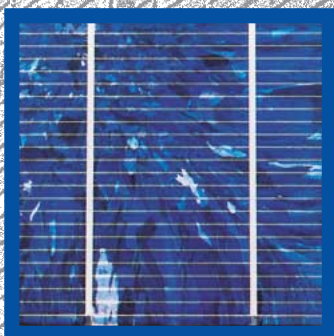


POLIEDRA-SKY 50[®]

FACCIATE FOTOVOLTAICHE



metra

SISTEMI PER FORME D'AUTORE

INDICE

- Introduzione
- Storia ed Effetto fotovoltaico
- Le Celle Fotovoltaiche
 - Celle monocristalline
 - Celle poli(multi)-Cristalline
 - Celle amorfe
 - Altri tipi di celle
- Impianti fotovoltaici e suoi componenti
 - Modulo Fotovoltaico
 - Regolatore di Carica
 - Accumulatore
 - Invertitore
 - Quadro Elettrico
- Rendimenti di un impianto fotovoltaico
- La facciata fotovoltaica: il sistema Poliedra-Sky 50 Fotovoltaico
 - Descrizione tecnica
 - Normativa di riferimento
 - Esempio di calcolo del rendimento energetico
- Vantaggi della facciata fotovoltaica
- Glossario

INTRODUZIONE

Dal sole ci arriva la forma di energia più diffusa sul nostro pianeta, l'energia solare, disponibile ovunque, in modo illimitato, gratuito ed in quantità superiore al fabbisogno mondiale.

In Italia, ogni anno, sono disponibili circa 450 miliardi kWh di energia solare. Questa energia, in edilizia, può essere trasformata nell'energia più preziosa, l'energia elettrica (Esempi di applicazione di energia elettrica Fig.1).

I nostri tecnici specializzati attraverso l'integrazione della tecnologia fotovoltaica con i sistemi in alluminio, hanno risposto alle esigenze energetiche, architettoniche ed ambientali richieste dall'utente, realizzando il prodotto facciata fotovoltaica (FV).

La facciata è basata su un particolare fenomeno fisico, chiamato effetto fotovoltaico (descritto nei prossimi capitoli).

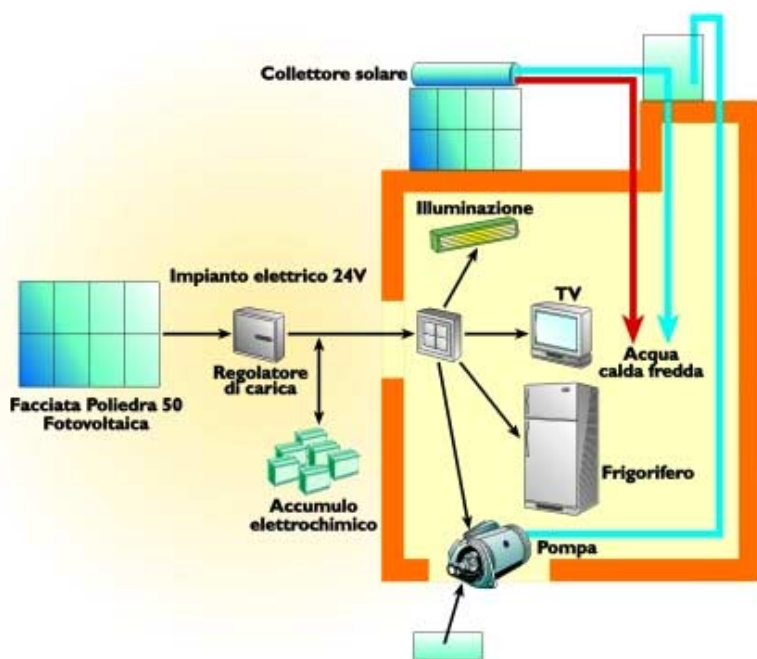


Fig.1 Esempio di impiego dell'energia elettrica ottenuta dall'energia solare.

STORIA ED EFFETTO FOTOVOLTAICO

Il fenomeno fisico responsabile della conversione dell'energia solare in elettrica, in seguito definito effetto fotovoltaico, fu scoperto nel 1839 da Edmond Becquerel (1820-1891), che all'età di soli 19 anni presentò all'Accademia delle Scienze di Parigi una relazione sugli effetti elettrici derivati da irraggiamento solare.

Nella documentazione aveva riportato i risultati di esperimenti svolti immergendo due elettrodi di platino in una soluzione elettrolitica ed osservando come l'intensità della corrente aumentava quando l'apparecchiatura veniva esposta ai raggi solari.

Becquerel aveva inventato la primitiva cella fotovoltaica e aveva notato come l'effetto di conversione era strettamente collegato alla quantità di luce incidente.

Effetti analoghi sono stati osservati dopo quarant'anni quando nel 1876 Adams, Day e Smith pubblicarono dei rapporti relativi all'uso di selenio e dalle giunzioni tra questo elemento ed altri ossidi metallici.

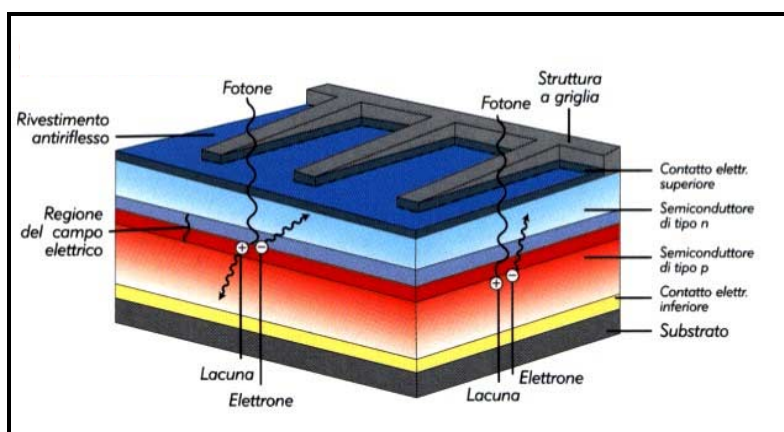


Fig.2 Schema di cella fotovoltaica

Il rendimento delle prime celle al selenio era molto basso, circa il 2%, e non lasciava intravedere buone prospettive per l'impiego di questa tecnologia.

Tra il 1940 e il 1950 venne messa a punto un processo per la produzione di silicio cristallino molto puro, chiamato metodo Czochralski dal nome del suo inventore. Questo ha permesso la realizzazione nel 1954, negli Stati Uniti presso i laboratori Bell, della prima cella fotovoltaica commerciale (Fig.2).

Negli anni sessanta l'industria fotovoltaica ebbe successo quale fonte primaria di energia per satelliti artificiali e astronavi, dato che allora non vi era la necessità di sostituire o integrare i combustibili di origine fossile presente in grande quantità sul mercato. La situazione cambiò con la prima crisi energetica del 1973. In seguito a incrementi notevoli di investimento nella ricerca e nello sviluppo di fonti rinnovabili, l'industria fotovoltaica iniziò a elaborare dei prodotti da impiegare in applicazioni terrestri.

Superata la crisi politica e di incertezza di approvvigionamento del mercato, i sostegni finanziari persero di consistenza, ciò nonostante l'industria fotovoltaica riuscì a immettere sul mercato prodotti per alcune applicazioni come l'alimentazione delle utenze isolate o la fornitura di energia alle persone dei paesi sprovvisti di una rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Negli ultimi anni sono stati sperimentati impianti che integrano il fotovoltaico nella struttura degli edifici e lavorano, in regime di interscambio, con la normale rete elettrica di servizio.

LE CELLE FOTOVOLTAICHE

Il dispositivo più elementare capace di operare la conversione fotovoltaica è la cella fotovoltaica (Fig.3).

Prodotto base per la realizzazione di celle fotovoltaiche è il silicio estratto da sabbia di quarzo.

La cella tipo 100x100mm può produrre, con piena irradiazione solare, una potenza di circa 1,5W. I rendimenti sono proporzionali alla purezza del silicio impiegato.

Tipo di Cella	Rendimento %	Aspetto Estetico della Superficie (Fig.4)
Monocristallina	16	Omogenea di colore Nero
Policristallina	14	Struttura di cristallo di colore Blu Brillante
Amorfa	5	Colore Ocra

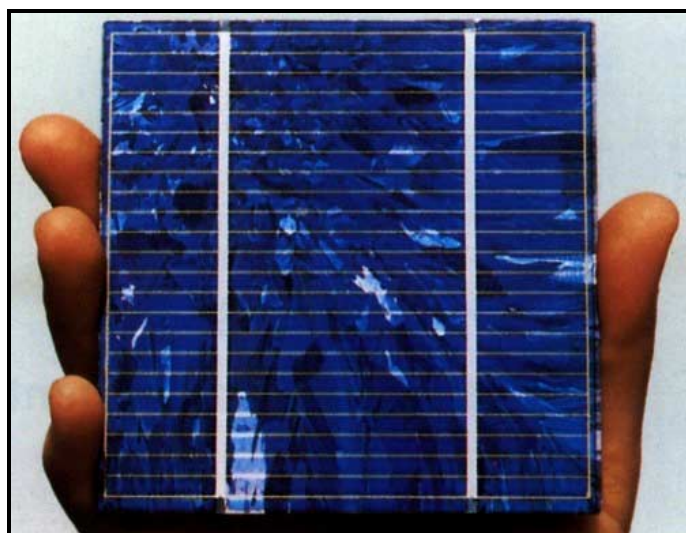


Fig.3 Cella fotovoltaica policristallina.

A seconda dei loro processi di produzione, si distinguono i seguenti tipi di celle fotovoltaiche:

- **Celle monocristalline (1):** vengono prodotte tagliando una barra monocristallina. Il vantaggio principale è un alto rendimento (fino al 16%). Questo tipo di celle è però molto costoso a causa del complicato processo di produzione. Le celle di tipo monocristallino sono caratterizzate usualmente da un'omogenea colorazione blu.
- **Celle poli(multi)-cristalline (2):** vengono colate in blocchi e poi tagliate a dischetti. Il rendimento è minore (10-12%), ma anche il prezzo. Questo tipo di celle è riconoscibile da un disegno ben distinguibile (a causa dei vari cristalli contenuti).
- **Celle amorfe (3):** vengono prodotte mediante spruzzamento catodico di atomi di silicio su una piastra di vetro. Questo tipo di cella ha il rendimento minore (ca. 4-8%), ma si adatta anche al caso di irradiazione diffusa (cielo coperto, ecc.). Le celle così prodotte sono riconoscibili da un caratteristico colore scuro, inoltre sono realizzabili in qualsiasi forma geometrica (forme circolari, ottagonali, irregolari, e persino convesse sono realizzabili).

La connessione elettrica di 36 celle assemblate fra uno strato superiore di vetro ed uno strato inferiore di materiale plastico (Tedlar), normalmente disposte su quattro file parallele costituisce il modulo fotovoltaico (Fig.5).

Il modulo fotovoltaico ha una dimensione di circa un metro quadro e produce circa 120 Watt di potenza.

Un metro quadrato di moduli, in una tipica zona dell'Italia Meridionale, produce una energia media giornaliera pari a 0,2 - 0,3 chilowattora nel periodo invernale e a 0,5 - 0,6 chilowattora in quello estivo.

Il modulo fotovoltaico è una struttura robusta in grado di garantire molti anni di funzionamento.

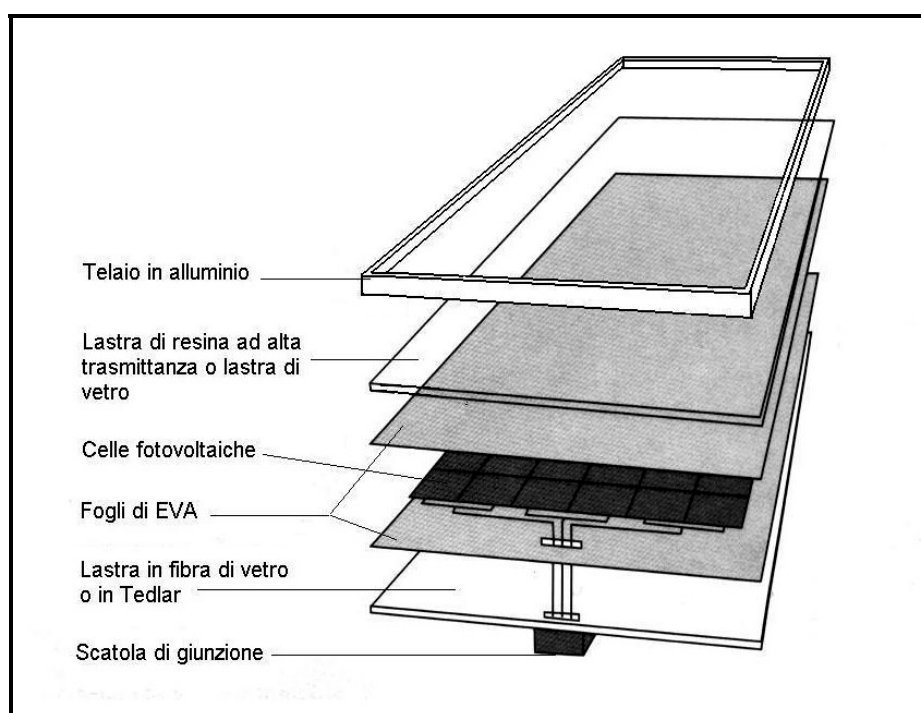


Fig. 5 Costituzione di un modulo fotovoltaico.

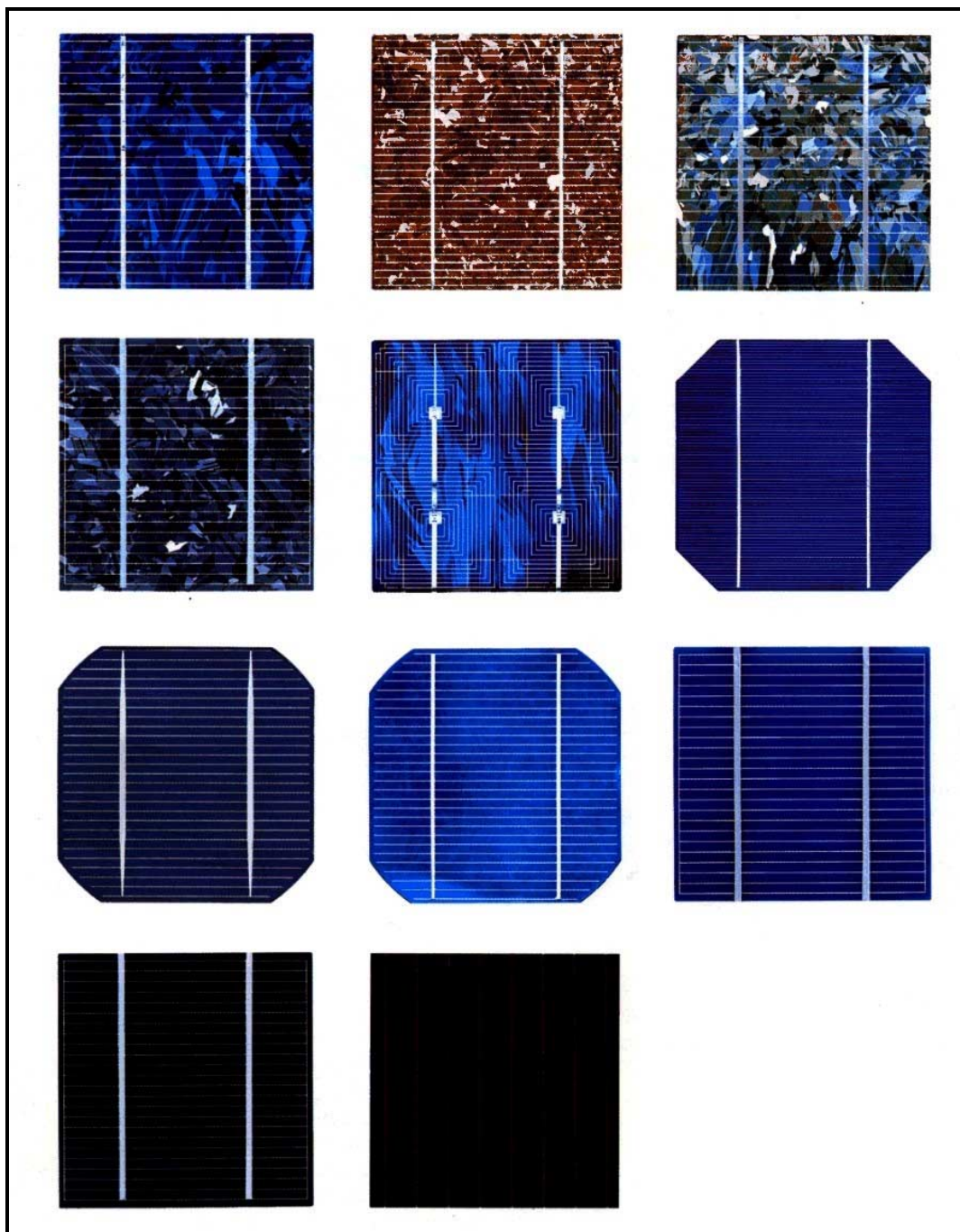


Fig.4 Tipi di celle fotovoltaiche.

ALTRI TIPI DI CELLE

Esistono delle celle Fotovoltaiche semitrasparenti (da 0 a 30% di trasmissione luminosa) che raggiungono un'efficienza del 8% le caratteristiche elettriche sono fondamentalmente equivalenti a quelle delle tradizionali celle solari al silicio cristallino il materiale di base è il silicio multicristallino le dimensioni della cella solare sono 10 cm x 10 cm, la forma è quadrata il colore standard è blu scuro. La produzione della cella solare è basata su un processo di produzione modificato per le celle solari di silicio. Attraverso l'aggiunta di un ulteriore livello di processo meccanico, si creano dei piccoli buchi (il diametro dei buchi è 0,1 mm) nel materiale di silicio, che rendono le celle parzialmente trasparenti. Questa trasparenza permette nuovi campi di applicazione per il fotovoltaico, per esempio nel settore delle facciate.

Le celle solari semi-trasparenti hanno le seguenti caratteristiche:

Dimensioni:	10 x 10 cm
Trasmissione media sulla superficie:	0 – 30%, standard 20%
Efficienza:	8 – 10%
Tensione a vuoto:	> 0,54 V
Corrente di corto circuito:	2 – 2,3 A
Colorazioni:	varie

Un altro tipo di cella fotovoltaica è quella a film sottile.

Una cella fotovoltaica a film sottile usa uno strato molto sottile di materiale semiconduttore (massimo qualche micron). L'efficienza è più bassa ma la quantità di materiale semiconduttore utilizzata è 100 volte inferiore.

La tecnologia a film sottile consente di realizzare, nella maggior parte dei casi, moduli fotovoltaici di grande area monolitici, con minori costi di allestimento, e maggiore affidabilità (solo due giunzioni saldate contro le decine di un modulo cristallino). I costi energetici di produzione sono nettamente inferiori.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI E SUOI COMPONENTI

Gli impianti fotovoltaici trasformano la luce in corrente elettrica continua.

L'energia elettrica ottenuta viene trasformata in corrente alternata con l'ausilio di un alternatore e può essere usata direttamente, accumulata, oppure in caso di eccedenza può essere introdotta nella rete pubblica.

. In quest'ultimo caso si possono applicare le norme di legge relative agli incentivi vigenti

Gli impianti possono essere collegati direttamente in rete "grid connection" (Fig.6) oppure isolati "stand alone" (Fig.7).

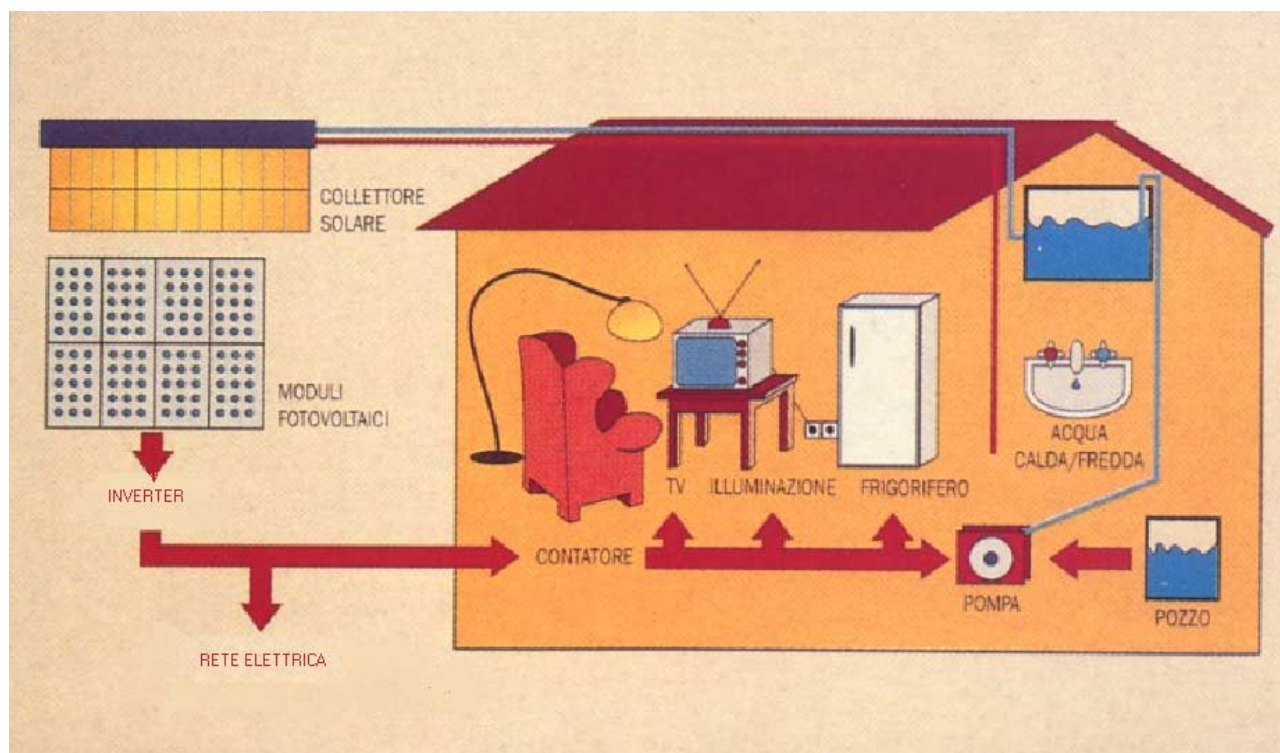


Fig.6 Schema di impianto fotovoltaico di tipo Grid-Connection

L'allacciamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica è il consigliato per l'uso su edifici per ragioni economiche ed ecologiche, infatti rispetto agli impianti stand alone non sono necessarie attrezzature care, ingombranti e necessitanti di manutenzione, non inquinano l'ambiente (come batterie, accumulatori).

Gli impianti isolati vengono impiegati principalmente per l'alimentazione di apparecchi in zone isolate, o nel caso sia richiesta grande mobilità.

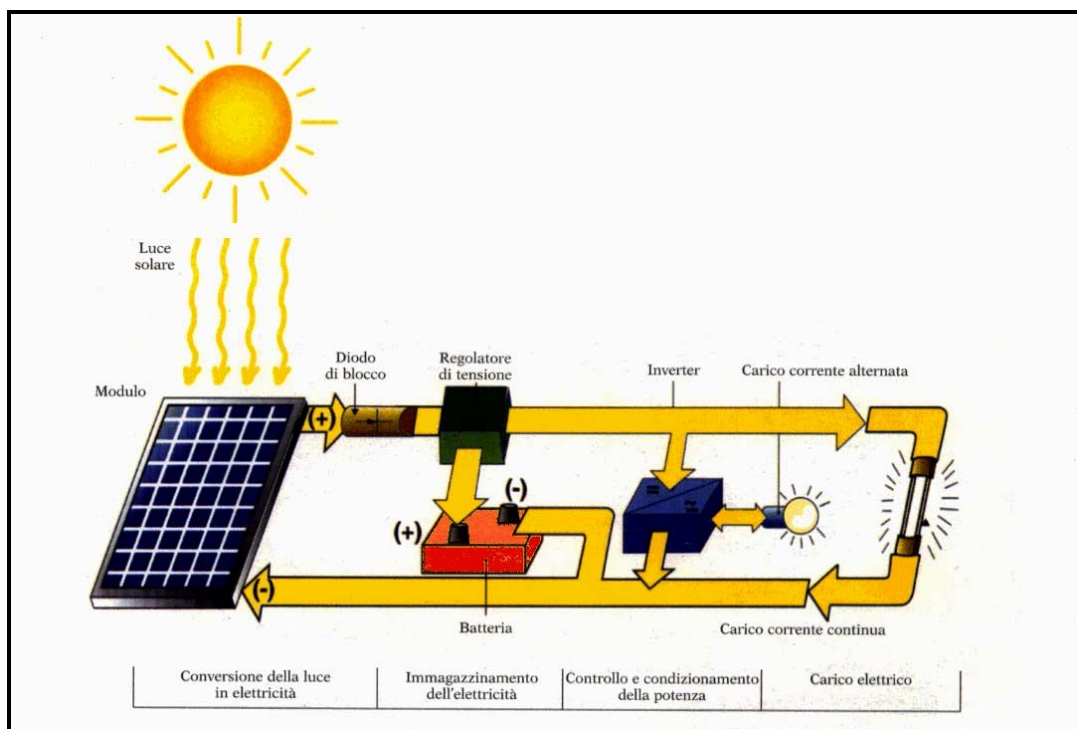


Fig.7 Schema di impianto fotovoltaico di tipo Stand-Alone

In questo tipo di impianti per poter disporre di energia elettrica anche durante le ore notturne l'energia fornita durante il giorno dai moduli FV viene immagazzinata da accumulatori..

Un impianto fotovoltaico è composto principalmente dai seguenti componenti:

1. **Modulo fotovoltaico:** esegue la trasformazione di energia solare in energia elettrica. I moduli collegati tra loro in serie o in parallelo formano le stringhe per ottenere i valori di tensione e potenza richiesti dalle utenze.

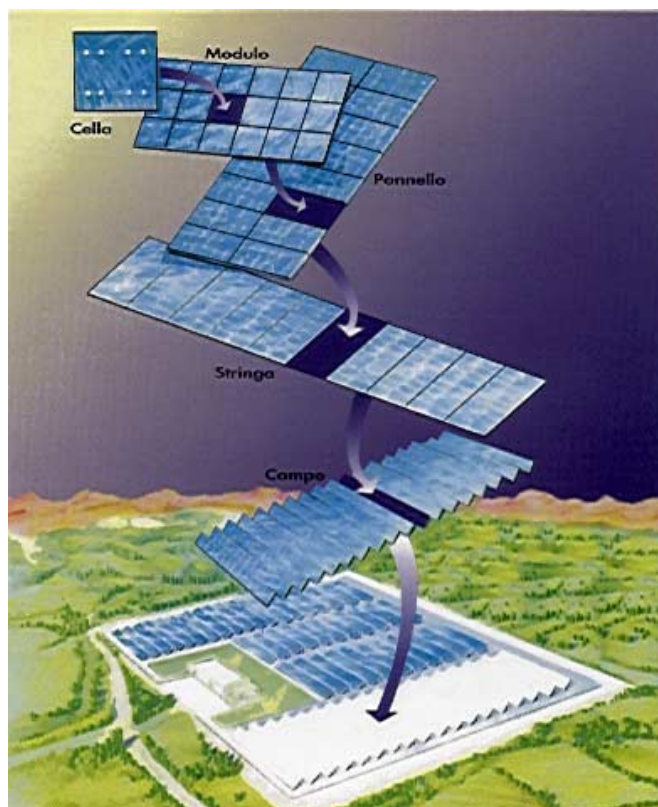


Fig.8 Dalla cella fotovoltaico al campo fotovoltaico

2. **Regolatore di carica:** é un apparecchio elettronico necessario solo negli impianti stand alone che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori. Uno dei suoi compiti é di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno.
3. **Accumulatori:** sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico stand alone. Essi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irradiazione solare.
4. **Invertitore:** trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 230V. Se l'apparecchio da alimentare necessita di corrente continua si puó fare a meno di questa componente. Questo adattatore é assolutamente necessario per il corretto funzionamento delle utenze collegate e per l'alimentazione della rete.
5. **Quadro elettrico:** in esso avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte dei moduli FV la corrente viene prelevata dalla rete pubblica (4). In caso contrario l'energia FV eccedente viene di nuovo immessa in rete. Inoltre esso misura la quantità di energia fornita dall'impianto fotovoltaico alla rete.

RENDIMENTI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il rendimento energetico di un impianto fotovoltaico dipende direttamente dai valori di radiazione solare (Fig.9).

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione nucleare dell'idrogeno contenuto nel sole.

La terra, viene investita da un flusso di energia radiante proveniente dal sole, non tutta questa radiazione raggiunge la superficie del pianeta a causa della presenza dell'atmosfera. I processi secondo i quali si verifica un indebolimento della radiazione solare ad opera dell'atmosfera sono i seguenti:

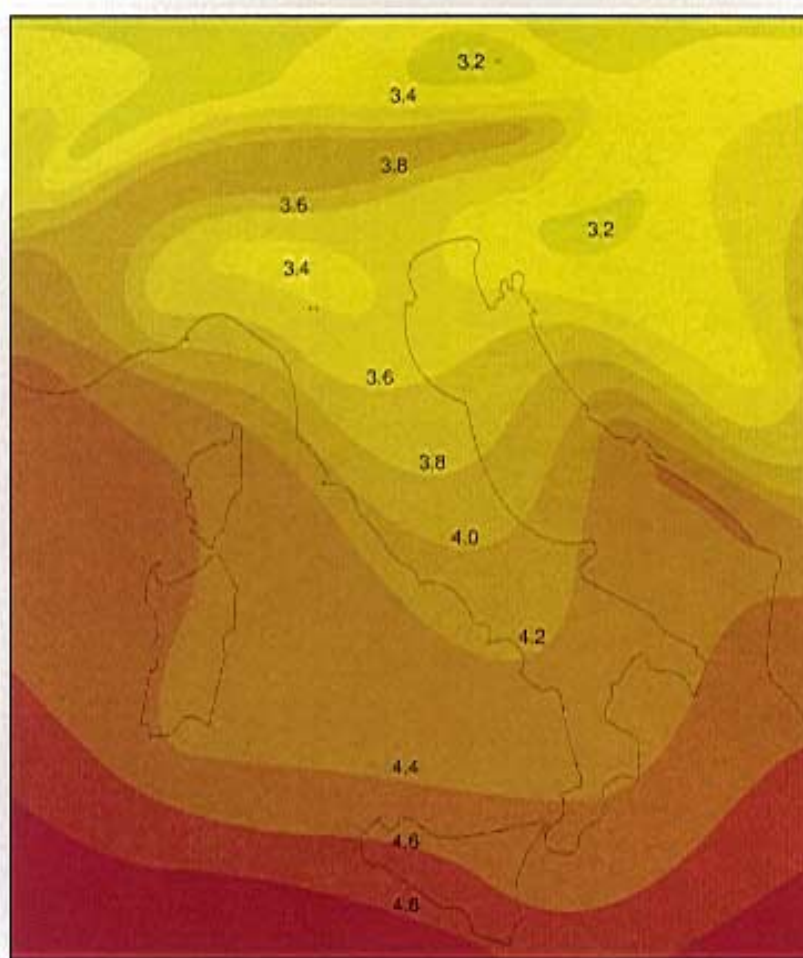


Fig. 9 Radiazione Solare.

- diffusione selettiva principalmente nei campi del violetto e del blu per effetto di particelle sospese molto piccole negli strati alti dell'atmosfera;
- riflessione diffusa a tutte le lunghezze d'onda dovuta a particelle sospese più grandi come le goccioline che formano le nuvole;
- assorbimento selettivo principalmente dei raggi e dell'ultravioletto causato dall'ossigeno, l'ozono e gli ossidi d'azoto degli strati alti dell'atmosfera.

La radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre si distingue in diretta, diffusa e riflessa (fig.10).

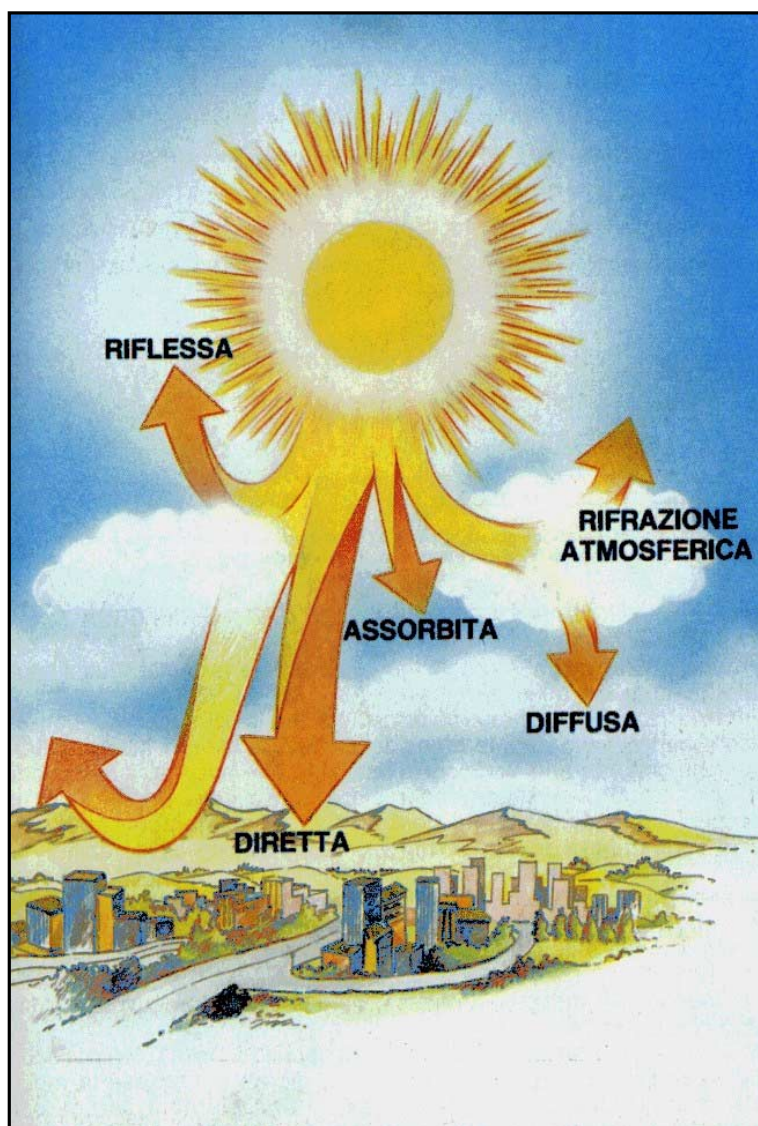


Fig. 10 Suddivisione della radiazione in diretta,diffusa e riflessa.

La radiazione diretta investe una qualsiasi superficie secondo un unico e definito angolo di incidenza, quella diffusa va a colpire la medesima superficie secondo angoli diversi.

Nel caso in cui la radiazione diretta non possa colpire una superficie a causa di un ostacolo, l'aria ombreggiata non si trova completamente oscurata, grazie al contributo della radiazione diffusa.

Questa osservazione ha particolare rilevanza tecnica, specie per i dispositivi fotovoltaici che possono operare anche in presenza di sola radiazione diffusa.

Le proporzioni di radiazione diretta, diffusa e riflessa captate da una superficie dipendono:

- dalle condizioni metereologiche (in una giornata serena, caratterizzata da clima secco, predomina la componente diretta, che può raggiungere il 90% della radiazione totale; al contrario, in una giornata nuvolosa la radiazione è pressoché totalmente diffusa);
- dall'inclinazione della superficie rispetto alla direzione della radiazione diretta ed al piano orizzontale (una superficie orizzontale riceve la massima radiazione diffusa e la minima riflessa; quest'ultima aumenta al crescere dell'inclinazione);
- dalla presenza di superfici riflettenti (il contributo maggiore è dato dalle superfici chiare, cosicché, nel nostro emisfero, ad esempio, la radiazione riflessa aumenta in inverno, per effetto della presenza di neve e diminuisce in estate, per effetto di assorbimento di colori scuri quali quello dell'erba o del terreno).

L'intensità con cui la radiazione solare investe una superficie è influenzata dall'angolo di incidenza, cioè l'angolo di inclinazione della radiazione stessa (Fig. 11).

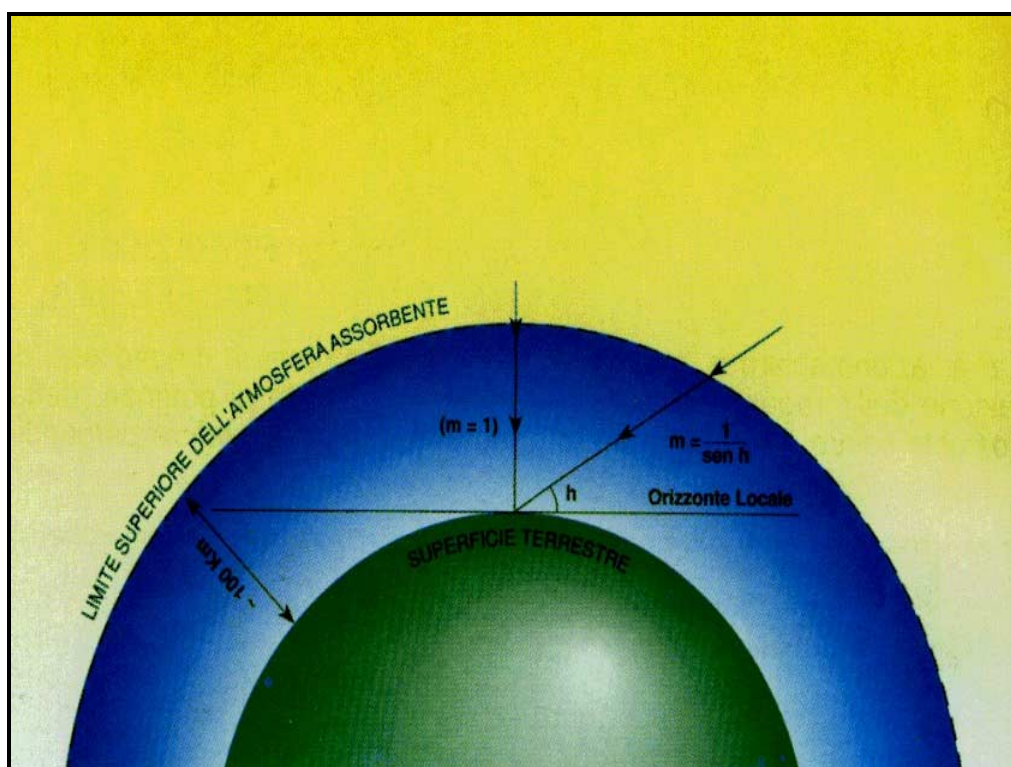


Fig. 11

Effetto dell'atmosfera in relazione all'inclinazione della radiazione incidente.

Considerando un'area orizzontale si nota come la radiazione relativa ad essa diminuisce insieme all'angolo secondo cui la investe, dovendo attraversare uno strato di atmosfera sempre più spesso e disperdendosi su di una superficie maggiore.

La posizione ottimale, si ottiene quando la superficie è orientata a sud, nel caso dell'emisfero settentrionale viceversa (se emisfero meridionale) a nord e con angolo di inclinazione rispetto al suolo pari alla latitudine del sito.

L'orientamento a sud o a nord a secondo dell'emisfero, massimizza la quota di radiazione solare intercettata nel corso della giornata e l'inclinazione pari alla latitudine rende minime, durante l'anno,

la variazioni di energia solare captata, dovute all'oscillazione di $\pm 23,5\%$ della direzione dei raggi solari rispetto alla perpendicolare della superficie di raccolta (Fig.12) .

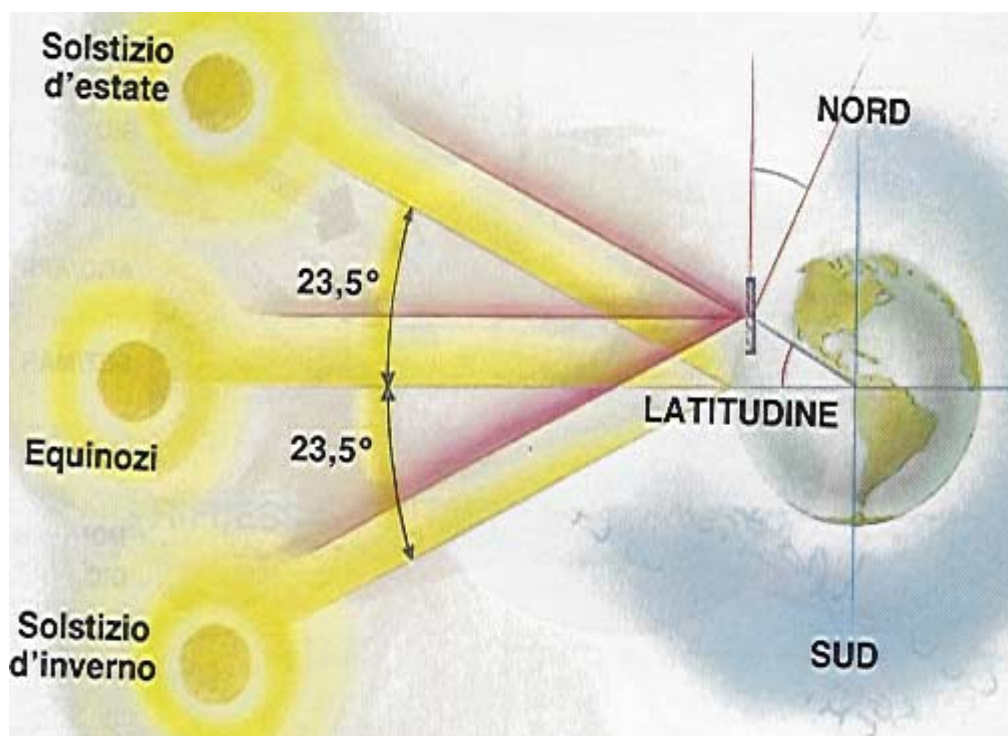


Fig.12

Il rapporto tra la radiazione solare diffusa e quella totale, varia generalmente a seconda delle diverse località e, poiché all'aumentare dell'inclinazione della superficie di captazione, diminuisce la componente diffusa ed aumenta quella riflessa, l'inclinazione consente di massimizzare l'energia raccolta (fig.13).

Deviazione dell'ordine di qualche grado rispetto all'inclinazione ottimale causano tuttavia variazioni trascurabili dell'energia raccolta.

<i>Angolo d'incidenza (gradi)</i>	<i>Radiazione intercettata (percentuale)</i>
0	100,0
5	99,6
10	98,5
15	96,5
20	94,0
25	90,6
30	86,6
35	81,9
40	76,6
45	70,7
50	64,3
55	57,4
60	50,0
65	42,3
70	34,2
75	25,8
80	17,4
85	8,7
90	0,0

Fig. 13.

Nella tabella sono elencate le percentuali di radiazione solare diretta intercettate da una superficie per differenti angoli d'incidenza.

Queste considerazioni fisiche e meteorologiche dovranno essere valutate nella progettazione tecnica di un impianto solare, per ottenere l'ottimizzazione del ricavo energetico.

Il massimo irraggiamento solare è ottenibile, alla nostra latitudine, orientando l'impianto fotovoltaico verso Sud e inclinandolo, rispetto all'orizzontale, di circa 30°.

Spesso però s'interviene su edifici già esistenti che non presentano superfici, disponibili ad accogliere i moduli fotovoltaici, correttamente orientate.

Rivolgendo ad esempio l'impianto verso Est o Ovest si perde circa il 10 % dell'energia massima ottenibile rispetto ad un preciso orientamento a Sud (con riferimento ad un'inclinazione di 30°).

Nel caso in cui la superficie su cui si applica l'impianto fotovoltaico è verticale, se l'orientamento è verso Sud si perde circa 1/3 dell'irraggiamento solare annuale disponibile (rispetto alla massima captazione di energia che si verifica con l'inclinazione di 30° a Sud), mentre se è verso Est o Ovest solo il 55 % dell'energia disponibile è effettivamente sfruttabile.

Per quanto riguarda la producibilità dei sistemi solari fotovoltaici, considerando dati provenienti da impianti installati in Germania, una facciata fotovoltaica verticale orientata verso Sud eroga 50 – 60 kWh / (m² anno). Ciò significa che analoghi impianti in Italia possono fornire maggiori quantità di energia elettrica, grazie ovviamente alla nostra migliore insolazione.

Riducendo l'inclinazione dei moduli la producibilità aumenta, fino ad arrivare a circa 100 kWh / (m² anno).

LA FACCIATA FOTOVOLTAICA: IL SISTEMA POLIEDRA-SKY 50 FOTOVOLTAICO

Il sistema Poliedra-Sky 50 Fotovoltaico si inserisce nel contesto evolutivo del sistema Metra Poliedra-Sky 50 per l'edilizia e consente la progettazione di facciate continue che rispondono alle aspettative di progettisti, costruttori ed utenti finali che vogliono ottimizzare le prerogative energetiche, architettoniche ed ambientali del sistema integrato alluminio-fotovoltaico.

Al sistema oltre alla tradizionale funzione di barriera tra ambiente esterno e interno viene assegnato il compito di produrre energia elettrica dalla radiazione solare .

Per le sue caratteristiche il sistema Poliedra-Sky 50 Fotovoltaico può essere utilizzato in tutte le tipologie edilizie esistenti o da realizzare, integrandosi perfettamente in qualsiasi tipo di ambiente.

DESCRIZIONE TECNICA

Il sistema Poliedra-Sky 50 Fotovoltaico concettualmente si può dividere in tre parti:

- Moduli fotovoltaici;
- struttura in alluminio (Poliedra-Sky 50);
- impianto elettrico.

Nella realtà le tre parti sono integrate tra di loro infatti i moduli fotovoltaici vengono sostenuti dalla *struttura in alluminio Poliedra-Sky 50*, la quale alloggia anche i cavi di collegamento tra i moduli e gli altri componenti dell'impianto elettrico collegati alla rete di distribuzione.

I moduli (descritti nei capitoli precedenti) generalmente usati per il sistema Poliedra-Sky 50 fotovoltaico, hanno una superficie captante di 1 m², costituita da 64 celle monocristalline ($\eta=14,5\%$) o policristalline ($\eta=12\%$) di 12,5 x 12,5 cm.

I moduli possono essere, maneggiati, montati e utilizzati alla stesso modo di un normale vetro, senza alcun intervento particolare sulla struttura di alluminio.

La facciata continua fotovoltaica mantiene le caratteristiche tecniche del sistema base montanti e traversi Poliedra-Sky 50.

Il pannello di tamponamento (normalmente costituito da un vetro o pannello opaco) del sistema Poliedra-Sky 50 sostituito con il modulo fotovoltaico e i cavi di collegamento tra i vari componenti

elettrici che vengono alloggiati all'interno dei traversi e montanti praticando degli opportuni fori, non compromettono le garanzie di tenuta all'aria, acqua e resistenza al vento e l'isolamento termico e acustico del sistema base (seguono Figure 14,15 e16 relative alla facciata fotovoltaica MetraSPA)

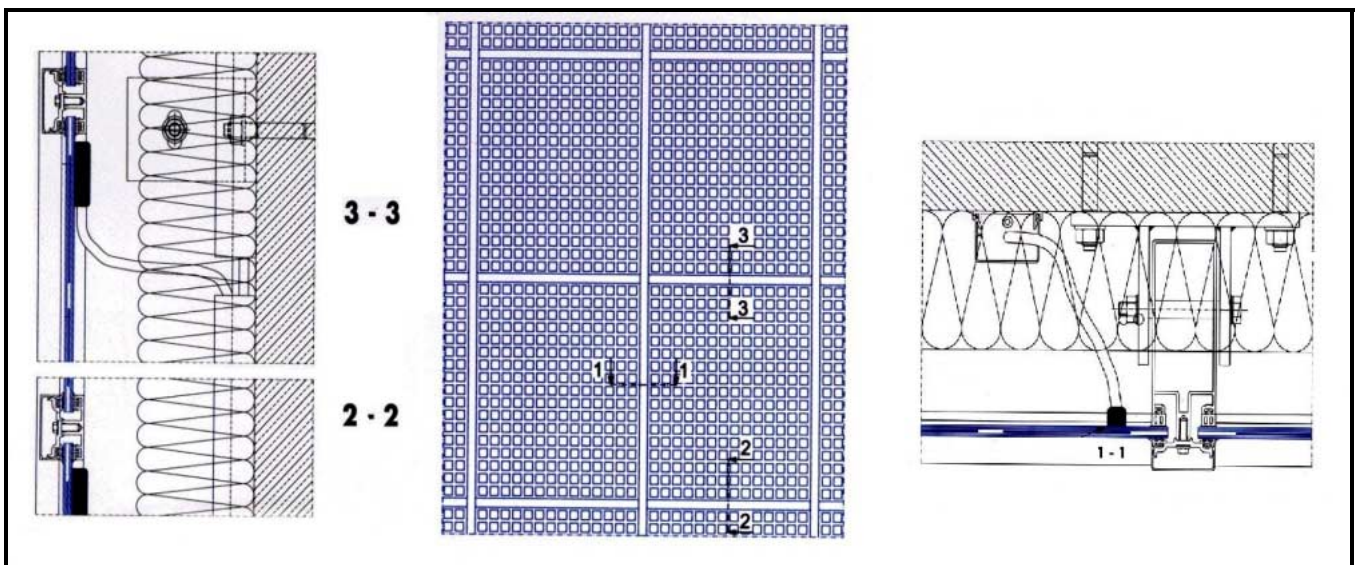


Fig.14 Sezioni di Facciata fotovoltaica fissata su parete esistente

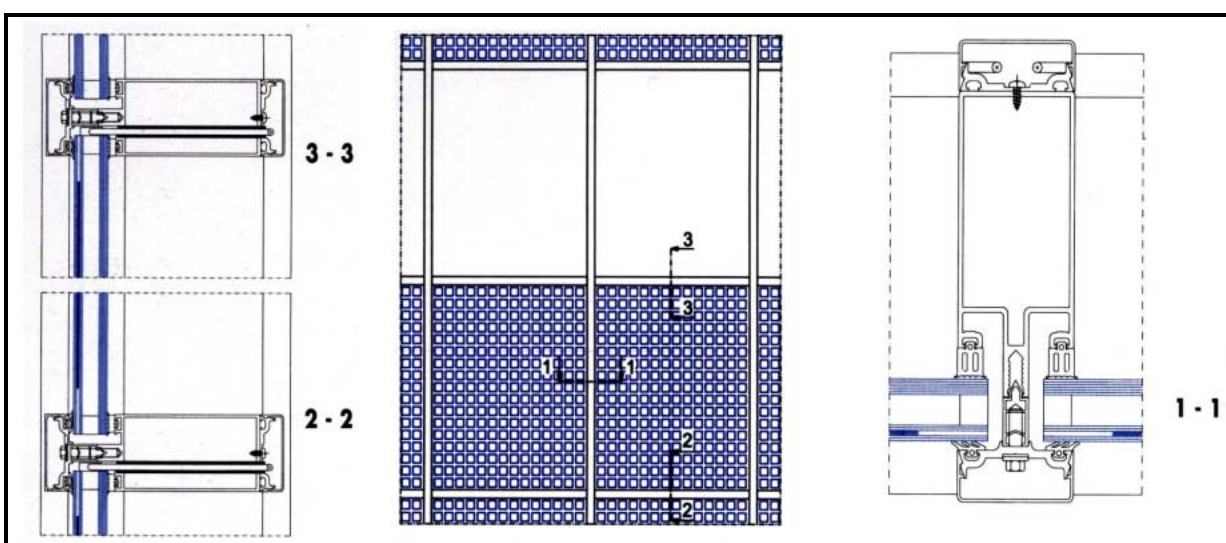
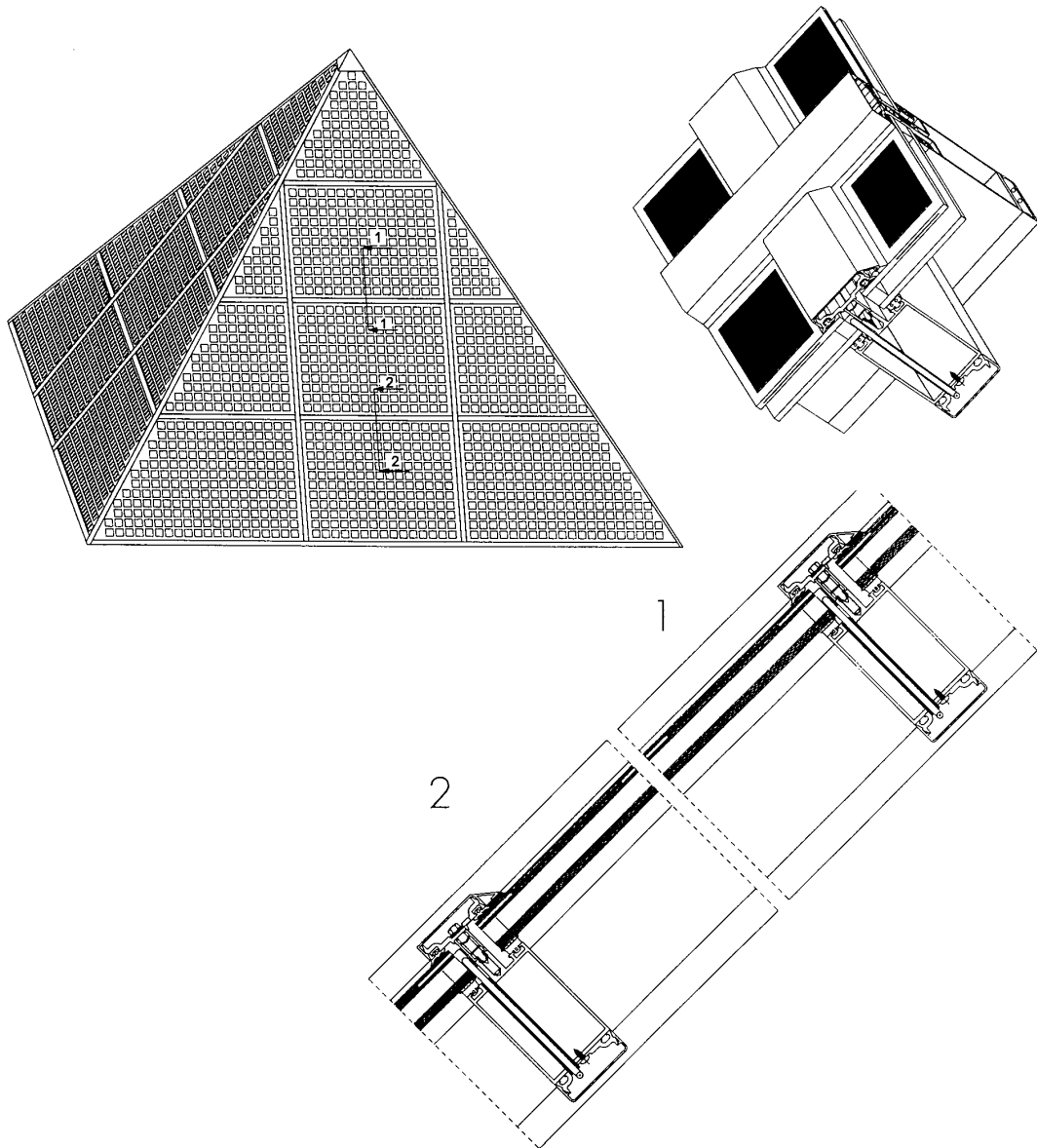


Fig.15 Sezioni di Facciata fotovoltaica

Fig.16 Facciata Fotovoltaica in copertura



L'impianto elettrico (fig.17) della facciata fotovoltaica, partendo dai moduli fotovoltaici è così costituito:

- scatola di collegamento;
- centralina di derivazione;
- inverter;
- collegamento con la rete elettrica.

La linea di collegamento dei moduli viene realizzata con cavi resistenti ai raggi ultravioletti a doppio isolamento, adatti per ambienti a temperature elevate, non infiammabili e resistenti agli agenti atmosferici.

La scatola di collegamento dei moduli è posizionata immediatamente dietro i moduli della facciata per consentire collegamenti più corti possibili. In essa i moduli sono collegati tra loro in serie per aumentare la tensione del sistema fotovoltaico.

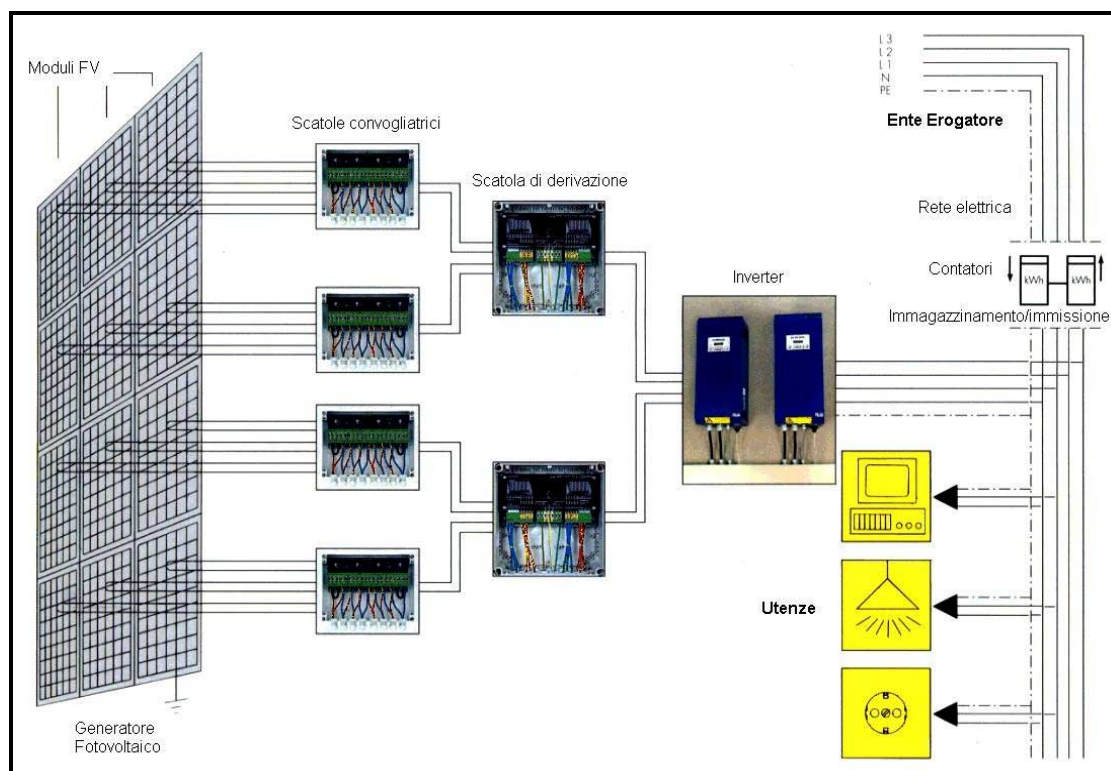


Fig.17 Impianto elettrico della facciata fotovoltaica

La centralina di derivazione raccoglie in parallelo le linee provenienti dalle scatole di collegamento; questo permette di aumentare l'intensità di corrente. La centralina contiene: dei diodi che separano le varie linee tra loro per evitare un riflusso di corrente verso cellule difettose o in ombra; dei limitatori per i picchi di tensione e dispositivi di sicurezza. La centralina viene installata nell'edificio in un luogo accessibile per controlli e misurazioni.

L'impianto fotovoltaico, se di medie e grandi dimensioni, viene suddiviso in più generatori (o sottocampi) a cui fa capo un inverter, dispositivo che trasforma la corrente continua ottenuta dalle celle in corrente alternata e sincronizza la frequenza a 50 Hz.

La suddivisione in più generatori permette la migliore gestione dell'impianto in caso di manutenzione o guasti.

I moduli, tramite le scatole di collegamento e le centraline di derivazione, sono collegati in serie ed in parallelo in modo da raggiungere la tensione e l'intensità di corrente adeguati per l'alimentazione dell'inverter.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento per la progettazione e realizzazione di facciate integrate con fotovoltaico sono le seguenti:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici norme UNI-ISO per la parte meccanica;
- unificazioni Società Elettriche (ENEL e/o altre) per le interfacce con la rete elettrica.

ESEMPIO DI CALCOLO DEL RENDIMENTO ENERGETICO

Si vuole calcolare il rendimento annuo di una facciata fotovoltaica verticale collegata in rete (grid connection) a Milano con una potenza installata di 1 kWp

Si considerano le seguenti variabili:

1. Irradiazione di energia solare locale zona Milano (irradiazione diretta e globale) 1500 kWh/m_a
2. Fattore d'orientamento della superficie (inclinazione/direzione celeste x 0.7)
= Valore di irradiazione solare per facciata fotovoltaica = 1050 kWh/m_a
3. superficie solare attiva x 10 m₂
4. Grado di rendimento delle cellule solare (a 25°C) x 0.15
5. Influenza temperatura di utilizzo x 0.86
6. Cali su interruttori e cavi (circa 2%) x 0.98
7. Grado di efficienza alternatore x 0.9

Possibile rendimento elettrico annuale
con facciata verso sud verticale circa 1195 kWh/a/kWp

SPIEGAZIONI

1. I valori locali d'insolazione sono variabili. L'Italia si può suddividere in diverse zone in funzione delle radiazioni solari (Vedere fig.9). In questo caso è stato considerato un valore medio di 1500 kWh/m²

2. L'orientamento ideale è a sud. I dati di irradiazione dell'offerta locale di radiazione fanno riferimento alla superficie orizzontale.

La trasformazione – riferita all'inclinazione differente e deviazioni dallo orientamento esatto verso sud – deve essere calcolata. Si possono ricavare i valori per tutti gli orientamenti ed inclinazioni.

Esempio: Orientamento verso sud, inclinazione della facciata di 90° (verticale) riceve il 70% della irradiazione solare annuale.

3. La superficie attiva dei moduli solari è determinata dalle superfici totali delle cellule solari e viene utilizzata per il calcolo del rendimento elettrico.

Questa superficie determina la potenza produttiva del generatore fotovoltaico.

Nell'esempio è stata considerata una superficie di celle di 10 m₂.

4. Il grado di rendimento delle cellule incorporate viene misurato ad una temperatura di 25°C. Questo è lo standard mondiale per la caratterizzazione dei moduli fotovoltaici. Su una facciata arieggiata sul retro può verificarsi una temperatura modulare di oltre 60°C.

Nel nostro esempio è stata considerata una temperatura modulare media di 60°C. Da ciò deriva:
(60°C temp.modul. – 25°C temp. base) x 0.4%/°C = 14% riduzione relativa del grado di efficienza dei moduli.

5. In caso di situazioni di montaggio differenziate i moduli fotovoltaici vengono riscaldati in misura differenziata. Il grado di efficienza modulare scende di 0.4% con cellule cristalline per ogni grado Centigrado. Una riduzione di temperatura viene considerata per il rendimento energetico. Questi valori si basano sull'esperienza su varie costruzioni e vari moduli.

6. Nella scelta dei diametri dei cavi regolamentari il calo di potenza ammonta a circa 1%. Si considera un calo medio del 2% per gli allacciamenti dell'impianto.

7. Moderni alternatori solari indicano un'efficienza di oltre il 90%. Il valore di efficienza ottimale viene raggiunto nel settore di potenza di circa 15% al 80% della capacità nominale PV.

VANTAGGI DELLA FACCIATA FOTOVOLTAICA (FV)

Il sistema integrato alluminio-fotovoltaico offre molteplici vantaggi i principali sono: la semplicità di utilizzo, le esigenze di manutenzione molto ridotte, la modularità, e soprattutto un impatto ambientale estremamente basso.

Il funzionamento di tale sistema non provoca nessun tipo di emissione, né inquinante, né acustica.

Questi vantaggi hanno permesso l'applicazione e lo sviluppo del sistema negli edifici in ambiente urbano.

Lo sviluppo tecnologico ha portato alla realizzazione di progetti con ottimo impatto visivo, dimostrando che il fotovoltaico è una tecnologia perfettamente integrabile in ogni tipologia edilizia.

L'integrazione del sistema negli edifici in ambiente urbano comporta ulteriori vantaggi dal punto di vista energetico ed ambientale.

La facciata fotovoltaica Metra soddisfa tutti i requisiti relativi alle prestazioni acustiche, termiche e di protezione agli ambienti atmosferici.

La facciata fotovoltaica Metra è una fonte di energia pulita a più basso impatto ambientale, non produce fumi, né rumore, né calore o inquinamento chimico; per questo può soddisfare una pluralità di esigenze produttive con la tutela ed il rispetto dell'ambiente.



Esempi di Applicazione

GLOSSARIO

Ampère (A): Unità di misura della corrente elettrica; equivalente a un flusso di carica di un conduttore pari ad un Coulomb per secolo.

Ampèrora (Ah): Quantità di elettricità equivalente all'energia corrispondente al flusso di una corrente di ampere per un'ora.

Array: Vedi campo fotovoltaico.

Arseniuro di gallio: Materiale composto da arsenio, con caratteristiche elettriche tipiche dei semiconduttori, utilizzato per produrre celle ad alto rendimento. L'elevato costo di produzione ne limita oggi l'impiego a particolari applicazioni (settore spaziale).

Batterie di accumulatori: Dispositivi capaci di convertire energia elettrica in energia chimica o viceversa. Nella fase di carica vengono utilizzati per immagazzinare l'energia elettrica, che poi sarà restituita, secondo necessità, in fase di scarica. In genere, si utilizzano più accumulatori collegati insieme (batterie di accumulatori).

Campo fotovoltaico: Insieme di moduli fotovoltaici, connessi elettricamente tra loro e installati meccanicamente nella loro sede di funzionamento.

Capacità della batteria: Quantità di elettricità accumulata da una batteria di accumulatori e quindi erogabili nella stessa ad un determinato regime fino a una tensione prestabilita. Si misura in Ampèrora (Ah).

Capacità nominale: Capacità dichiarata dal costruttore per una certa batteria. La capacità nominale è riferita ad un regime di scarico di 10 ore e alla temperatura di 25°C: viene indicata con il simbolo C10. Si misura in Ampèrora (Ah).

Carico elettrico: Quantità di potenza elettrica istantanea consumata da un qualunque utilizzatore elettrico (W).

Cella fotovoltaica: Elemento base della generazione fotovoltaica, costituita da materiale semiconduttore opportunamente 'drogato' e trattato, che converte la radiazione solare in elettricità.

ChiloWatt (kW): Multiplo dell'unità di misura della potenza, pari a 1.000 Watt.

ChiloWattora (kWh): Unità di misura dell'energia. Un chilowattora è l'energia consumata in un'ora da un apparecchio utilizzatore da 1 kW.

Ciclo di vita o durata di una batteria: Valore convenzionale che indica il numero di cicli di carica e scarica che la batteria può effettuare prima di cessare il funzionamento. Esso è di solito accompagnato da limitazioni sulle modalità dei cicli di carica e scarica.

Collegamento parallelo: Caratterizzato dalla connessione di moduli fotovoltaici o di batterie tali per cui i morsetti dello stesso segno sono collegati insieme.

Collegamento serie: Caratterizzato dalla connessione in serie di moduli fotovoltaici o di batterie.

Contatti elettrici: Sono dei conduttori intimamente collegati al componente elettrico, per addurre o prelevare corrente. Nella cella fotovoltaica i contatti sono realizzati in materiale altamente conduttivo (per esempio in argento) e con una configurazione a griglia, in modo da oscurare il meno possibile la cella stessa.

Conversione fotovoltaica: Fenomeno per il quale la luce incidente su un dispositivo elettronico a stato solido (cella fotovoltaica) genera energia elettrica.

Convertitore CA/CC, raddrizzatore: Dispositivo che converte la corrente alternata in continua.

Convertitore CC/CA inverter: Dispositivo che converte la corrente continua in corrente alternata.

Corrente: Flusso di cariche elettriche in un conduttore tra due punti aventi una differenza di potenziale (tensione). Si misura in A (Ampère).

Dispositivo fotovoltaico: Cella, modulo, pannello, stringa o campo fotovoltaico.

Efficienza (%): Rapporto tra la potenza (o l'energia) in uscita e la potenza (o l'energia) in ingresso.

Efficienza di conversione (%): Rapporto tra l'energia elettrica prodotta e l'energia solare raccolta da un dispositivo fotovoltaico.

Energia: In generale, si misura in J (Joule); quella elettrica che qui interessa si misura in Wh (Wattora) ed equivale all'energia resa disponibile da un dispositivo che eroga un Watt di potenza per ora:

- 1 Wh = 3.600J
- 1 cal = 4,186J
- 1 Wh = 860cal.

EVA: Etilene-vinil-acetato. Materiale plastico utilizzato per la costruzione dei pannelli, che costituisce l'involucro entro cui vengono collocate le celle fotovoltaiche, collegate fra loro in serie. L'EVA viene fuso ad una temperatura di 150° C per mezzo di forni ad aria.

Film sottile: E' il prodotto della tecnologia che sfrutta la deposizione di un sottilissimo strato di materiali semiconduttori per la realizzazione della cella fotovoltaica.

Fotovoltaico: Termine composto da "foto", dal greco "luce" e "voltaico", da Alessandro Volta, lo scienziato italiano che fu tra i primi a studiare i fenomeni elettrici.

Generatore fotovoltaico: Generatore fotovoltaico costituito da uno o più moduli: o pannelli, o stringhe: fotovoltaici.

Giunzione: E' il confine fra regioni di semiconduttori aventi polarità opposte. Se la giunzione è realizzata fra le regioni di uguali semiconduttori essa è detta "omogiunzione"; se invece è realizzata fra le regioni di differenti semiconduttori è detta "eterogiunzione".

Grid: Rete elettrica di distribuzione.

Grid – connected: Vedi sistema fotovoltaico connesso in rete.

Inseguitore del punto di massima potenza, MPPT: Apparecchiatura elettronica di interfaccia tra l'utilizzatore e il generatore fotovoltaico, tale che il generatore fotovoltaico “veda” sempre ai suoi capi un carico ottimale per cedere la massima potenza. Al variare delle condizioni esterne (temperatura, irraggiamento) l'inseguitore varia il suo punto di lavoro, in modo da estrarre dal generatore sempre la massima potenza disponibile e cederla al carico.

Inverter: Vedi convertitore CC/CA.

Irraggiamento: Radiazione solare istantanea (quindi una potenza) incidente sull'unità di superficie. Si misura in kW/m^2 . L'irraggiamento rilevabile all'Equatore, a mezzogiorno e in condizioni atmosferiche ottimali, è pari a circa 1.000 W/m^2 .

Maximum Power Point Tracker (MPPT): Vedi inseguitore dal punto di massima potenza.

Modulo fotovoltaico: Insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o parallelo, così da ottenere valori di tensione e correnti adatti ai comuni impieghi, come la carica di una batteria. Nel modulo, le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.

Pannello fotovoltaico: Insieme di più moduli, collegati in serie o in parallelo, in una struttura rigida.

Potenza: E' l'energia prodotta nell'unità di tempo. Si misura in $W = J/s$ ($W = \text{Watt}$; $J = \text{Joule}$; $s = \text{secondo}$). Dal punto di vista elettrico il W è la potenza sviluppata in un circuito da una corrente di 1 A (Ampère) che attraversa una differenza di potenziale di 1 V (Volt). La potenza elettrica è data quindi dal prodotto della corrente (I) per la tensione (V).

Multipli del W :

- chilowatt: $\text{kW} = 10^3 \text{ W}$
- megawatt: $\text{MW} = 10^6 \text{ W}$
- gigawatt: $\text{GW} = 10^9 \text{ W}$
- terawatt: $\text{TW} = 10^{12} \text{ W}$

Potenza di picco (W_p): E' la potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard in funzionamento (irraggiamento 1.000 W/m^2 e temperatura 25°C).

Potere calorifico: Energia che un combustibile libera durante il processo di combustione. Si misura in kJ/kg . Si parla di “potere calorifico superiore” (p.c.s.) se si considera tutta l'energia prodotta dal combustibile, di “potere calorifico inferiore” (p.c.i.) se, invece, si prescinde dall'energia totale prodotta dal combustibile ed impiegata per l'evaporazione dell'acqua

presente nel combustibile.

Alcuni esempi di p.c.i.:

- carbone = 31.395 kJ/kg
- olio = 41.023 kJ/kg
- metano = 34.325 kJ/m³.

Radiazione solare: Energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione nucleare che in esso avvengono. La radiazione solare(o energia) al suolo viene misurata in kWh/m².

Raddrizzatore: Vedi convertitore CA/CC.

Regolatore di carica: Dispositivo che controlla la velocità di ricarica e lo stato di carica della batterie.

Semiconduttori: Materiali con caratteristiche elettriche intermedie tra quelle dei conduttori e degli isolanti. Tra di essi vi è il silicio.

Silicio: Materiale semiconduttore usato per costruire celle fotovoltaiche.

Silicio amorfo: Tipo di silicio per celle fotovoltaiche che non ha struttura cristallina.

Silicio cristallino: Tipo di silicio a struttura cristallina (monocristallino o policristallino).

Silicio di tipo *n*: Silicio avente una struttura cristallina che contiene cariche negativamente.

Silicio di tipo *p*: Silicio avente una struttura cristallina che contiene impurità cariche positivamente

Silicio solare: Silicio, prodotto appositamente per l'industria fotovoltaica o di scarto dell'industria elettronica, avente caratteristiche di purezza sufficienti per la preparazione delle celle solari.

Sistema fotovoltaico: Sistema costituito da moduli fotovoltaici e altri componenti progettando per fornire potenza elettrica a partire dalla radiazione solare.

Sistema fotovoltaico connesso in rete: Sistema fotovoltaico collegato alla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Sistema fotovoltaico grid - connected: Vedi sistema fotovoltaico connesso in rete.

Sistema fotovoltaico isolato: Sistema fotovoltaico non collegato alla rete elettrica di distribuzione.

Sistema fotovoltaico stand - alone: Vedi sistema fotovoltaico isolato.

Sottocampo: Collegamento elettrico in parallelo di più stringhe. L'insieme dei sottocampi costituisce il campo fotovoltaico.

Stand - alone: Vedi sistema fotovoltaico isolato.

STC: Le condizioni standard di confronto delle celle sono stabilite internazionalmente. Esse sono riferite a una temperatura di giunzione di 25°C e un irraggiamento di 1000 W/m² di luce solare con spettro identico a quello che la luce naturale assume dopo aver percorso una massa atmosferica pari a 1,5 volte quella che realmente avvolge la terra, la cosiddetta Air Mass, cioè AM 1,5.

Stringa: Insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.

Tensione: Differenza di potenziale elettrico tra due corpi o tra due punti di un conduttore o di un circuito. Si misura in V (Volt).

Tonnellata equivalente di petrolio (Tep): Unità di misura dell'energia adottata per misurare grandi quantità di questa, ad esempio nei bilanci energetici e nelle valutazioni statistiche. Equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Essendo il potere calorifico del petrolio grezzo pari a 41.860 kJ/kg, un Tep equivale a $41.860 \cdot 10^3$ kJ.

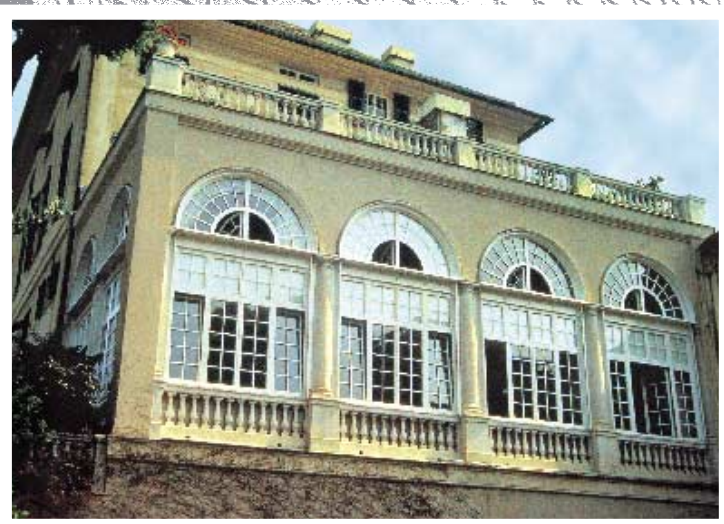
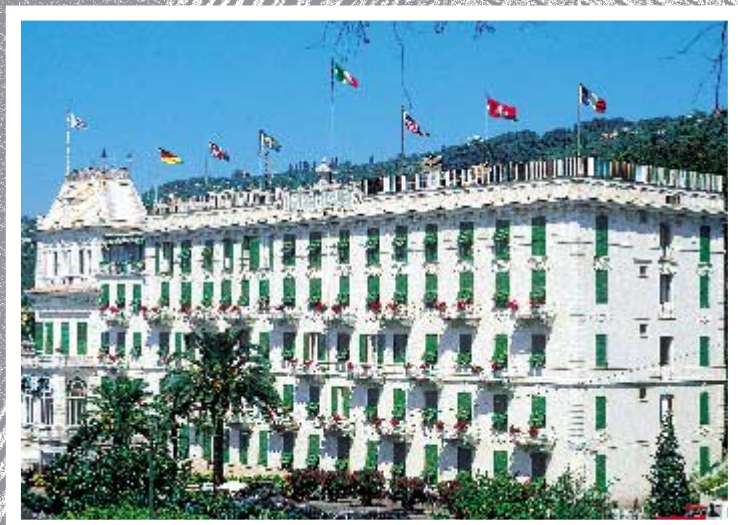
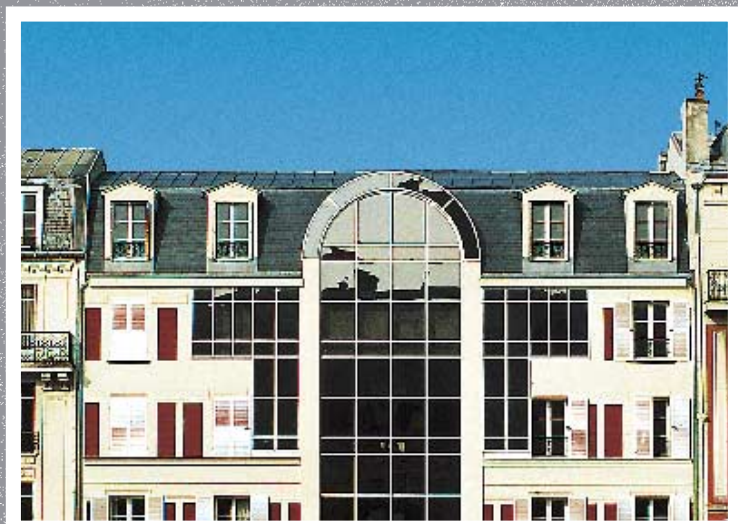
Volt (V): Unità di misura della tensione esistente tra due punti in un campo elettrico. Ai campi di una cella fotovoltaica si stabilisce una tensione di circa 0,5 Volt; circa 17 Volt ai capi di un tipico modulo fotovoltaico (nel punto di massima potenza).

Wafer: Fetta di silicio di spessore variabile da 250 e 350 μm (millesimi di millimetro) ottenuta dal taglio dei lingotti di silicio prodotti con la fusione del silicio di scarto prodotto dell'industria elettronica. Dopo diversi trattamenti il wafer diventa cella fotovoltaica.

Watt (W): Unità di misura della potenza elettrica. E' la potenza sviluppata in un circuito da una corrente di un Ampère che attraversa una differenza di potenziale di un Volt. Equivale a 1/746 di Cavallo Vapore (CV).

Watt di picco (Wp): Unità di misura per indicare la potenza che un dispositivo fotovoltaico può produrre in condizioni standard di funzionamento (STC).

Wattora (Wh): Unità di misura di energia: equivalente ad un Watt per un'ora.



metra

SISTEMI PER FORME D'AUTORE