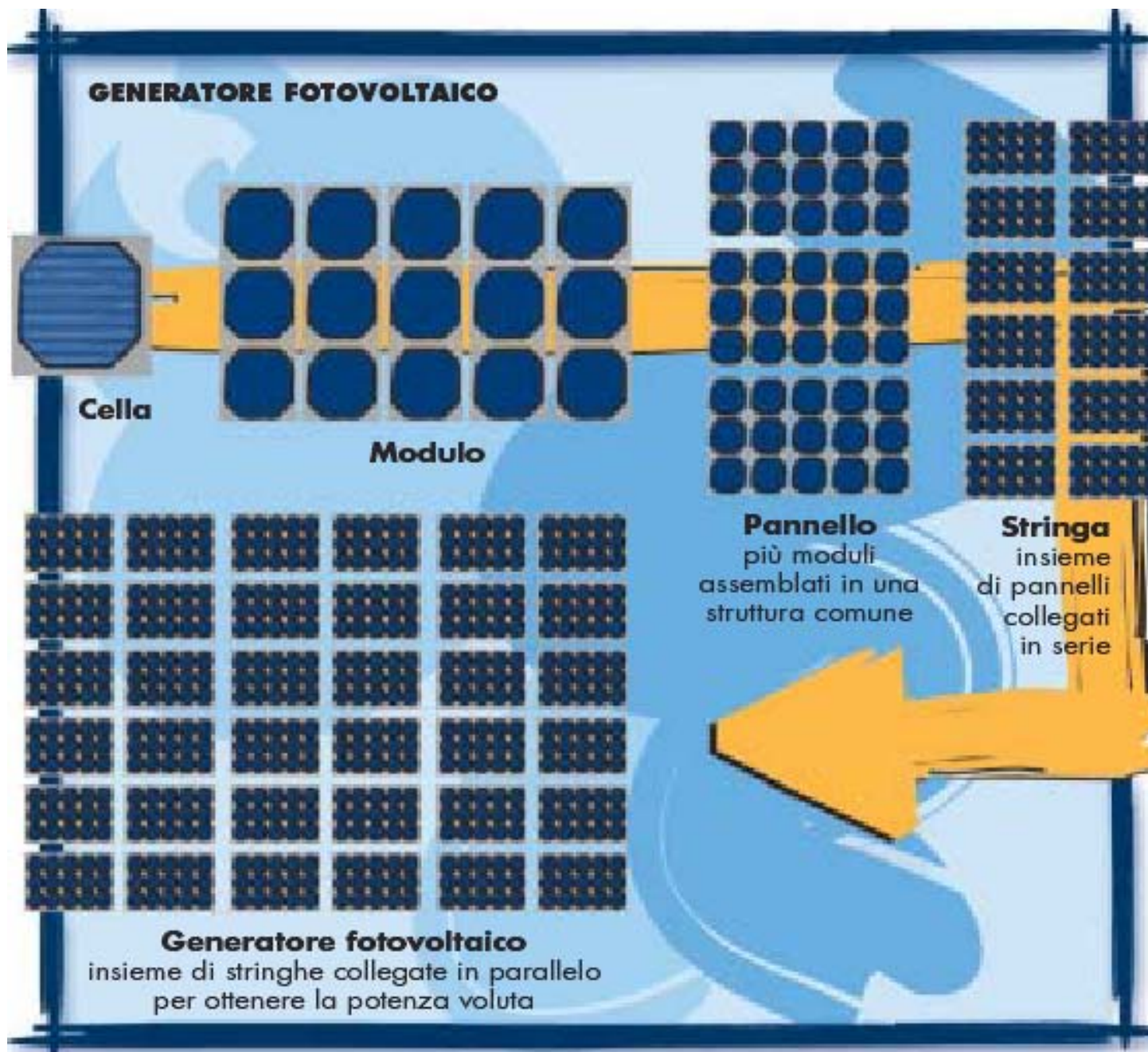
Sono impianti stabilmente collegati alla rete elettrica. Nelle ore in cui il generatore fotovoltaico non è in grado di produrre l'energia necessaria a coprire la domanda di elettricità, la rete fornisce l'energia richiesta. Viceversa, se il sistema fotovoltaico produce energia elettrica in più, il surplus viene trasferito alla rete e contabilizzato

SCHEMA DI UN'UTENZA DOTATA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RETE ELETTRICA



Un sistema fotovoltaico è essenzialmente costituito da un “generatore”, da un “sistema di condizionamento e controllo della potenza” e da un eventuale “accumulatore” di energia, la batteria, e naturalmente dalla struttura di sostegno.

La **cella fotovoltaica** è il componente elementare del sistema ed è costituita da una sottile “fetta” di un materiale semiconduttore, quasi sempre silicio, di spessore minore o uguale a 0,3 mm. Può essere rotonda o quadrata e può avere una superficie compresa tra i 100 e i 225 cm².



FV

Solare Termico



EFFICIENZA

- L'efficienza è la percentuale di energia solare che viene convertita in energia elettrica.
- Si può definire l'efficienza per ciascuna cella e l'efficienza complessiva del modulo.
- I valori sono di circa:
 1. 12-14 % per il Si poli
 2. Non meno di 14 % per un buon modulo in Si mono
 3. Meno del 10 % per un modulo amorfo

FATTORI DI PERDITA

- Irraggiamento $< 1000 \text{ W/mq}$
- Sporciamento dei moduli
- Effetto temperatura
- Ombreggiamento
- Perdite di collegamento e lungo i cavi
- Perdite all'inverter

PRODUTTIVITÀ

- La produttività è l'energia che può essere prodotta in un anno da un impianto fotovoltaico in rapporto alla sua potenzialità
- La potenzialità di un impianto corrisponde alla sua potenza di picco
- Potenza in condizioni standard:
 1. 1000 W/m²
 2. 25 ° C di T della cella
- Valori tipici della produttività sono:
 - 1100-1200 kWh/kWp al Nord
 - 1300-1500 kWh/kWp al Centro
 - 1500-2000 kWh/kWp al Sud

La **quantità di energia prodotta** da un generatore fotovoltaico varia nel corso dell'anno e dipende da una serie di fattori come la latitudine e l'altitudine del sito, l'orientamento e l'inclinazione della superficie dei moduli, e le caratteristiche di assorbimento e riflessività del territorio circostante. A titolo indicativo alle latitudini dell'Italia centro-meridionale un metro quadrato di moduli può produrre in media 0,3-0,4 kWh al giorno nel periodo invernale e 0,6-0,8 in quello estivo.

Per ottenere la massima produzione di energia, in **fase di progettazione** di un impianto, bisogna studiare l'irraggiamento e l'insolazione del sito. Questo consente di decidere l'inclinazione e l'orientamento della superficie del dispositivo captante.

NB_L'importante è, naturalmente, posizionare il pannello in modo da evitare zone d'ombra.

La dimensione dell'impianto sarà funzione dell'energia richiesta. Questa determinerà, la potenza da installare, il numero di moduli necessari, il costo del sistema e il costo del kilowattora elettrico generato

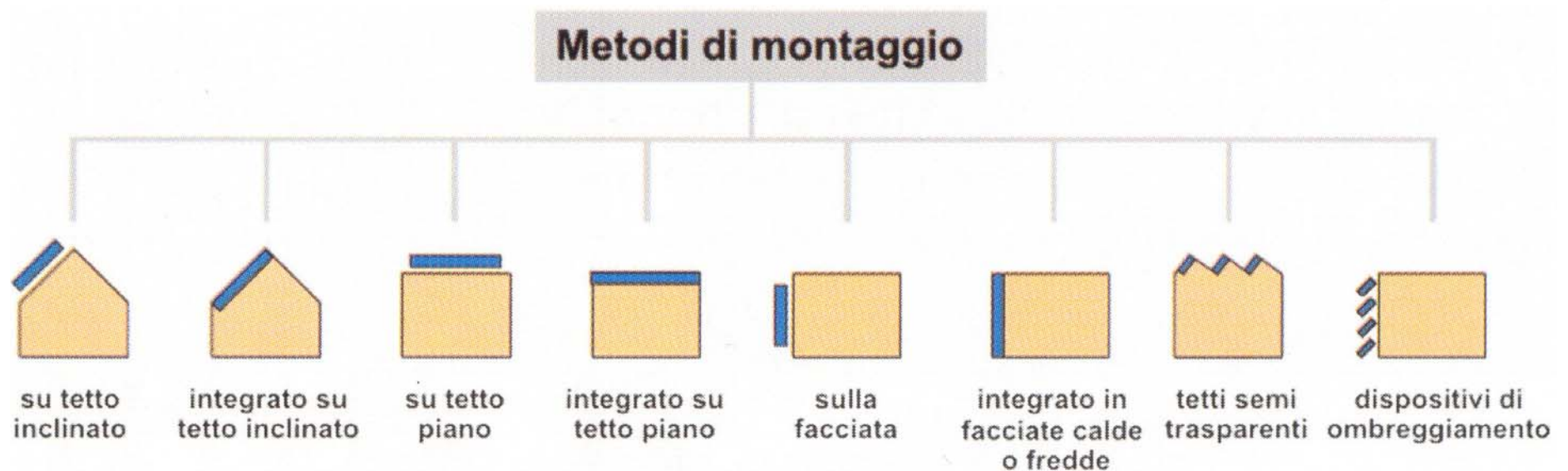
Sistemi in rete

- Nel caso in cui l'unico vincolo progettuale per la taglia dell'impianto sia la superficie a disposizione, possiamo stimare per un dimensionamento di massima, che la superficie fotovoltaica attiva necessaria per avere 1kWp è di circa 10 mq.

TECNOLOGIA FV DI RIFERIMENTO	SUPERFICIE NECESSARIA PER OTTENERE 1 kWp (MQ/kWp)
Silicio cristallino	6 - 10
Silicio amorfo	15 - 20

Tipi di installazioni

- L'installazione dei pannelli fotovoltaici può coinvolgere, oltre al tetto dell'edificio, sia esso piano o inclinato, anche la facciata, con soluzioni più o meno integrate.



- Gli “**impianti non integrati**” sono tipicamente quelli con i *moduli fotovoltaici posti al suolo*; si considerano “non integrati” anche gli impianti con i moduli posti su strutture edili o di arredo urbano realizzati *senza accorgimenti di carattere estetico* per ottimizzarne l’integrazione architettonica.



- Gli “**impianti parzialmente integrati**” sono essenzialmente quelli con i *moduli installati su tetti o facciate di edifici* in modo *complanare alle superfici, senza sostituire i materiali di rivestimento* delle superfici delle pareti o dei tetti.



- Gli “**impianti integrati**” sono quelli in cui i *moduli fotovoltaici* *sostituiscono i materiali di rivestimento degli edifici, assumendone le funzioni*. In questo caso i moduli sono installati al posto di: tegole, vetri nelle facciate, elementi di balaustre, pannelli fonoassorbenti in barriere acustiche, ecc.



Un impiego di particolare interesse è rappresentato dalle “**facciate fotovoltaiche**”. Dal momento che tanto più bassa è la temperatura dei moduli fotovoltaici durante l’irraggiamento solare, maggiore è il loro rendimento energetico, le facciate fotovoltaiche trovano la loro migliore applicazione nelle zone “fredde” delle facciate (parapetti, corpi ascensore e altre superfici opache) sempre che siano orientati verso Sud-Est o Sud-Ovest e non si trovino in una zona ombreggiata.



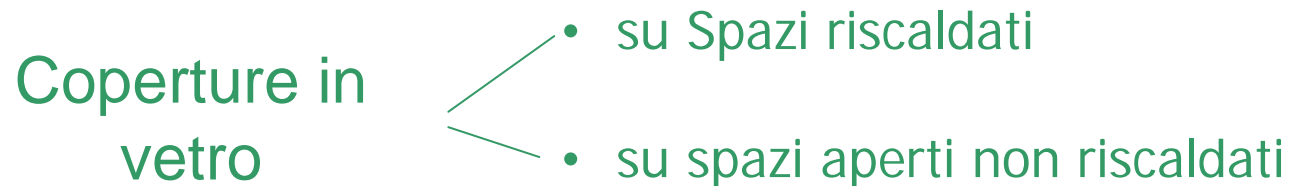
Integrazione nei centri storici



Coperture in vetro

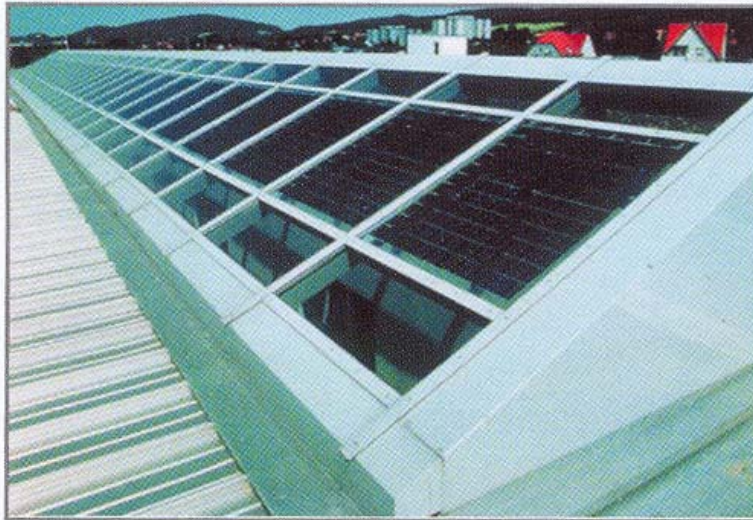
- Negli edifici dove si vuol lasciare filtrare luce solare, è possibile realizzare tetti in vetro dotati di appositi dispositivi frangisole per diffondere la luce incidente ed abbassare il carico termico sull'edificio.

Questo tipo di dispositivi può essere realizzato con moduli fotovoltaici semitrasparenti posti sia su spazi riscaldati sia su spazi aperti non riscaldati.

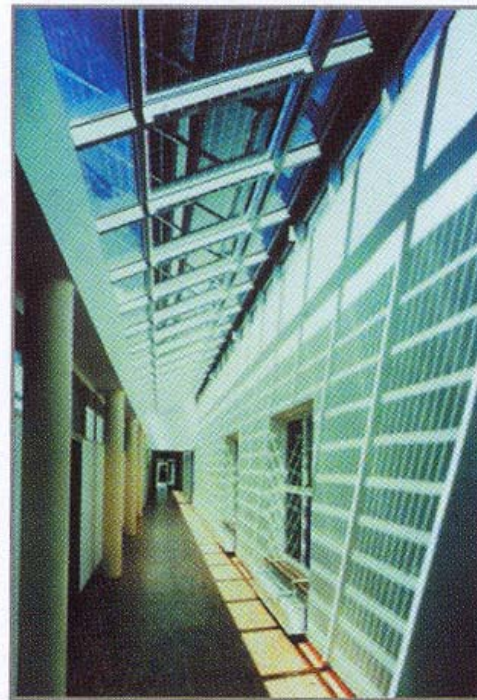


Coperture in vetro su spazi riscaldati

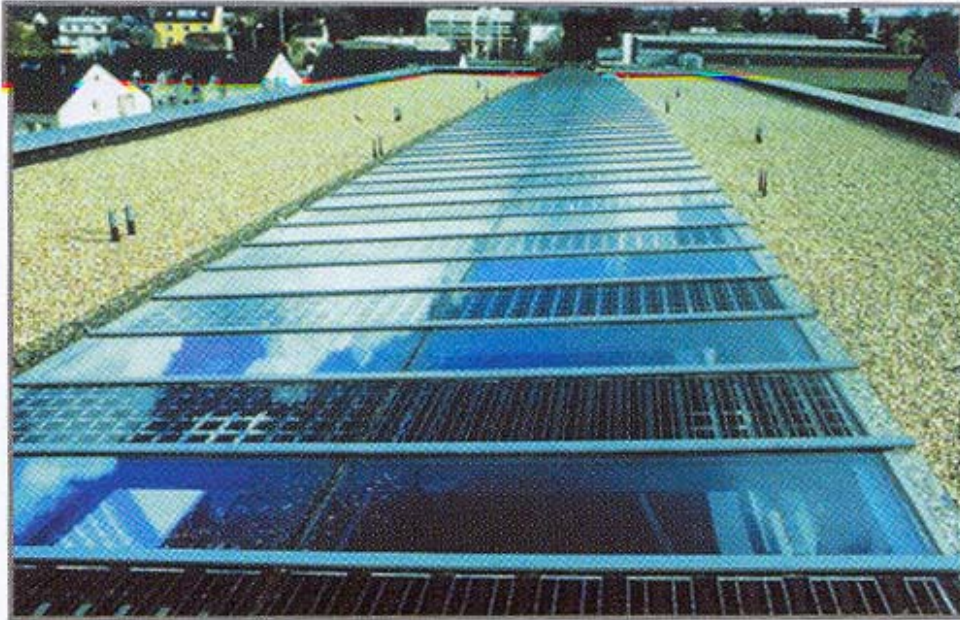
esempi



Esempio di tetto caldo
Moduli - Flabeg.



Coperture in vetro su spazi riscaldati



Casa di riposo di Strassen,
Lussemburgo
Moduli - Saint Gobain.

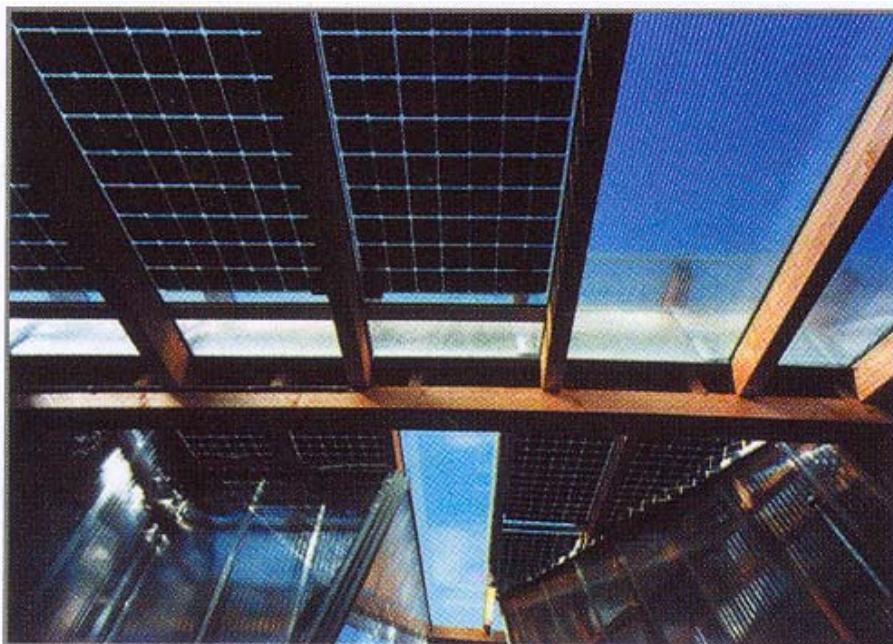


St. Augustin
College
Moduli -
Saint Gobain.

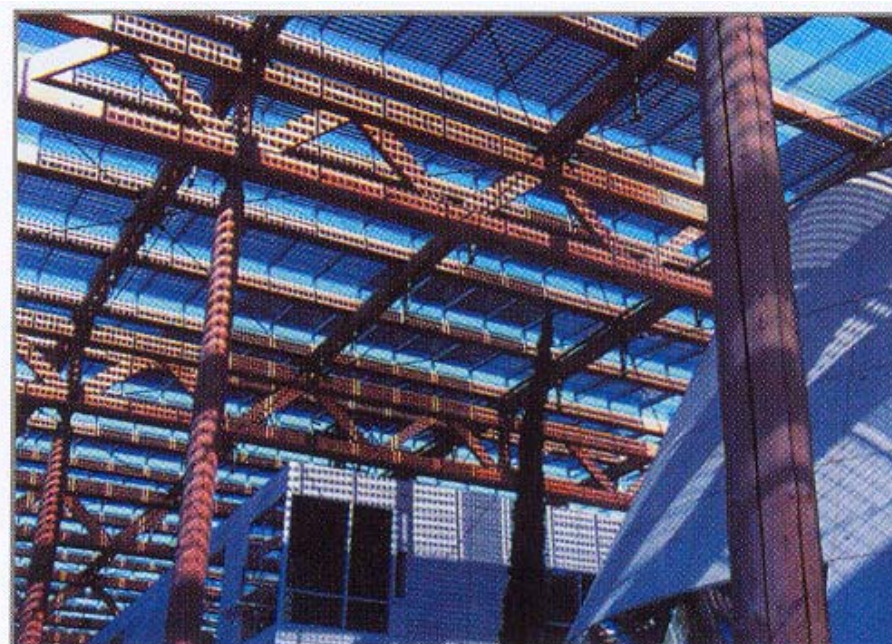


Edificio di Meckenheim,
Germania.





Struttura sul lago Steinhuder Meer, Germania.

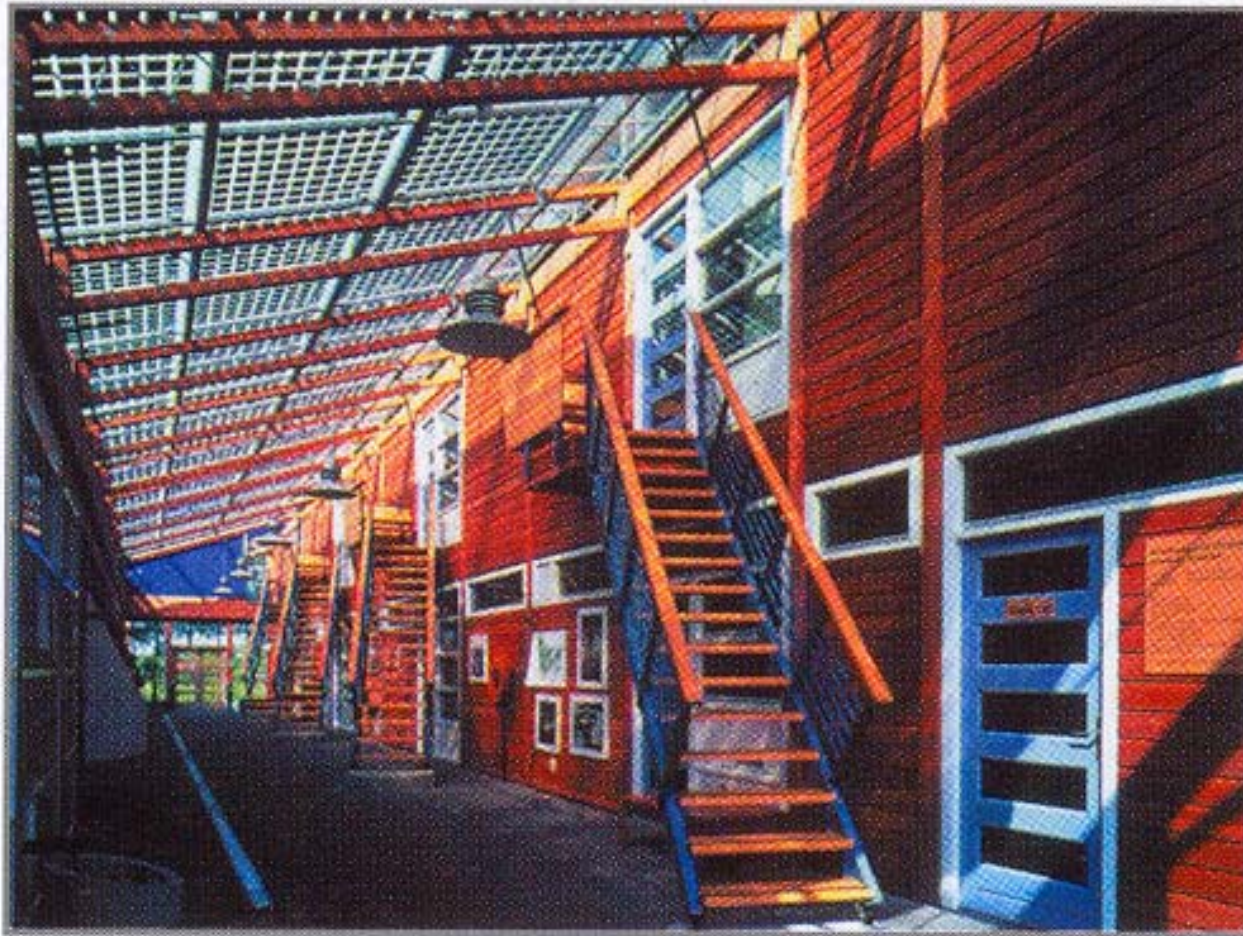


Ministero dell'Interno di Herne, Germania.

Edifici ECN- Petten - Paesi Bassi
BEAR Architecten



**Copertura della serra con
sistema fotovoltaico integrato**



Centro per le costruzioni
ecocompatibili di Boxtel, Olanda.



Fig 12 Fire Station Houten, the Netherlands, designed by architect Philippe Samyn

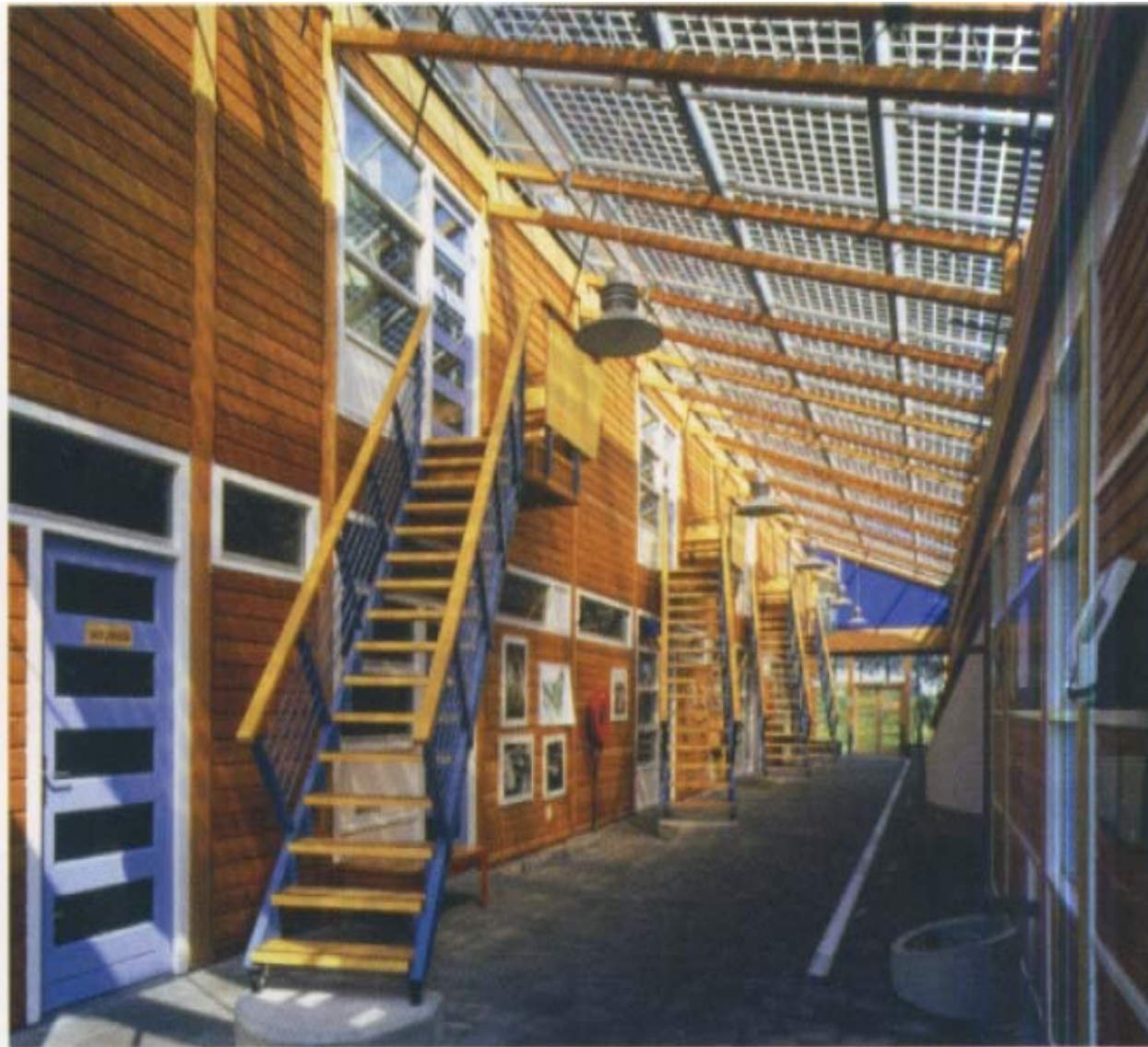


Fig 21 The PV roof at De Kleine Aarde, Boxtel, is architecturally pleasing

Edificio bancario di Monaco,
Germania.



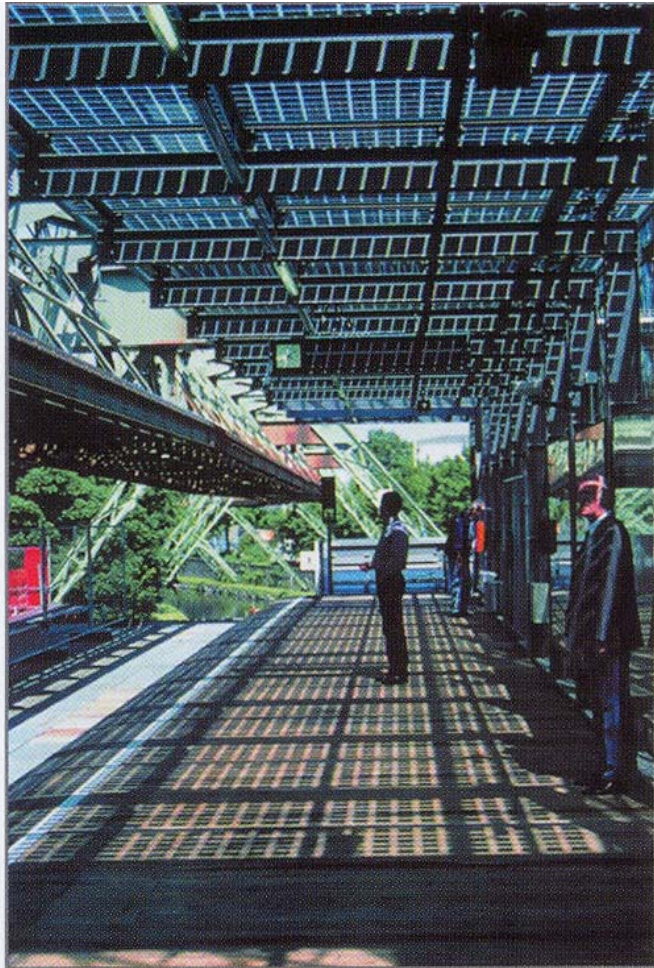


DANIMARCA, BRUNDTLAND
CENTRE



Serra solare fotovoltaica, ospedale
Meyer, Firenze, A.Gioli

Coperture in vetro su spazi aperti non riscaldati



Adlergestell Station,
Wuppertal, Germania.



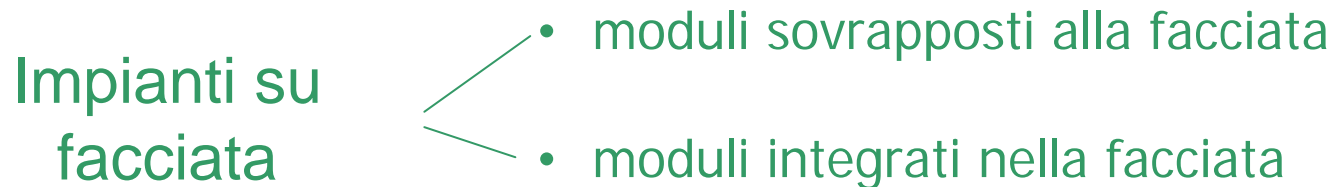


Rolf + Hotz Architekten
Café Solar, Bonn, 2004

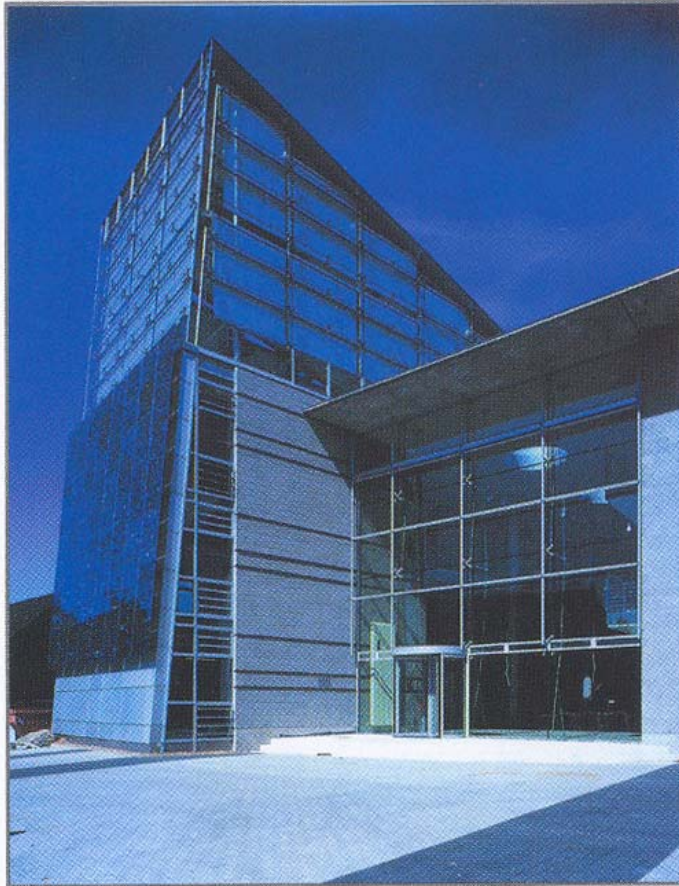


Impianti su facciata

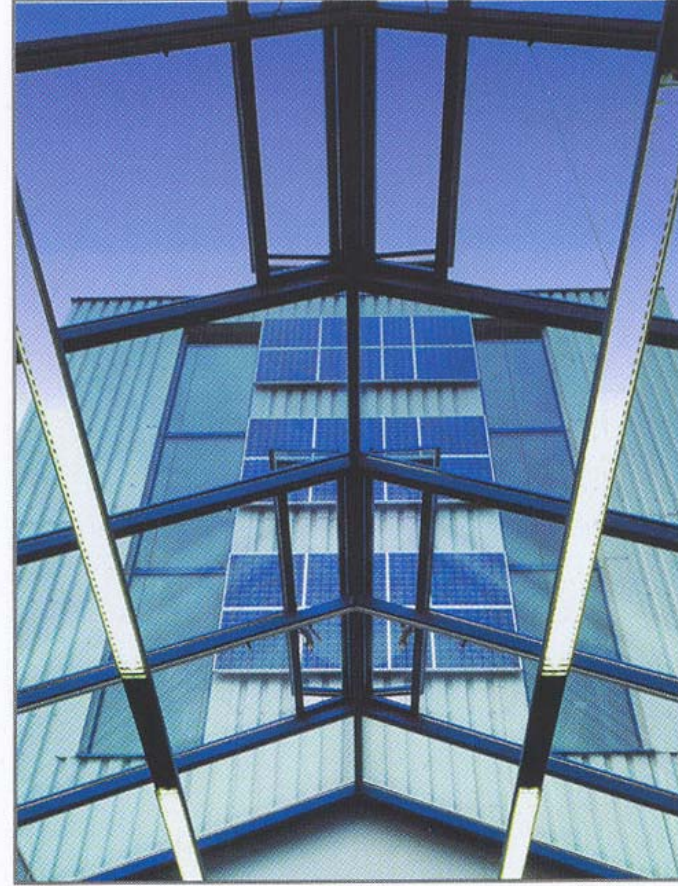
- I moduli fotovoltaici possono essere montati sulla facciata o integrati al suo interno, con notevoli vantaggi economici derivanti dal risparmio di materiale edilizio che si va a sostituire, sebbene il rendimento dei moduli così montati sia molto basso a causa del non ottimale orientamento e della pessima inclinazione.
- Il loro montaggio è simile a quello dei tradizionali elementi usati nelle facciate, con in più, l'accortezza di deporre i cavi elettrici e le scatole di giunzione in modo tale da essere facilmente accessibili in caso di necessità.



Moduli sovrapposti alla facciata



Centro tecnologico ad Herten
in Germania
Moduli - Photowatt
Sistemi di fissaggio - Aluhit..



Hirshmann a Rankweil,
Svizzera
Moduli: Kiocera
Disegno: Stromaufwärts.

Rolf + Hotz Architekten
Punkthäuser, Wilmersdorfer Strasse, Friburgo, 2001

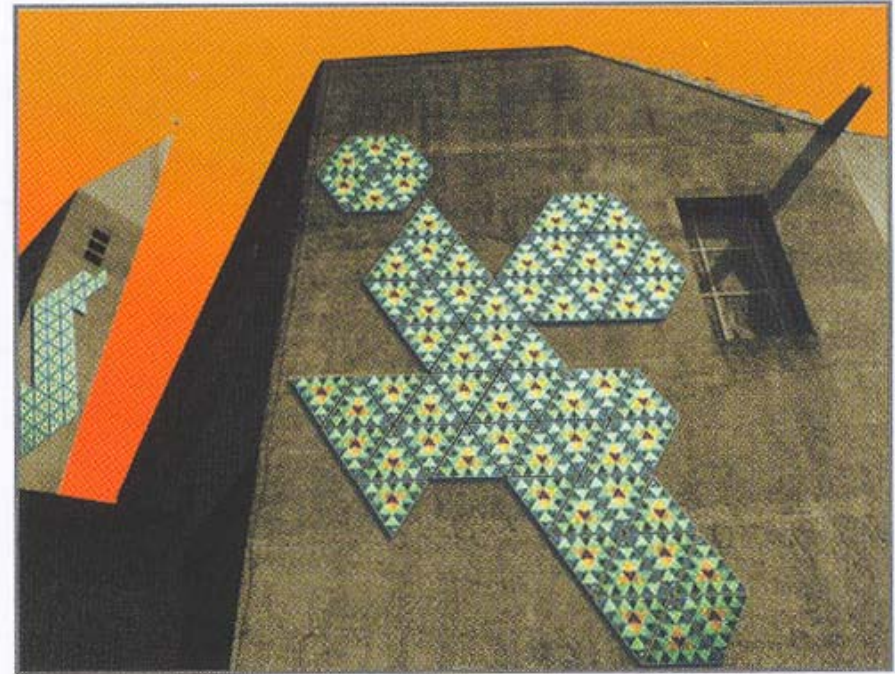


Ante operam



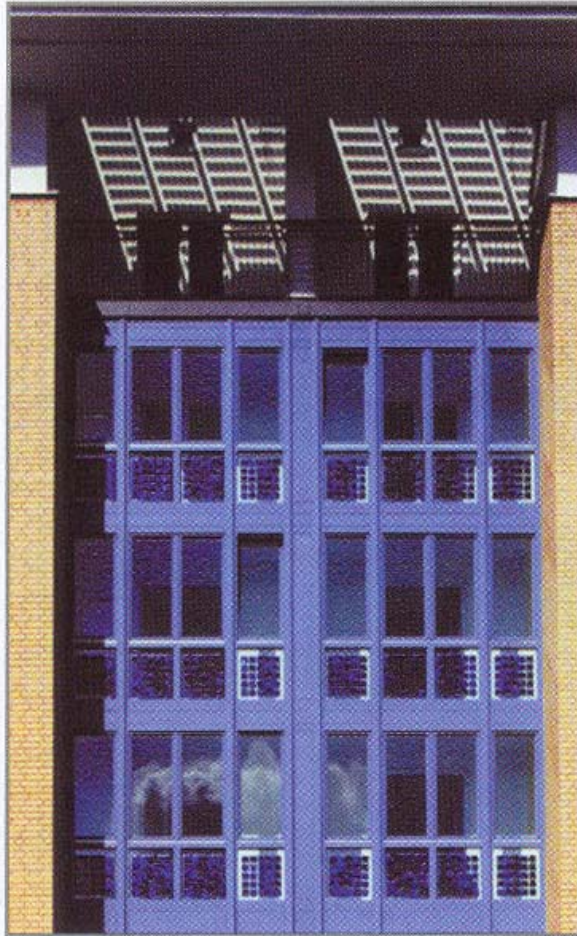


Fabbrica di celle solari
a Gelsenkirchen, Germania
Moduli - Flabeg
Sistema di fissaggio - Conergy System.

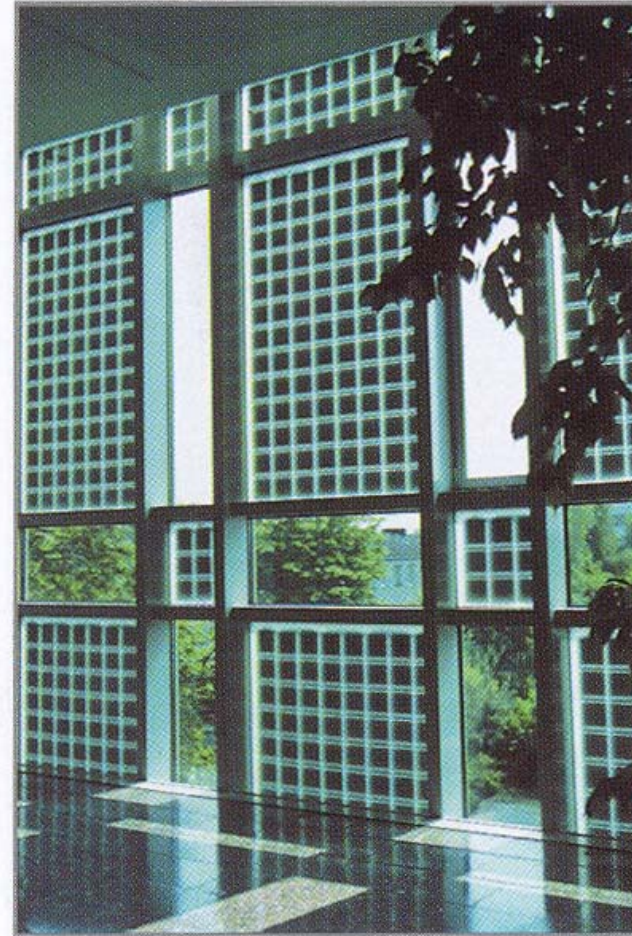


St. Gertrud a Cologne.

Moduli integrati nella facciata



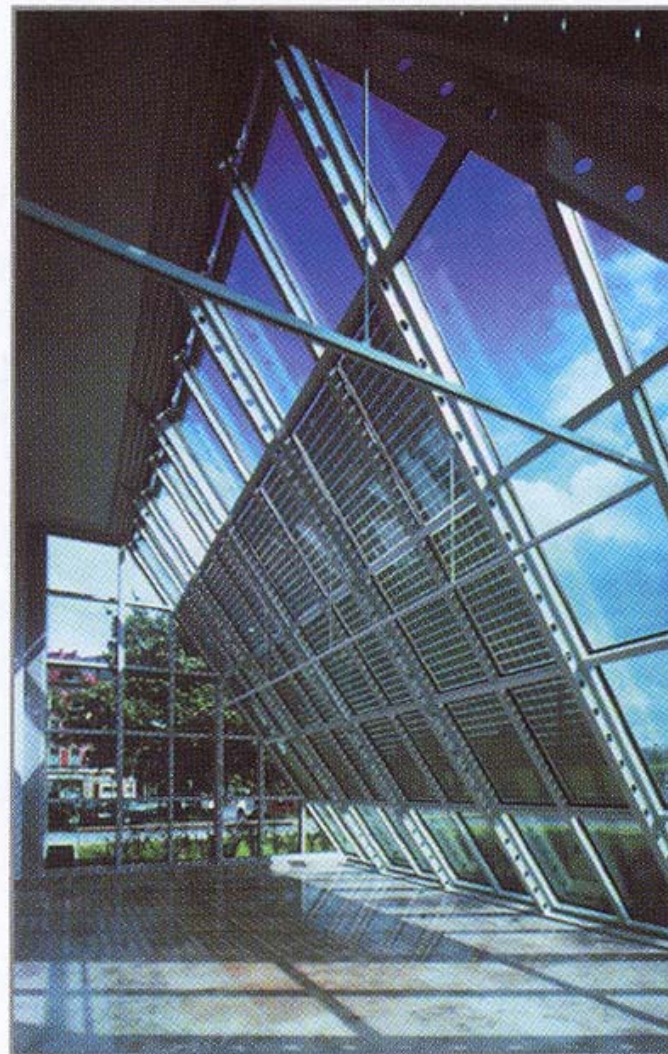
Karl Philipp Moritz Haus, Berlino
Moduli in vetro isolante - Solarwatt.



Municipio di Aachen
Moduli in vetro isolante - Flabeg.



Ministero dell'Economia
e del Lavoro, Berlino
Moduli - Flabeg.



Hanover, Germania
Moduli - Flabeg.

Dispositivi di ombreggiamento



University of Erlangen, Research Centre for Molecular Biology, Erlangen, Germany

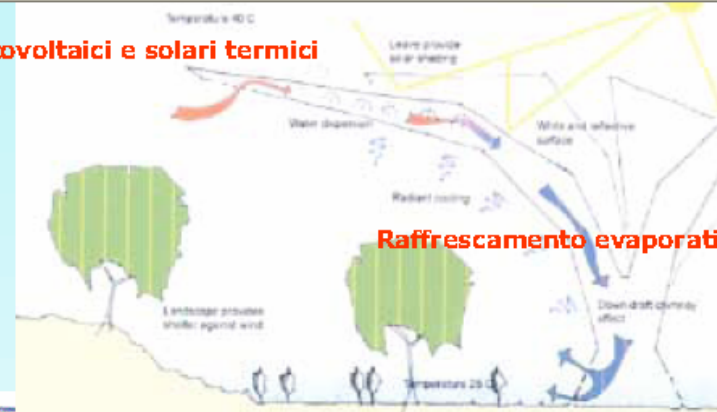


AMAG Centre, Lausanne, Switzerland

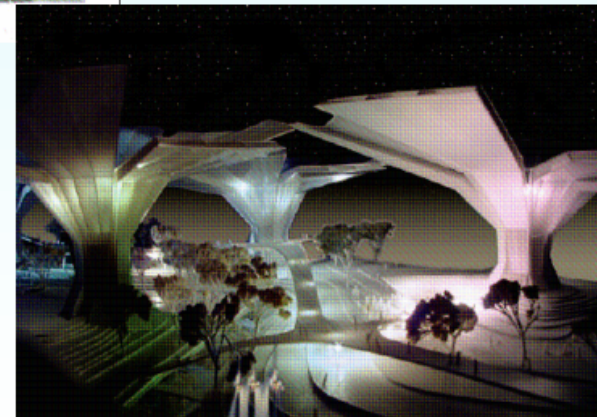
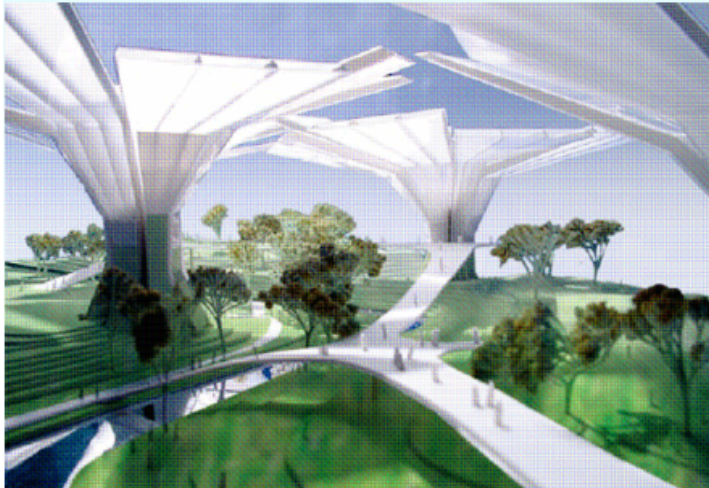
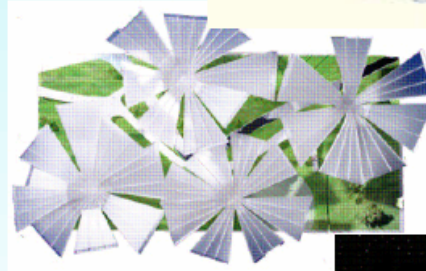
**SENSCITY PARADISE universe
LAS VEGAS, NV, USA 2004
Architect Behnisch, Behnisch & Partner
Site 86 ha**

**Parco didattico sui temi dell'energia
Prototipo esportabile – oasi nel deserto
a clima modificato**

Pannelli fotovoltaici e solari termici

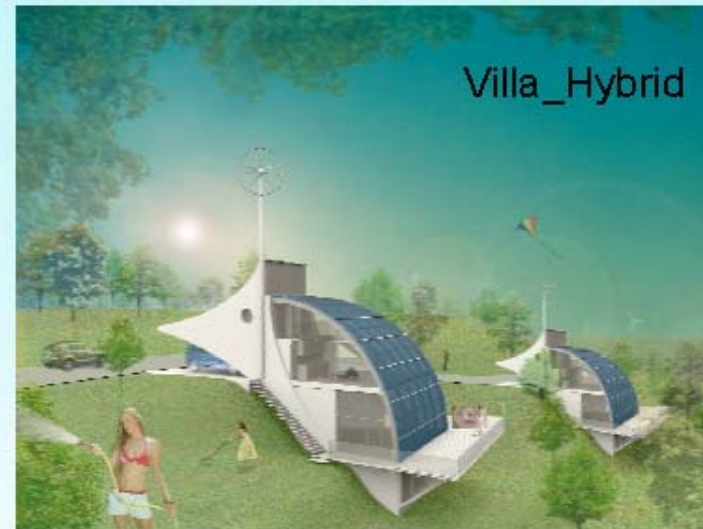


Raffrescamento evaporativo





Integrazione impianti fotovoltaici



realizzazione dal 2007 - Danimarca

Città che sfrutterà l'energia prodotta da pile combustibili alimentate a idrogeno.

La città sarà energeticamente indipendente:

idrogeno prodotto da impianti eolici e fotovoltaici.

SOLARIS



Aula Nervi,Roma
Copertura fotovoltaica



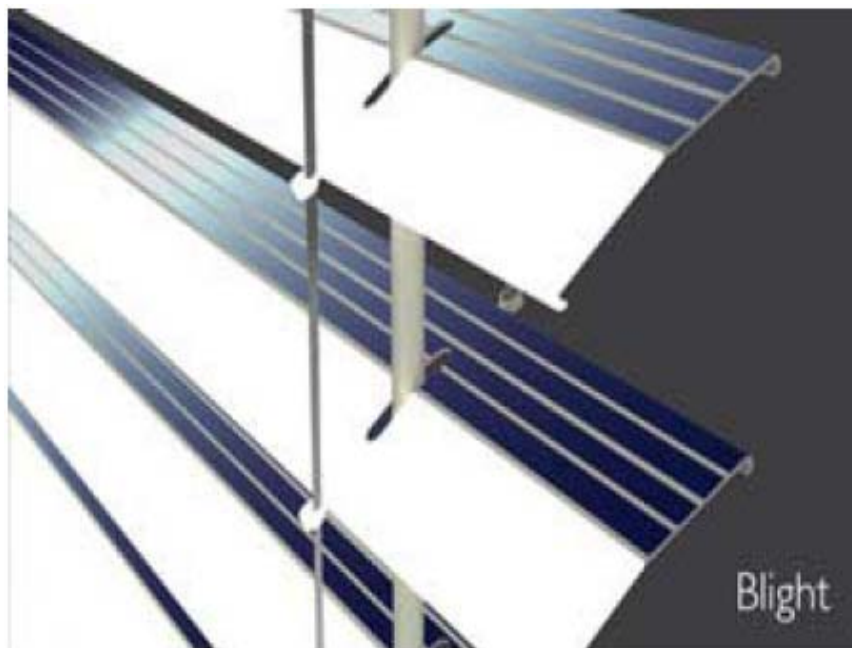
"STAPELIA", lampione fotovoltaico
Realizzato e brevettato nel Centro Ricerche **ENEA** di Portici
Commercializzato dalla società **Caldani Srl**.



SOLARTREE
Milano, Piazza della Scala



Solar Tree - Albero di tubi d'acciaio che sostengono delle bolle di luce, ciascuna accoglie 38 celle solari collegate a un sistema di batterie e di dispositivi elettronici celati nel basamento. illuminazione a led. designer Ross Lovegrove - prod. Artemide, collab. Sharp Solar



Blight- veneziane che accumulano la luce solare di giorno e la restituiscono di sera sottoforma di luce artificiale.
(designer **Vincent Gerkens**)

Le superfici delle **asticelle** della veneziana sono formate da una doppia striscia di materiali: una composta da piccole **celle solari** ed un'altra da elementi **elettroluminescenti**.

Solar and Wind Photovoltaic 'Leaves'

