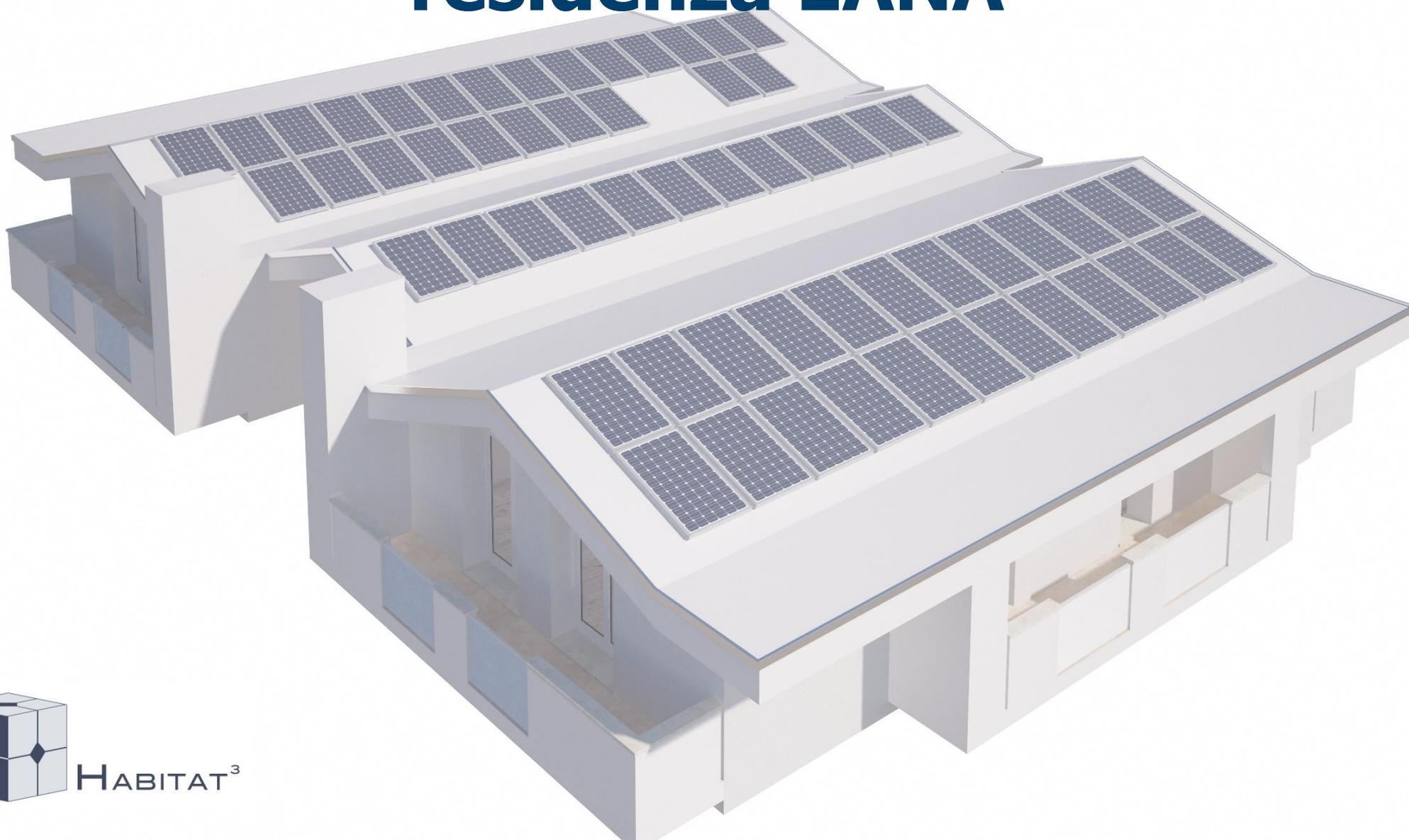


L'Impianto fotovoltaico della residenza EANA



HABITAT³

Indice

- 1. Principi della conversione fotovoltaica**
- 2. Dimensionamento e aspetti realizzativi**
- 3. I componenti principali di un impianto FV**
- 4. Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana**



- 
- 1. Principi della conversione fotovoltaica**
 2. Dimensionamento e aspetti realizzativi
 3. I componenti principali di un impianto FV
 4. Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

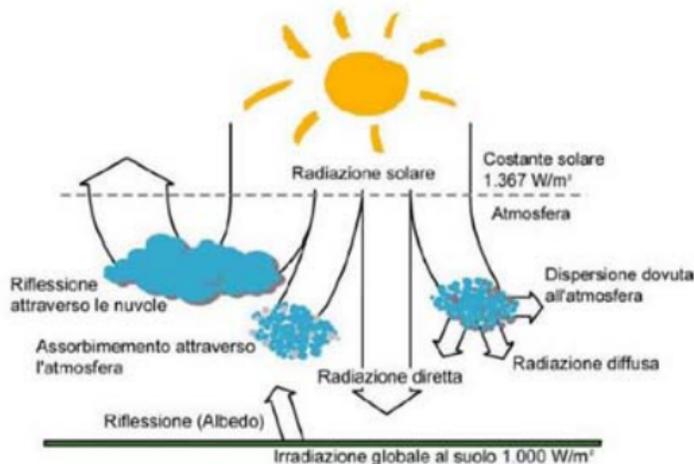
Principi della conversione fotovoltaica

La radiazione solare

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione nucleare che avvengono nel Sole.

La radiazione solare globale che raggiunge la superficie terrestre, si distingue in:

- **La radiazione diretta** colpisce una qualsiasi superficie con un unico angolo di incidenza;
- **La radiazione diffusa** incide su tale superficie con vari angoli;
- **la radiazione riflessa** dal terreno o da specchi d'acqua o da altre superfici orizzontali (albedo).



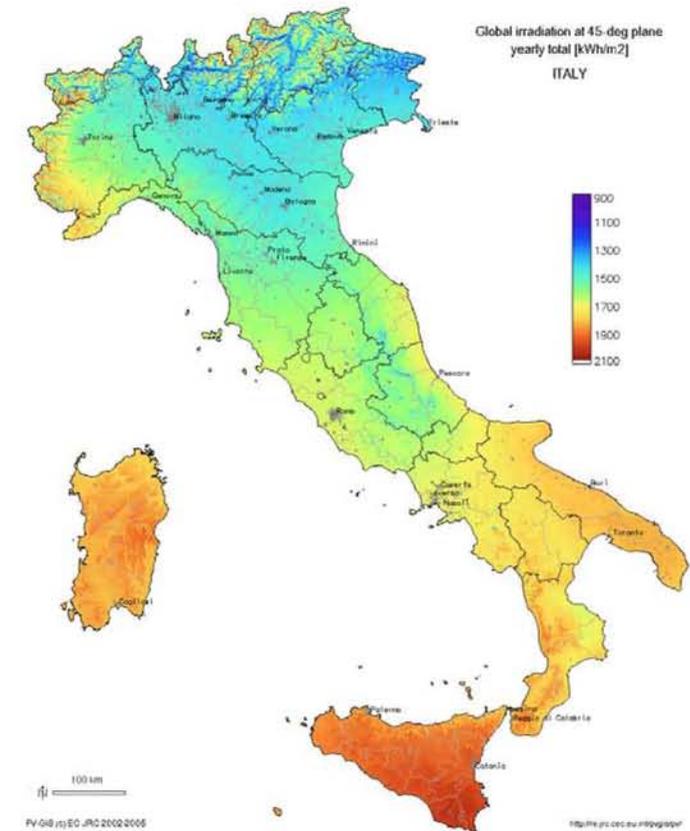
Quando la radiazione diretta non può colpire una superficie a causa della presenza di un ostacolo, l'area ombreggiata non si trova completamente oscurata grazie al contributo della radiazione diffusa.

Principi della conversione fotovoltaica

La radiazione solare

I valori di radiazione riflessa, diffusa e diretta ricevuta da una superficie dipendono:

- dalle condizioni meteorologiche (in una giornata nuvolosa la radiazione è pressoché totalmente diffusa; in una giornata serena con clima secco, viceversa, predomina la componente diretta, che può arrivare fino al 90% della radiazione totale);
- dall'inclinazione della superficie rispetto al piano orizzontale (una superficie orizzontale riceve la massima radiazione diffusa e la minima riflessa; la componente riflessa aumenta al crescere dell'inclinazione);
- dalla presenza di superfici riflettenti (il contributo maggiore alla riflessione è dato dalle superfici chiare dagli specchi d'acqua. Es. 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).



Principi della conversione fotovoltaica

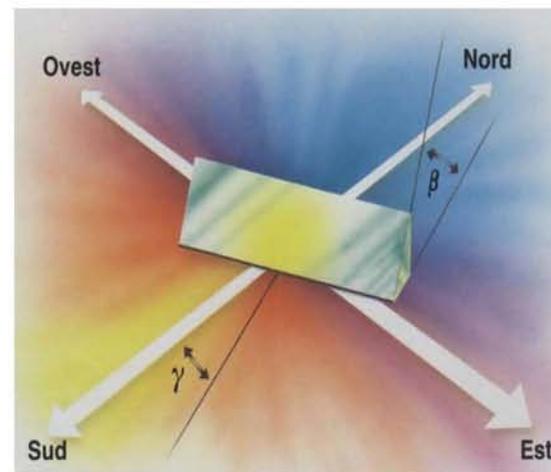
Energia solare incidente su una superficie

La posizione ottimale della superficie captante si ha quando la superficie è orientata a SUD. Alle nostre latitudini l'inclinazione ottimale risulta pari $30^\circ \div 35^\circ$ (latitudine - 10°).

Una variazione di pochi gradi, rispetto alle condizioni ottimali di orientamento ed inclinazione determina perdite dell'energia raccolta (e quindi prodotta dall'impianto fotovoltaico) di pochi punti percentuale.

Le condizioni evidenziate in arancio vanno trattate con particolare attenzione.

FATTORI DI CORREZIONE PER LE DIVERSE SITUAZIONI DI INCLINAZIONE E ORIENTAMENTO					
INCLINAZIONE		☀	☀	☀	☀
ORIENTAMENTO		0°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est		0,93	0,96	0,88	0,66
Sud		0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ovest		0,93	0,96	0,88	0,66
Ovest		0,93	0,90	0,78	0,55



Principi della conversione fotovoltaica

Valutazione irraggiamento

Simulator	Meteo Data Base Source
ENEA SOLTERM	ENEA
ENEA method of calculation	UNI 8477/1
ENEA Iqbal	ENEA
Meteonorm 6.1	World Radiation Data Center
PVSYST 4.37	Meteonorm
PVGIS	European Solar radiation Atlas
PVSOL 3.0 R7	NASA
Solergo 2009 7.3.0.0 DB ENEA	ENEA
Solergo 2009 7.3.0.0 UNI 10349	UNI 10349

Dalla Guida CEI 82-25 pag.18:

4.3.2 Disponibilità della fonte solare

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione può essere verificata utilizzando i dati riportati nella Norma UNI 10349 relativi, fra l'altro, a valori giornalieri medi mensili della radiazione solare sul piano orizzontale di ciascuna provincia italiana.

Il calcolo della radiazione solare ricevuta da una superficie fissa comunque esposta ed orientata può essere determinata mediante le formule riportate nella Norma UNI 8477 che utilizzano i valori giornalieri medi mensili della radiazione solare diretta e diffusa sul piano orizzontale forniti dalla Norma UNI 10349.

NOTA Sono disponibili altri database da cui è possibile ottenere i dati di radiazione solare su vari siti del territorio italiano; uno di questi è l'atlante della radiazione solare PVGIS, accessibile dal sito web del Centro di Ricerca Europea, JRC di Ispra. Si fa presente che i valori di radiazione solare possono essere alquanto diversi, fino a qualche punto percentuale, in relazione al database considerato.

- 
1. **Principi della conversione fotovoltaica**
 2. **Dimensionamento e aspetti realizzativi**
 3. **I componenti principali di un impianto FV**
 4. **Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana**

Dimensionamento e aspetti realizzativi

Dimensionamento della potenza

in base a:

- fabbisogno energetico
- la producibilità del sito

in base a:

- disponibilità di spazio
- esposizione idonea

preventivazione e
verifica della fattibilità economica

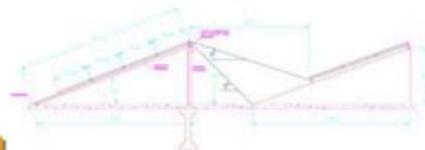
Go

progettazione dell'impianto

Irradiation



Global horizontal irradiation kWh/m² * year

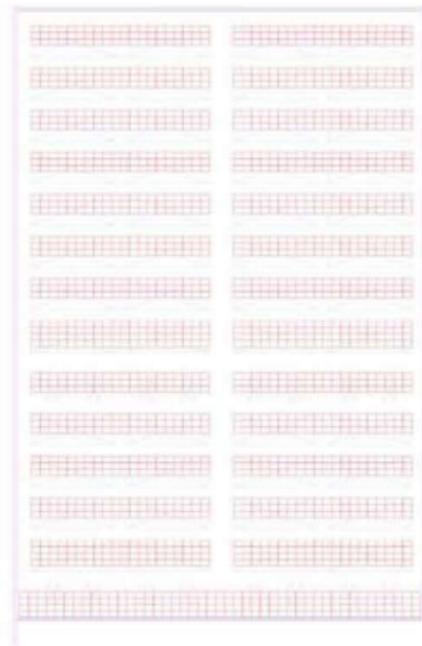
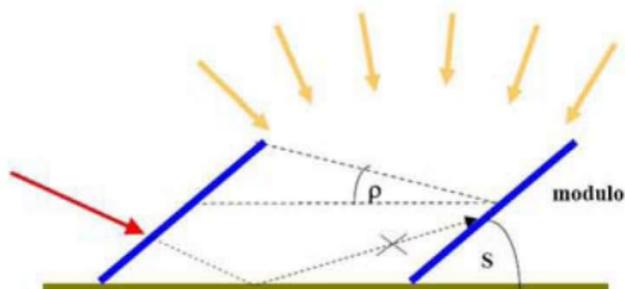


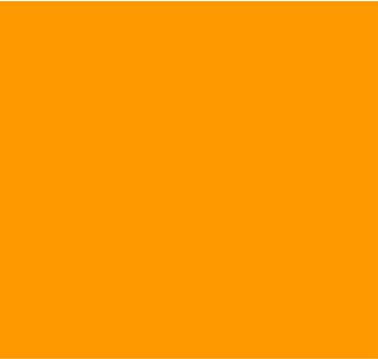
Dimensionamento e aspetti realizzativi

Valutazione ombre

Le fasi del dimensionamento:

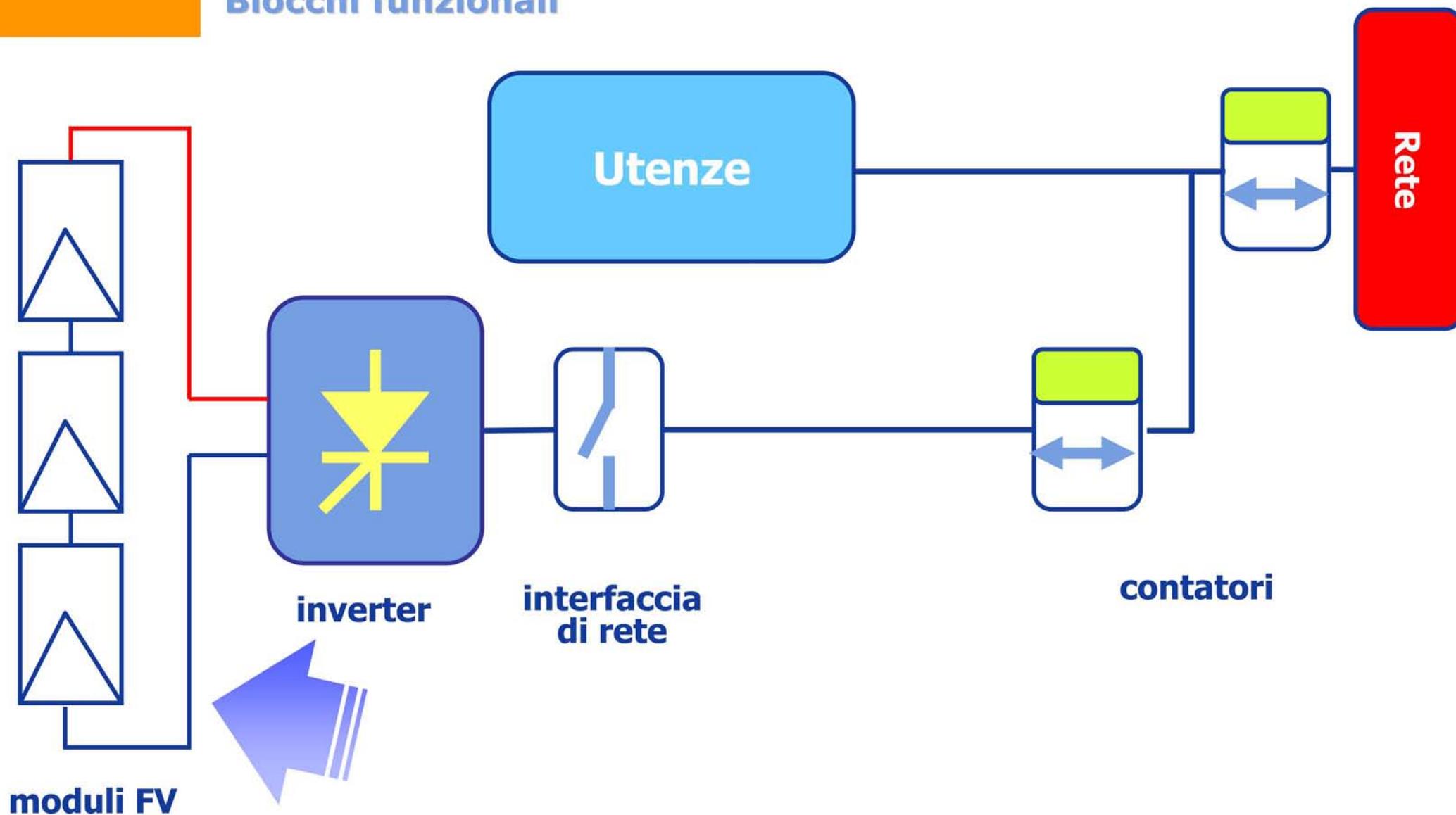
- Ottenere la planimetria del luogo di installazione
- Scegliere i moduli fotovoltaici per la realizzazione dell'impianto ed elaborare un disegno con la disposizione dei moduli evitando le zone in ombra causate da eventuali ostacoli
- Scegliere la tipologia di inverter e dimensionare le stringhe, successivamente controllare nuovamente la disposizione in modo che rispetti il dimensionamento elettrico
- Verificare la producibilità dell'impianto dimensionato



- 
1. Principi della conversione fotovoltaica
 2. Dimensionamento e aspetti realizzativi
 3. **I componenti principali di un impianto FV**
 4. Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

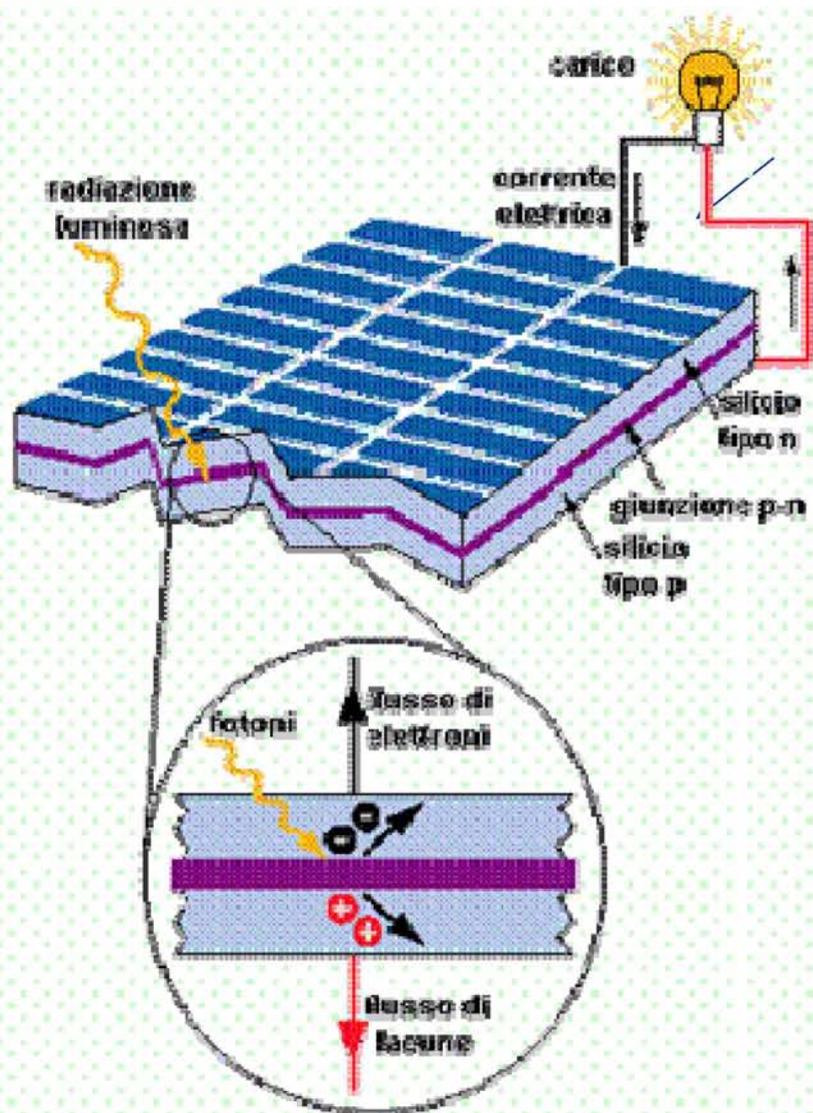
I componenti principali di un impianto FV

Blocchi funzionali



I componenti principali di un impianto FV

Il generatore fotovoltaico



La **cella fotovoltaica** è un dispositivo capace di convertire l'energia luminosa, su di essa incidente, direttamente in energia elettrica.

Infatti la **radiazione solare** incidente sulla cella forma all'interno della cella un campo elettrico che a sua volta permette la generazione di un flusso di elettroni al quale corrisponde una corrente elettrica.

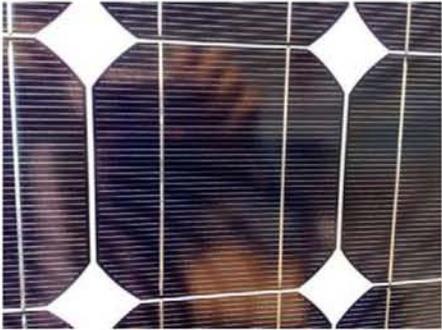
La cella è schematizzabile come un diodo a semiconduttore di grossa sezione, forma quadrata, circolare o rettangolare secondo il tipo di cella.

I componenti principali di un impianto FV

Celle

Celle monocristalline (a base di Si):

vengono prodotte "tagliando" una barra monocristallina. Il vantaggio principale è un alto rendimento (fino al 18%). Questo tipo di celle è costoso a causa del complicato processo di produzione. Le celle di tipo monocristallino sono caratterizzate usualmente da un'omogenea colorazione.



Celle poli (o multi-) cristalline (a base di Si) :

vengono colate in blocchi e poi tagliate a dischetti. Il rendimento è poco minore (13-16%) al mono.



Celle thin-film (a base di Si o altri componenti; rigide o flessibili):

vengono prodotte mediante "spruzzamento" catodico di atomi di silicio (o altro) su una piastra di vetro o altro supporto. Questo tipo di cella ha il rendimento minore (ca. 4-8%), ma si adatta bene alle alte temperature di funzionamento.

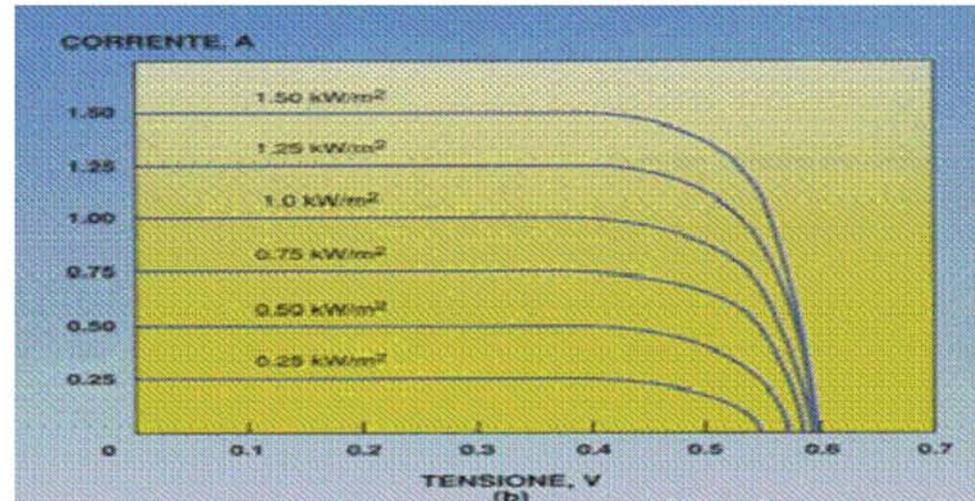
Altri materiali usati: CdTe, CIS, CIGS



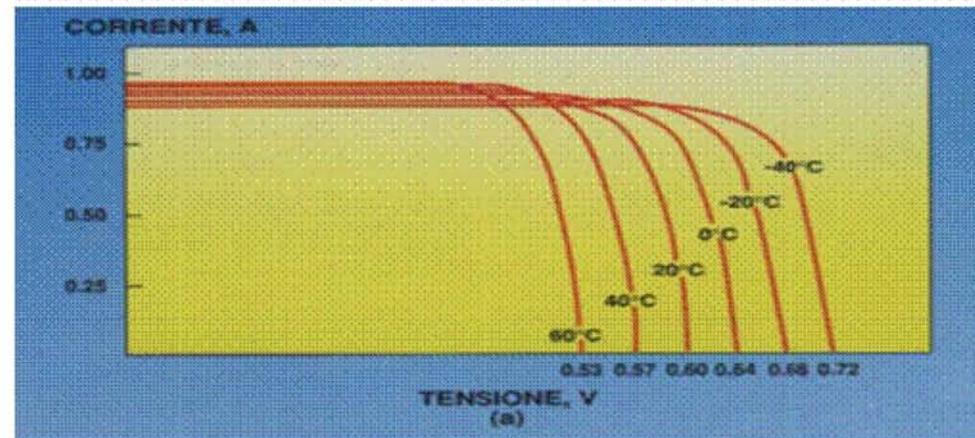
I componenti principali di un impianto FV

Comportamento elettrico della cella fotovoltaica

Al variare dell' intensità della radiazione solare



Al variare della temperatura

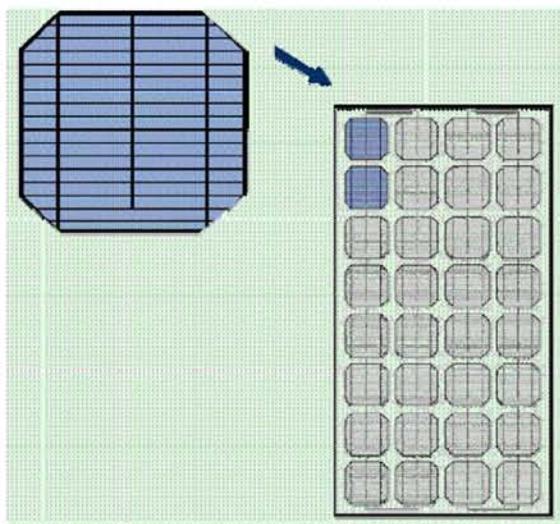


I componenti principali di un impianto FV

Dalla cella al modulo

Un modulo fotovoltaico è costituito dai seguenti elementi:

- Insieme di celle fotovoltaiche collegate elettricamente in serie o in parallelo;
- due lastre di EVA (Etilene Vinyl Acetate) per l'incapsulamento ed il fissaggio delle celle FV;
- lastra di vetro temperato sulla parte anteriore del modulo;
- uno strato plastificato posteriore (TEDLAR);
- cornice in alluminio;
- cassetta di derivazione, che contiene le terminazioni elettriche con connettori a spina (generalmente MultiContact o Tyco) e uno o più diodi di by-pass per bloccare le correnti inverse nelle porzioni di modulo (gruppi di celle) che temporaneamente non producono energia (a causa di ombreggiamenti parziali o nel caso estremo di rottura di alcune celle).



I componenti principali di un impianto FV

Dal modulo alle stringhe

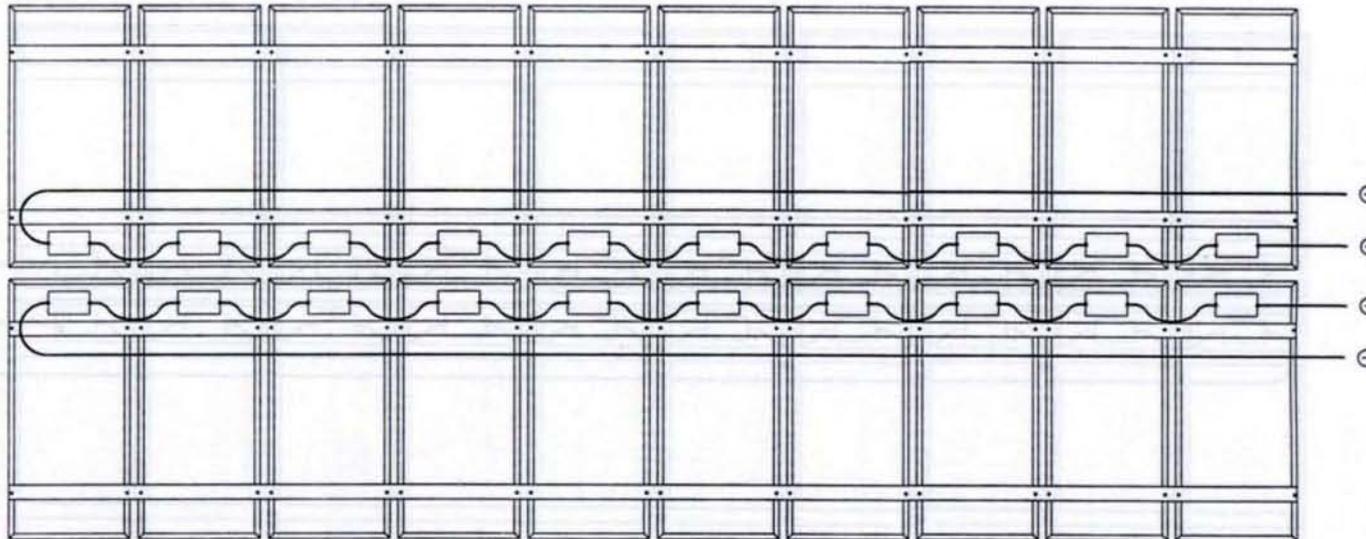
Moduli in SERIE

Una stringa fotovoltaica è formata dalla serie di un numero definito di moduli. Tale numero dipende da:

- il range di tensione in ingresso ammesso dall'inverter utilizzato;
- la tensione massima alla quale può essere sottoposto il modulo (normalmente 600÷1000V)

Stringhe in PARALLELO

Il Generatore Fotovoltaico, la cui potenza nominale è ottenuta come somma delle potenze nominali dei singoli moduli, è costituito dal parallelo di un determinato numero di stringhe di moduli FV.

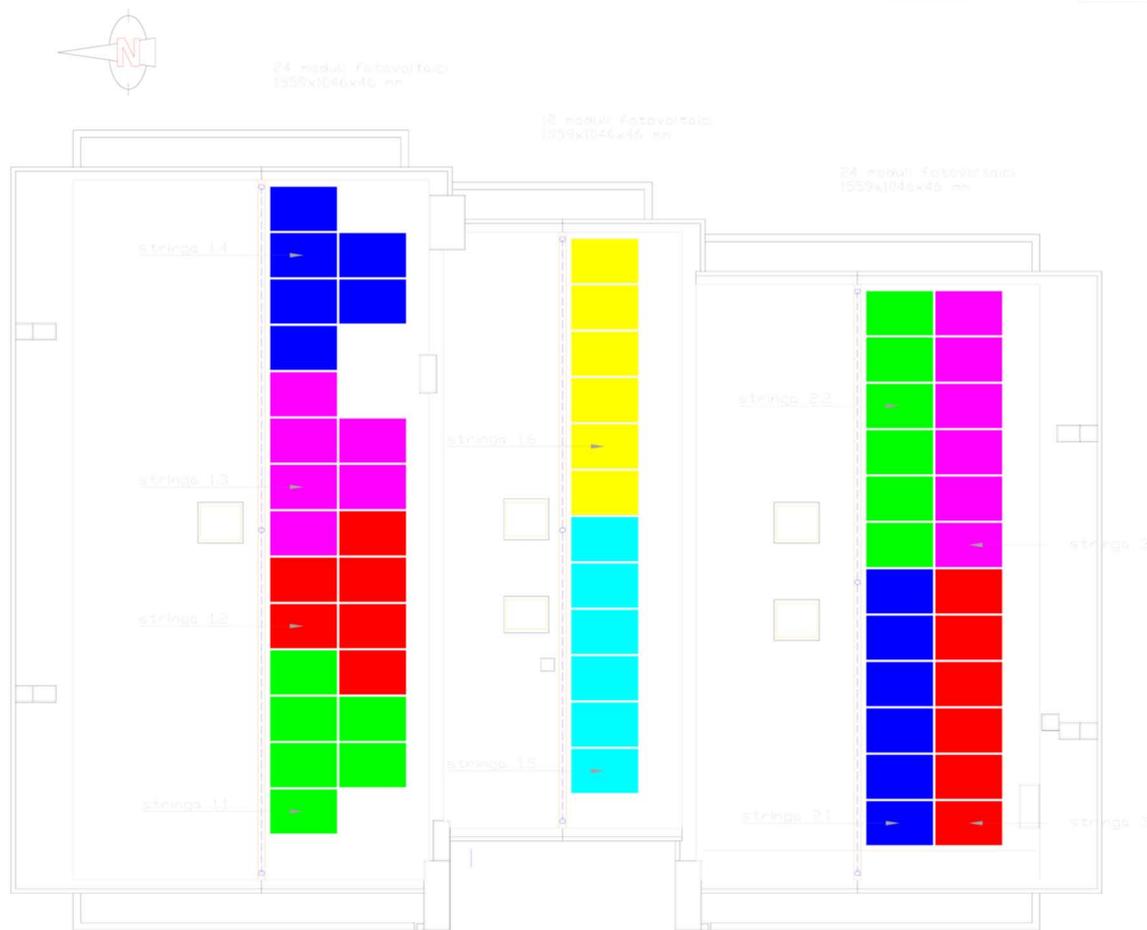


I componenti principali di un impianto FV

Dalle stringhe al campo fv

Potenza di un impianto FV:

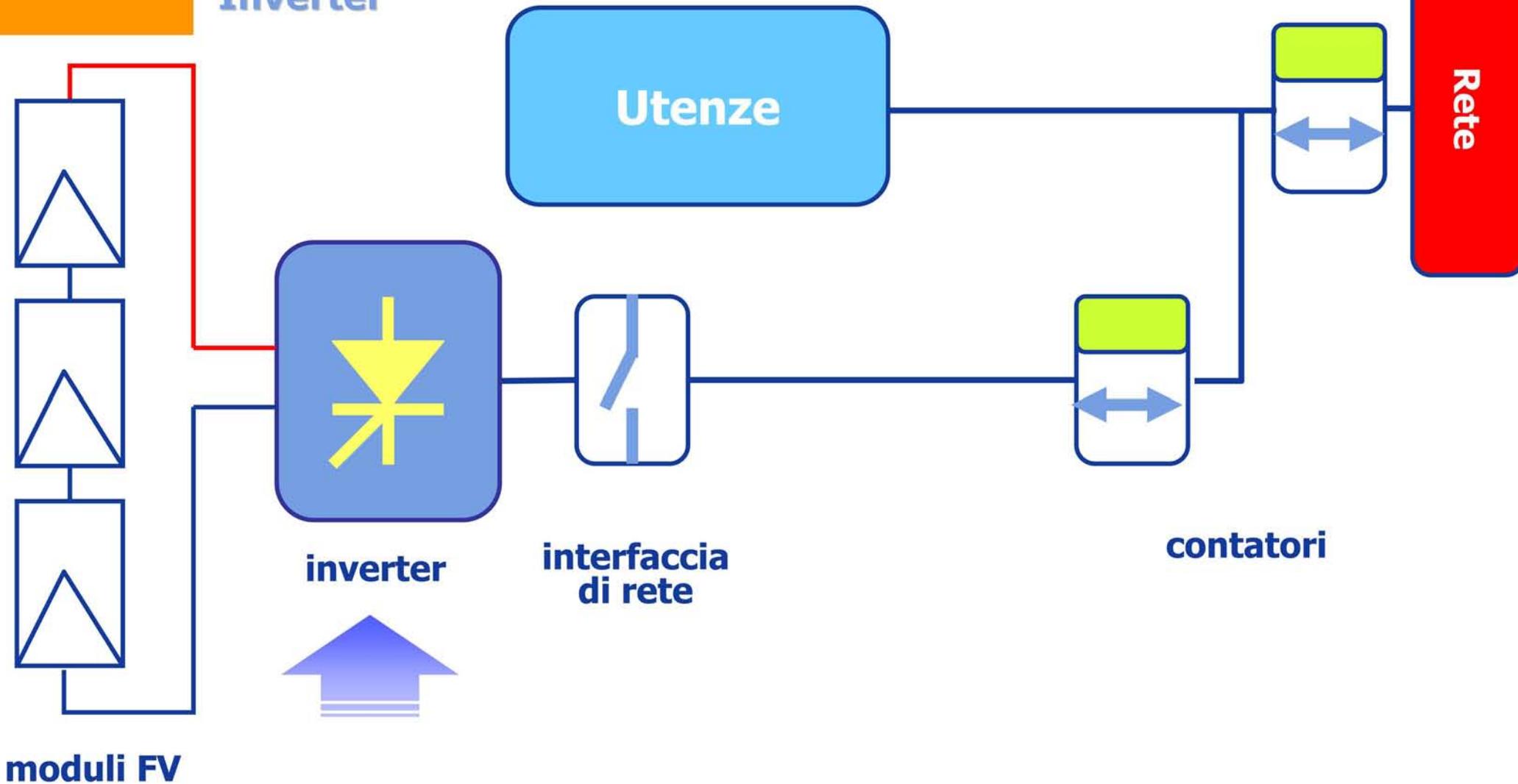
- La potenza di un impianto FV è la somma delle potenze dei moduli che lo compongono e si esprime in kWp (kilo Watt di picco).



n. 60 x 325 Wp =
19,50 kWp

I componenti principali di un impianto FV

Inverter



I componenti principali di un impianto FV

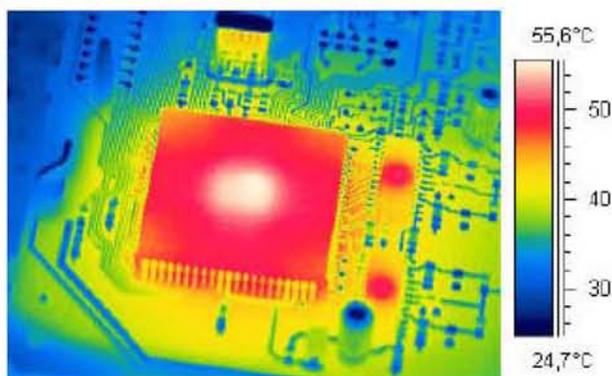
Inverter

L'inverter converte l'energia elettrica da corrente continua (in uscita dal campo FV a corrente alternata (per l'utilizzo dell'energia elettrica e l'allacciamento alla rete).

Il tipo di inverter da utilizzare dipende dalle caratteristiche dell'impianto:

- l'esposizione e il posizionamento dei moduli;
- dalle scelte progettuali che riguardano la manutenzione da prevedere e i tempi di intervento in caso di guasto che si vogliono rispettare;
- Costi e rendimenti.

L'equazione di Arrhenius dice : **“L'affidabilità dei componenti elettronici decresce del 50% se la temperatura aumenta di 10K”**

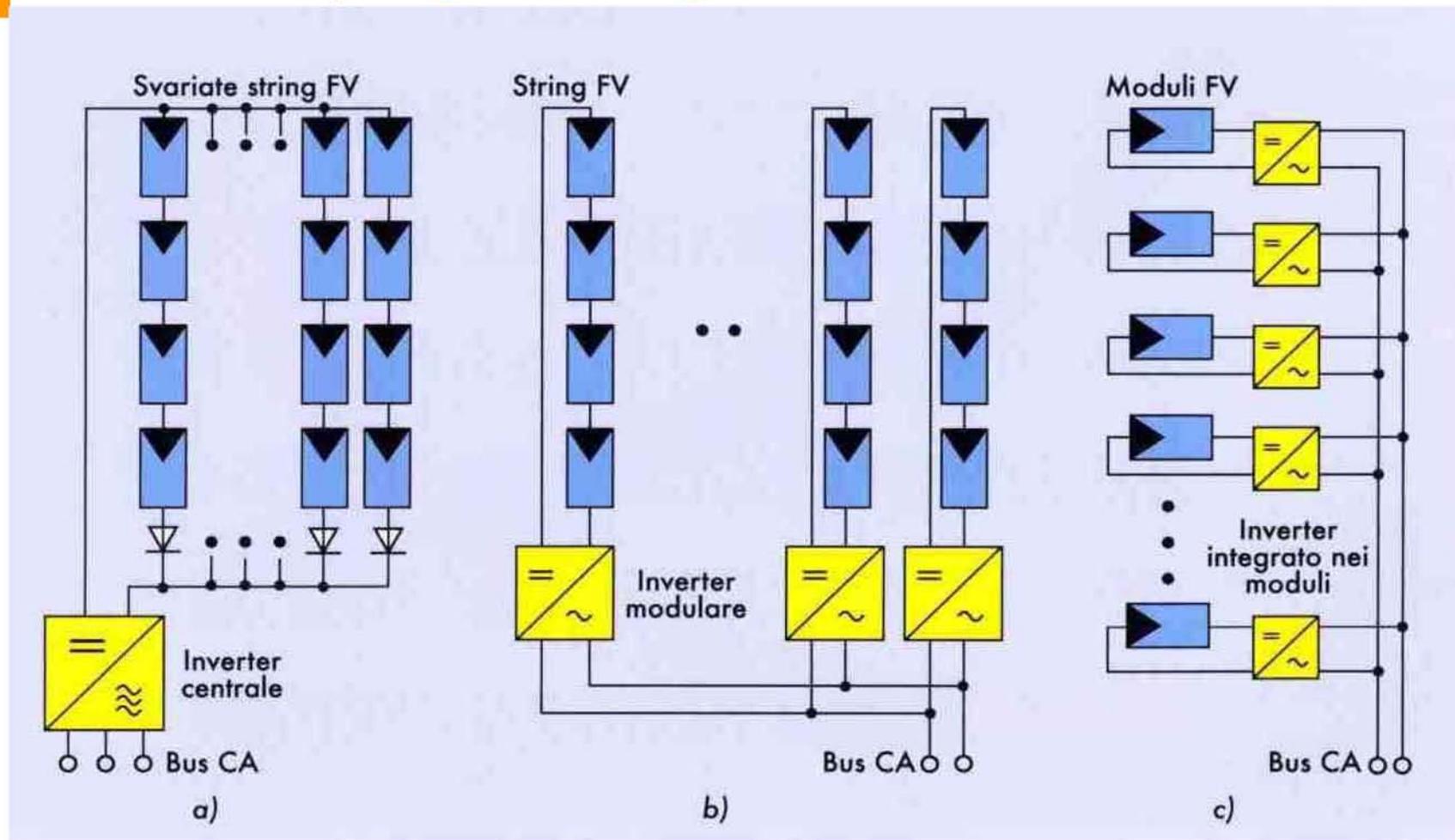


$$\boxed{\uparrow \text{ TEMPERATURA }} = \boxed{\uparrow \text{ STRESS TERMICO }}$$



I componenti principali di un impianto FV

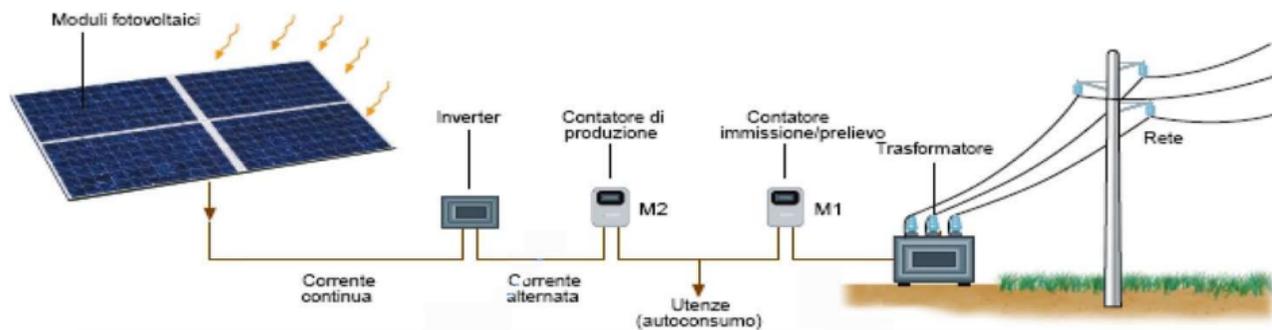
Inverter – Tipologie di collegamento



Tipiche configurazioni di campi fotovoltaici (a e b)

Installazione Elettrica – Inverter





- 
1. Principi della conversione fotovoltaica
 2. Dimensionamento e aspetti realizzativi
 3. I componenti principali di un impianto FV
 - 4. Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana**



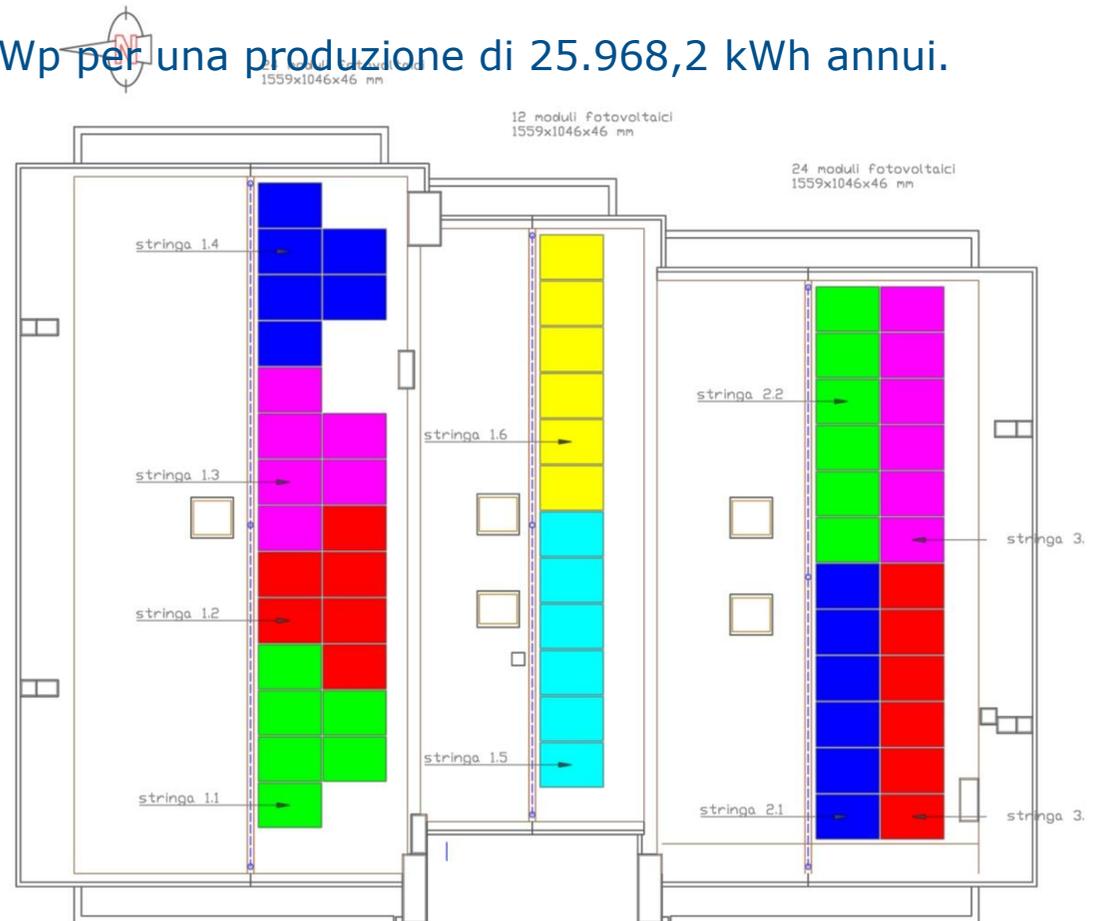


Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

L'impianto fotovoltaico della residenza EANA è composto da n° 60 moduli fotovoltaici distribuiti su una superficie di 97,8 m² e da n° 3 inverter.

I moduli sono esposti a sud (azimut), con inclinazione pari a 18° rispetto al piano orizzontale (tilt).

La potenza nominale complessiva è di 19,5 kWp per una produzione di 25.968,2 kWh annui.



Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

Sostenibilità ambientale

Emissioni di sostanze clima-alteranti evitate in atmosfera (in un anno)

Anidride solforosa (SO ₂)	18,20 kg
Ossidi di azoto (NO _x)	22,91 kg
Polveri	0,81 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	13,54 t



Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione che individua le TONNELLATE EQUIVALENTI DI PETROLIO necessarie per la produzione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica:

Risparmio di combustibile in

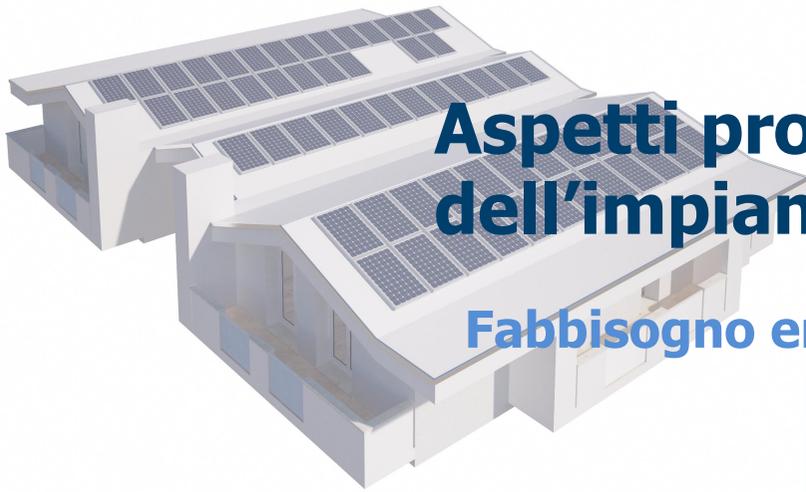
TEP

fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in 1 anno	4,856



Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

Fabbisogno energetico – Autoproduzione - Risparmio



Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

La radiazione solare

The screenshot displays the PVGIS web application interface. The browser address bar shows the URL: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. The page title is "Sistema informazioni geografiche per il fotovoltaico - mappe interattive". The navigation menu includes "EUROPA > CEE > CCR > IET > RE > SOLAREC > PVGIS > Mappe interattive > Europa".

The main content area is titled "Calcolatrice FV" and "Rendimento di FV in rete". The location is set to "Per es., 'Ispra, Italy' "45.256N, 16.9589E" with coordinates 45.199, 12.375. The map shows the location of Chioggia, Italy, with a red pin. The map controls include "Vai a lat/lon" and "Mappa Satellite".

The "Rendimento di FV in rete" section contains the following settings:

- Database di radiazione: Classic PVGIS
- Tecnologia FV: Silicio cristallino
- Potenza di picco installata: 19.5 kWp
- Stima di perdite di sistema [0;100]: 4 %
- Opzioni montaggio fisso: Posizione di montaggio Integrato ad un edificio
- Inclin. [0;90]: 18 gradi
- Azimuth [-180;180]: 0 gradi
- Opzioni di inseguimento: Asse verticale, Asse inclinata, Inseguitore 2 assi
- Formati output: Mostra grafici, Mostra orizzonte, Pagina web, File testo, PDF

The "Radiation solar" section shows a bar chart titled "Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)". The chart displays the monthly average solar radiation in kWh/m² for each month from January to December. The radiation is categorized into three types: Diretta (Direct), Diffusa (Diffuse), and Riflessa (Reflected). The total radiation peaks in July and August, reaching approximately 8 kWh/m².

Mese	Diretta (kWh/m²)	Diffusa (kWh/m²)	Riflessa (kWh/m²)	Totale (kWh/m²)
Gen	1.0	0.5	0.2	1.7
Feb	1.8	0.8	0.3	2.9
Mar	2.8	1.2	0.4	4.4
Apr	3.5	1.8	0.5	5.8
Mag	4.5	2.2	0.6	7.3
Giu	5.5	2.5	0.7	8.7
Lug	6.5	2.8	0.8	10.1
Ago	5.5	2.5	0.7	8.7
Set	3.8	1.8	0.5	6.1
Ott	2.5	1.2	0.4	4.1
Nov	1.5	0.8	0.3	2.6
Dic	1.0	0.5	0.2	1.7

Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

20% EFF.

Ottimizzazione della produzione

SunForte PM096B00

Mono-Crystalline Photovoltaic Module

320W
330W

Power Range
320 ~ 330 Wp



Highly Strengthened Design

Module complies with advanced loading tests to meet 5400 Pa loading requirements



Resistance to Salt Corrosion and Humidity

Module complies with IEC 61701: Salt Mist Corrosion Testing



Back Contact Cells

No string in the front side enhances light conversion space



IP-67 Rated Junction Box

Advanced water and dust proof level



Transformer less

Validates the compatibility with transformer-less inverters at high system voltage.



PID-Free

Electrical Data

	320W	325W	327W	330W
Typ. Nominal Power P_n	320W	325W	327W	330W
Typ. Module Efficiency	19.6%	19.9%	20.1%	20.3%
Typ. Nominal Voltage V_m (V)	54.7	54.7	54.7	54.7
Typ. Nominal Current I_m (A)	5.86	5.94	5.98	6.04
Typ. Open Circuit Voltage V_{oc} (V)	64.8	64.9	64.9	64.9
Typ. Short Circuit Current I_{sc} (A)	6.27	6.39	6.46	6.52
Maximum Tolerance of P_n	0 / +3%			

* Above data are the effective measurement at Standard Test Conditions (STC)
 * STC: irradiance 1000 W/m², spectral distribution AM 1.5, temperature 25 ± 2 °C, in accordance with EN 60904-3
 * The given electrical data are nominal values which account for basic measurements and manufacturing tolerances of ±10%, with the exception of P_n . The classification is performed according to Ph.

Temperature Coefficient

NOCT	45 ± 2 °C
Typ. Temperature Coefficient of P_n	-0.38 % / K
Typ. Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.27 % / K
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.06 % / K

* NOCT: Normal Operation Cell Temperature, measuring conditions: irradiance 800 W/m², AM 1.5, air temperature 20 °C, wind speed 1 m/s

Mechanical Characteristics

Dimensions (L x W x H)	1559 x 1046 x 46 mm (61.38 x 41.18 x 1.81 in)
Weight	18.6 kg (41.0 lbs)
Front Glass	High transmission tempered glass with AR-Tech, 3.2 mm (0.13 in)
Cell	96 high efficiency back contact cells, 125 x 125 mm (5" x 5")
Back Sheet	Composite film
Frame	Anodized aluminum frame
Junction Box	IP-67 rated with 3 bypass diodes
Cables	1 x 4 mm (0.04 x 0.16 inch ²), length: each 1.0 m (39.37 in)
Connector Type	MC4 compatible

Operating Conditions

Operating Temperature	-40 ~ +80 °C
Ambient Temperature Range	-40 ~ +45 °C
Max. System Voltage IEC	1000 V
Serial Fuse Rating	20A
Maximum Surface Load Capacity	Tested up to 5400 Pa according to IEC 61215 (advanced test)

Warranties and Certifications

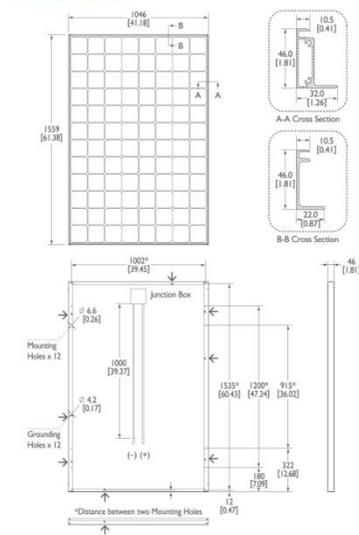
Product Warranty	Maximum 10 years for material and workmanship
Performance Guarantee	Guaranteed output of 95% for 5 years and linear degradation to 87% for 25 years
Certifications	According to IEC 61215, IEC 61730 and UL 1703 guidelines *

* Please confirm other certifications with official dealers

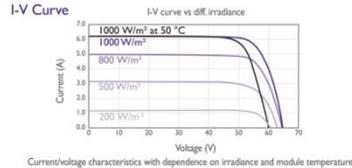
Packing configuration

Container	20' GP	40' GP	40' HQ
Pieces per pallet	22	22	22
Pallets per container	6	14	28
Pieces per container	132	308	616

Dimensions mm [inch]



I-V Curve



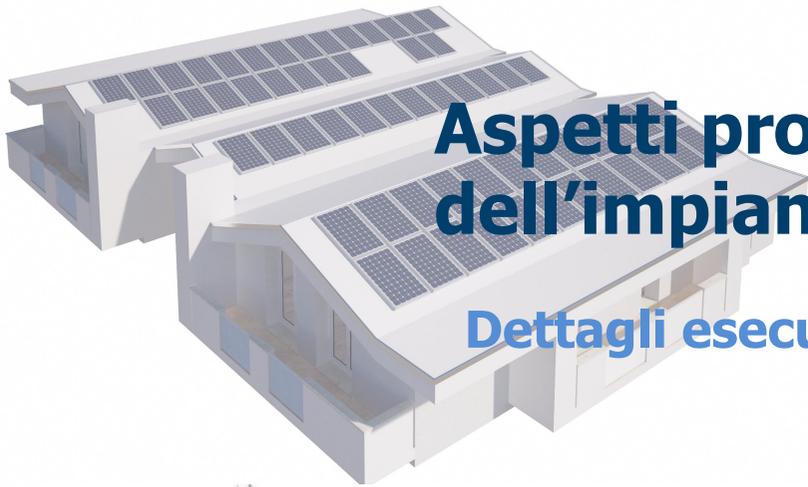
Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.

Dealer Stamp



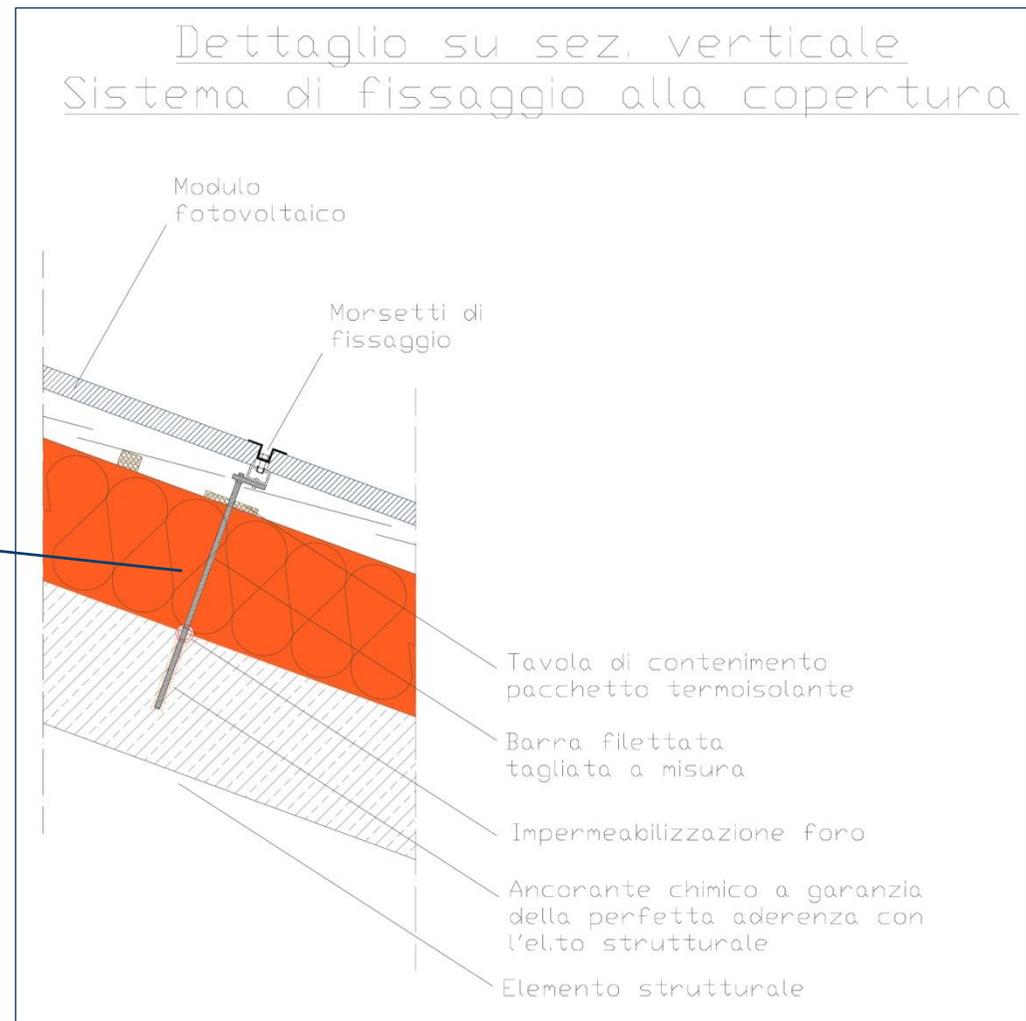
Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

Dettagli esecutivi



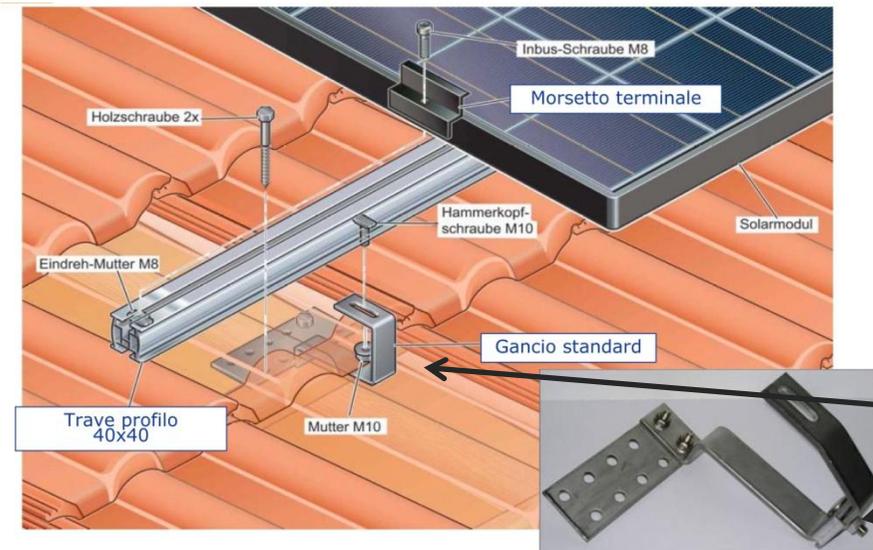
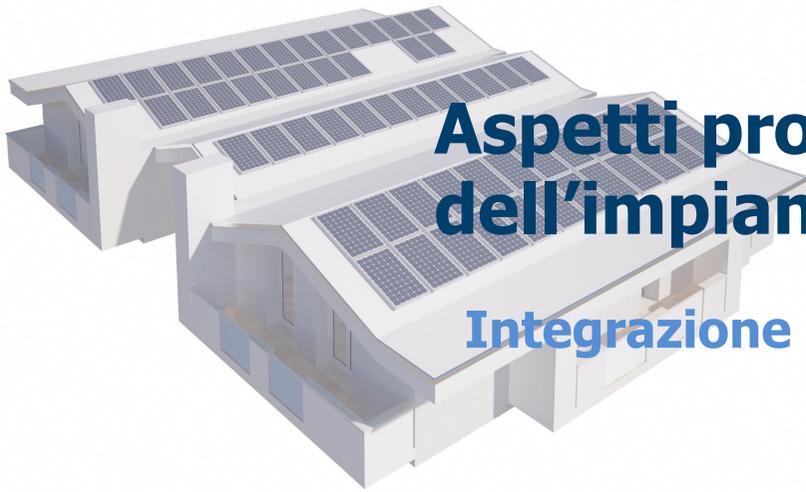
I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura, tutti con la medesima esposizione.

Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

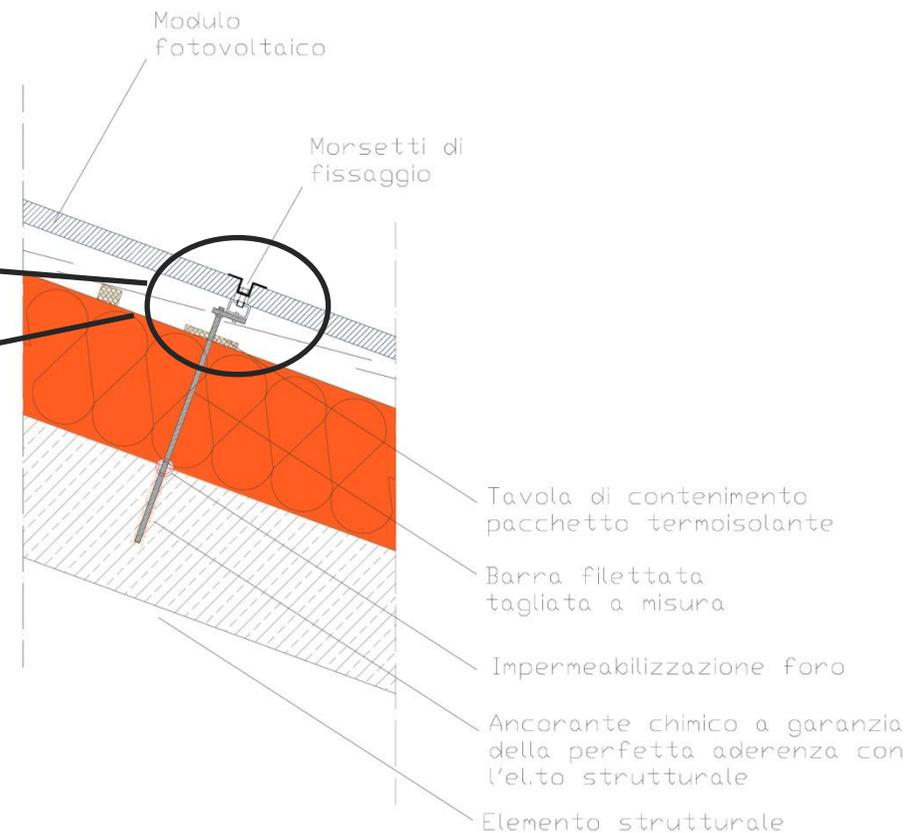


Aspetti progettuali e dettagli esecutivi dell'impianto FV della residenza Eana

Integrazione architettonica



Dettaglio su sez. verticale Sistema di fissaggio alla copertura



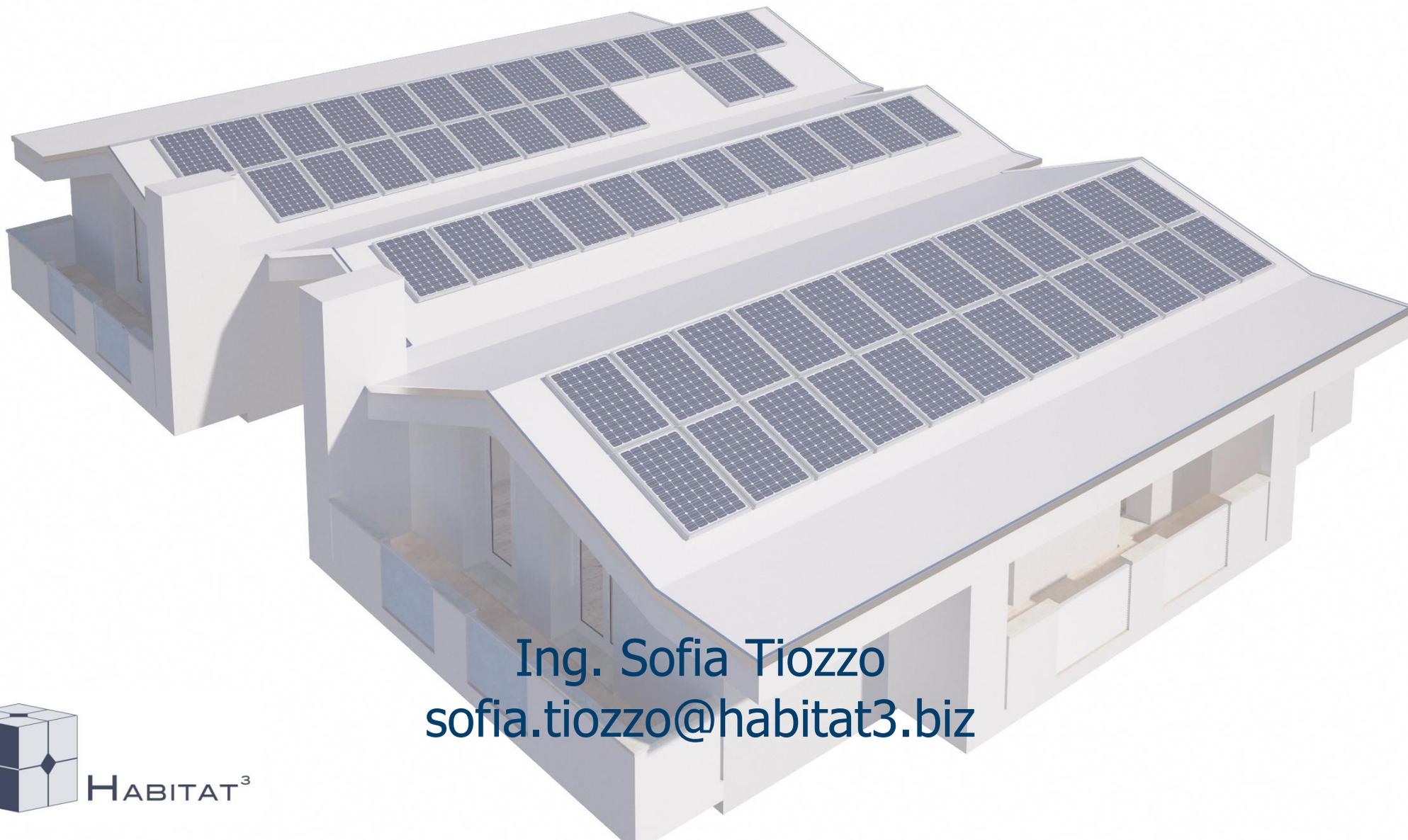
Moduli aderenti alla falda



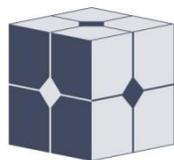




Grazie per l'attenzione



Ing. Sofia Tiozzo
sofia.tiozzo@habitat3.biz



HABITAT³