

IMPIANTI FOTOVOLTAICI

I. Olivetti, P. Regina ENEA-DINTEC

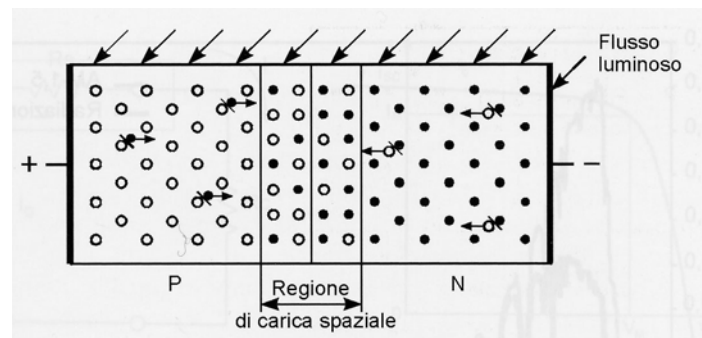
Rimini 29 ottobre 2008

Radiazione solare al suolo

Irraggiamento a livello di fotosfera: 63000 kW/m^2 e temperatura 5779 K

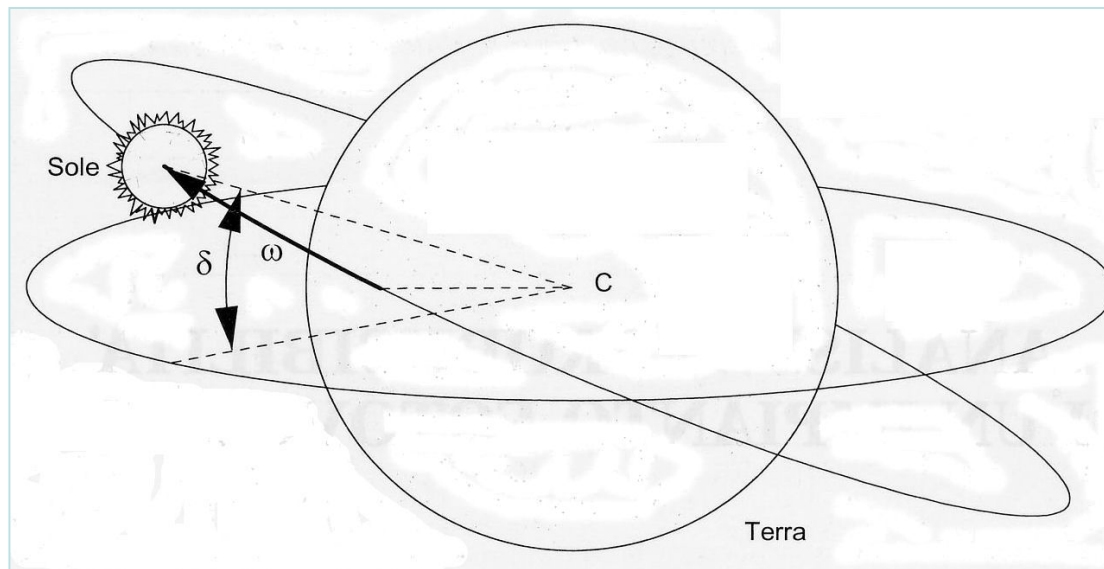
All'esterno dell'atmosfera si ha una potenza complessiva della radiazione solare pari a: 1367 W/m^2

In Italia a livello del mare la potenza specifica orizzontale $900\text{-}1100 \text{ W/m}^2$

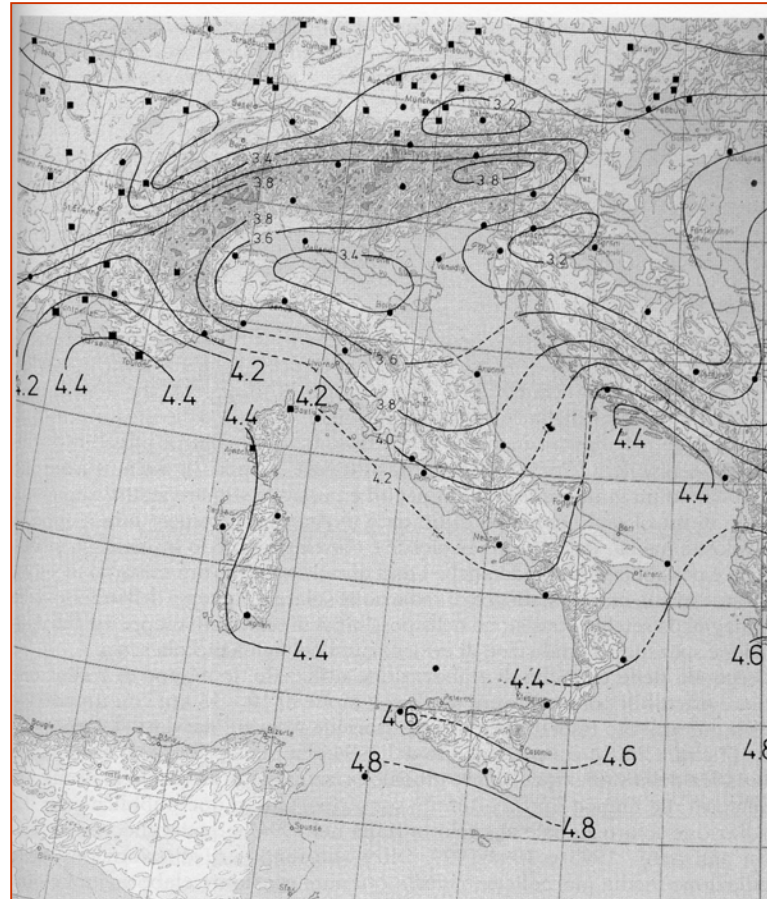


Radiazione solare al suolo

Radiazione diretta + radiazione diffusa + componente di albedo



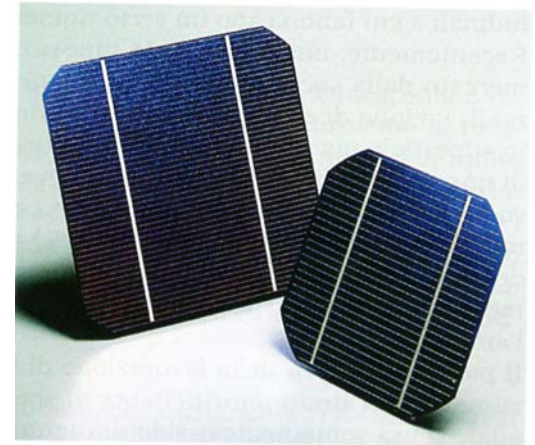
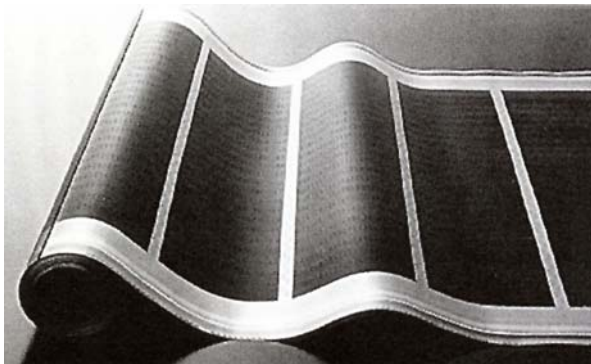
Radiazione solare globale: mappe



**Si calcola anche con l'ATLANTE SOLARE ENEA, gratis sul sito
www.acs.enea.it**

Tecnologie celle fotovoltaiche

- silicio monocristallino (30% mercato, efficienza 14÷19%, vita utile 25 anni)
- silicio policristallino (61% mercato, efficienza 11÷14%)
- silicio amorfo (5% mercato, efficienza 5÷7%, vita utile 10 anni)
- celle ibride cristallino/amorfo (efficienza > 22%)
- film sottile (4% mercato, efficienza 12%)



Vantaggi e svantaggi dei pannelli usati sul mercato italiano

In funzione della tipologia di celle che li costituiscono i pannelli hanno:

➤ silicio monocristallino:

- maggiore efficienza 14÷19%,
- vita utile alta,
- maggiore stress termico-necessitano di più attenzione nel controllo della temperatura di funzionamento

• silicio policristallino:

- media efficienza 11÷14%,
- vita utile media,
- minore stress termico

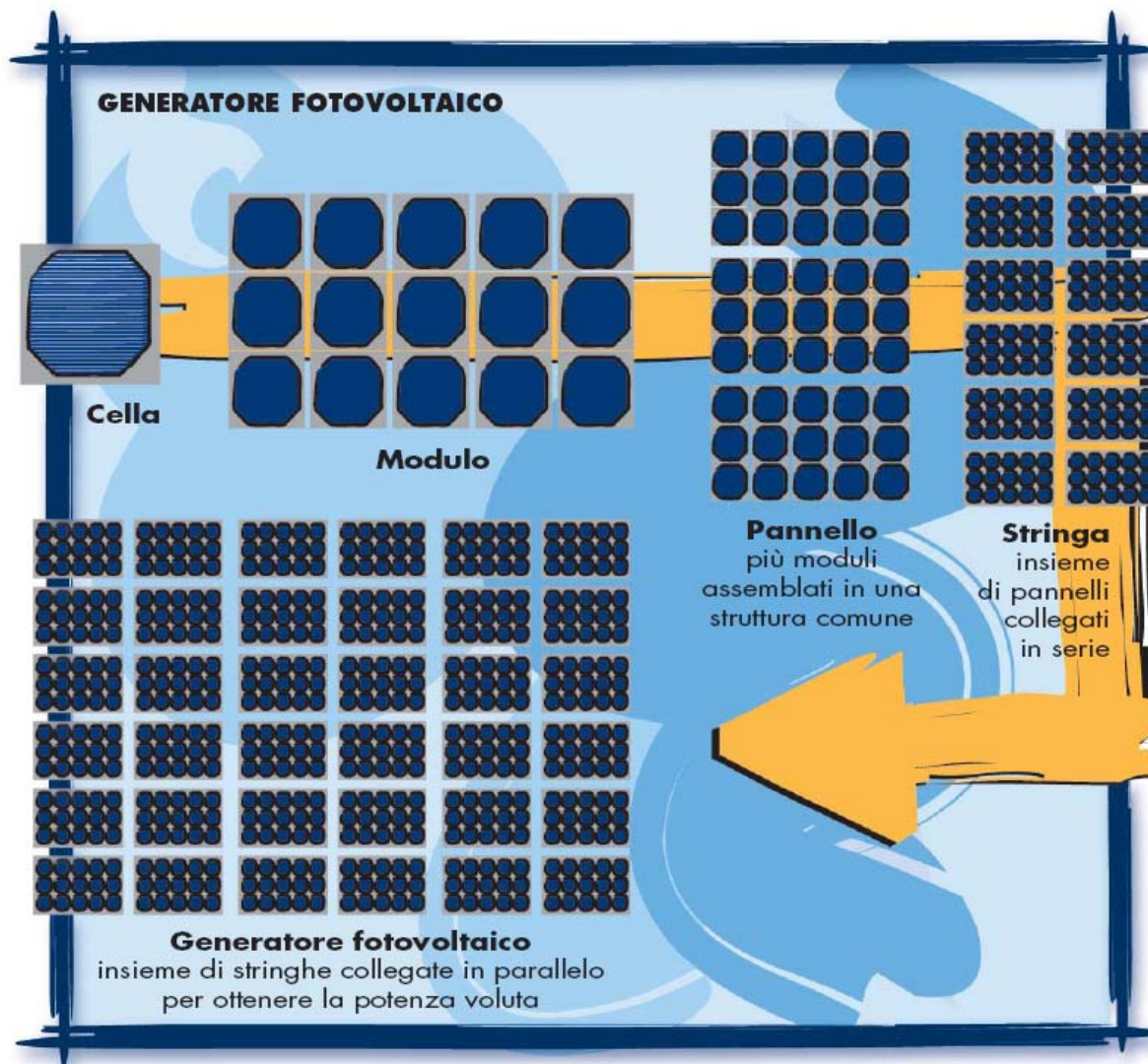
➤ silicio amorfo:

- bassa efficienza, ma costante anche con cielo coperto
- vita utile media,
- medio stress termico

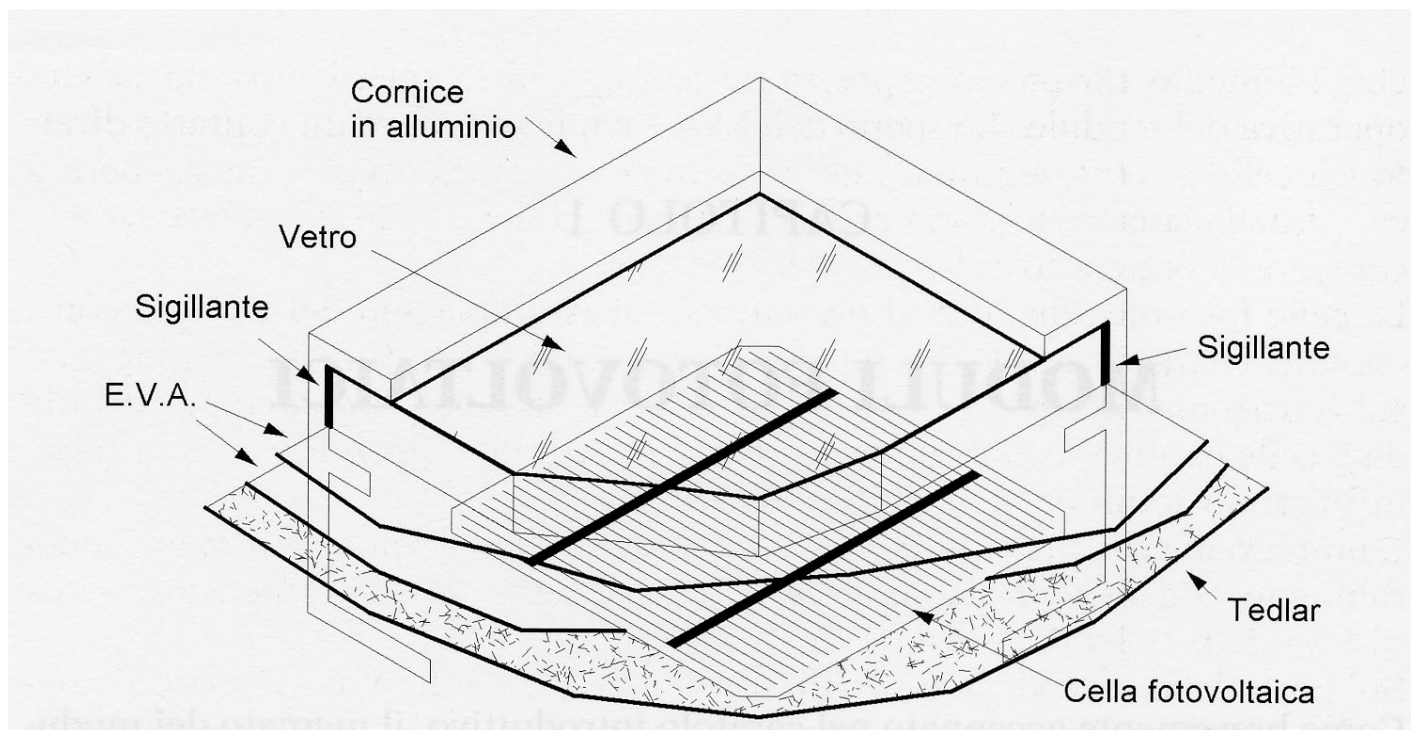
Nuove tecnologie celle fotovoltaiche

- Silicio microsferico
- Eterogiunzione
- Semiconduttori polimerici o Dye Solar Cells
- Film sottile CIS/CIGS e CTS

Composizione di un generatore fotovoltaico



Composizione di un modulo fotovoltaico in silicio cristallino



Sistemi fotovoltaici

Sistemi isolati o stand alone
(di servizio, utenze isolate,
mini-reti isolate per alimentazione
di villaggi)



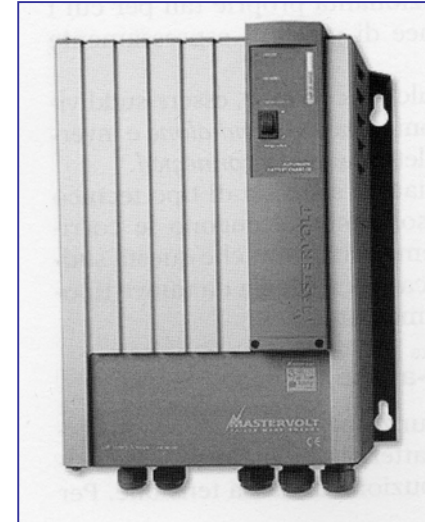
Sistemi connessi in rete o grid connected
(tetti fotovoltaici e centrali fotovoltaiche)



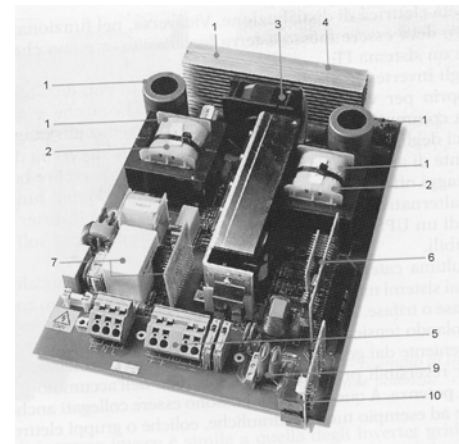
Convertitori statici

Inverter:

per sistemi isolati o stand alone

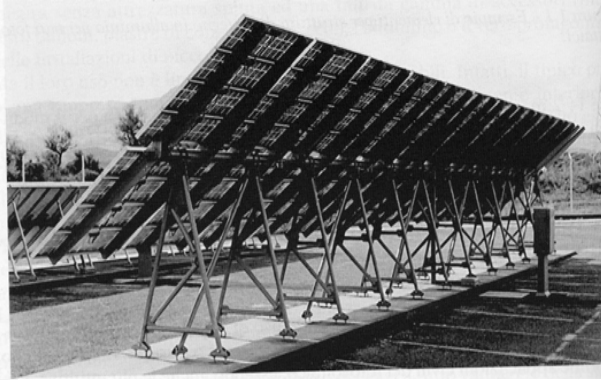
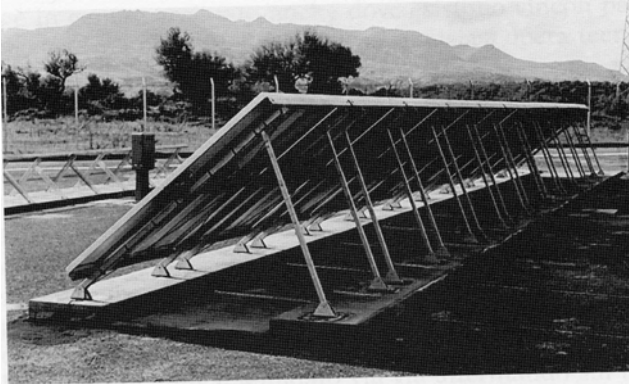


per sistemi connessi o grid connected

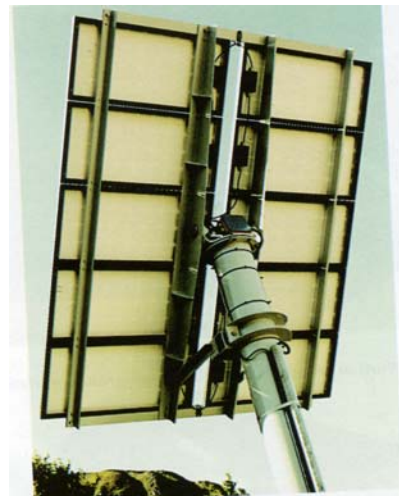


Strutture di sostegno fisse

Strutture a cavalletto e stringhe

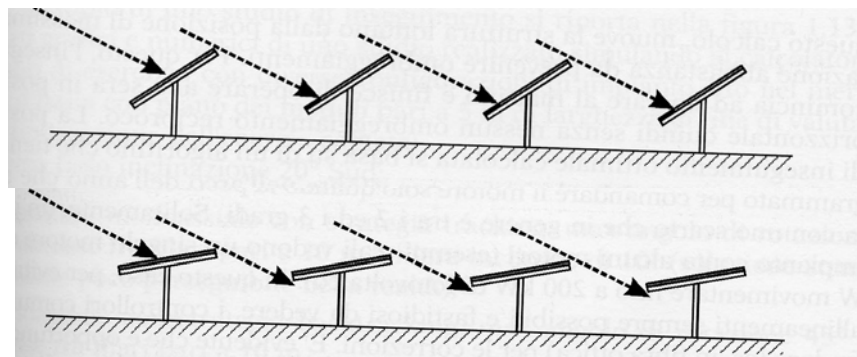


Strutture a palo

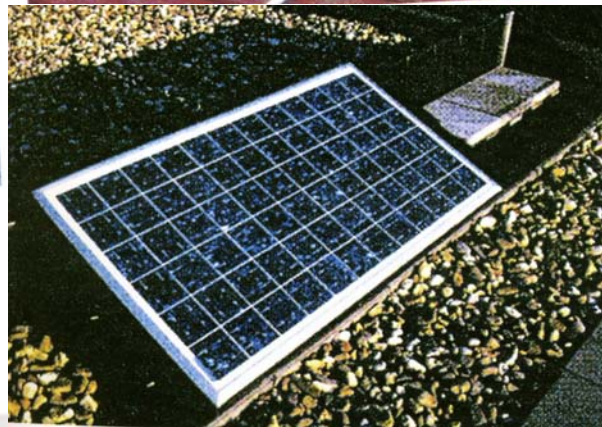


Strutture di sostegno mobili

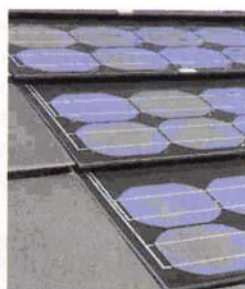
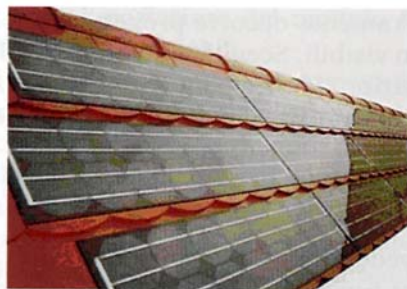
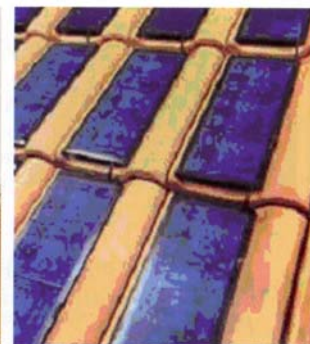
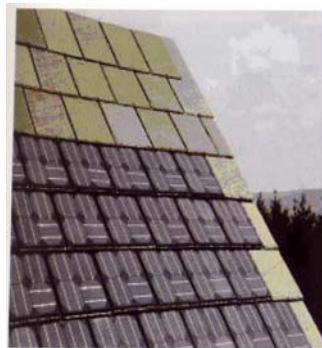
Strutture ad inseguimento



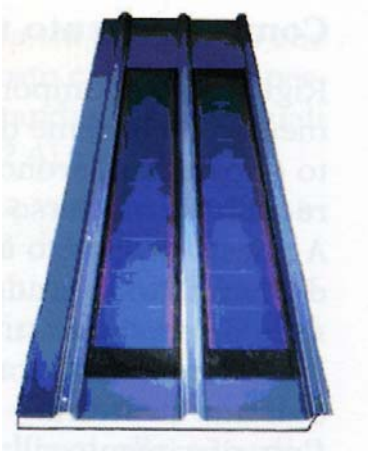
Fotovoltaico per l'architettura: retrofit



Fotovoltaico per l'architettura: integrazione Strutture verticali e tetti tradizionali



Fotovoltaico per l'architettura: integrazione Strutture oblique e tetti moderni



Criteria per il dimensionamento di un sistema grid connected

- **valutazione del carico elettrico**
- **considerazioni sui parametri dipendenti dal sito**
 - caratteristiche intrinseche del sito (ombreggiamenti, ...)
 - condizioni climatiche prevalenti
 - Caratteristiche architettoniche
 - Tipologia d'uso dell'energia prodotta
- **collocazione spaziale**
 - angolo di azimuth
 - angolo di tilt
- **requisiti tecnici/strutturali per l'installazione**

Dimensionamento di un sistema fotovoltaico grid connected

Sistema:

- moduli esposti a sud con angolo di tilt 30°;
- efficienza dei moduli 12.5%;
- efficienza del BOS 85%. (balance of sistem: efficienza complessiva di impianto)

Energia elettrica mediamente prodotta in 1 anno per unità di superficie di modulo in c.a.

	Insolazione media annua (kWh/m ² anno)	Efficienza moduli	Efficienza BOS	Elettricità prodotta mediamente in 1 anno (kW _{el} /m ² anno)
Nord	1372.4	12.5%	85%	145.8
Centro	1737.4	12.5%	85%	184.6
Sud	1963.7	12.5%	85%	208.6

Energia elettrica mediamente prodotta in 1 anno per 1 kWp di modulo in cc

	Insolazione media annua (kWh/m ² anno)	Efficienza moduli	Superficie occupata da 1 kWp di moduli	Elettricità prodotta mediamente in 1 anno (kW _{el} /kWp anno)
Nord	1372.4	12.5%	8 m ²	1372.4
Centro	1737.4	12.5%	8 m ²	1737.4
Sud	1963.7	12.5%	8 m ²	1963.7

Energia elettrica mediamente prodotta in 1 anno per 1 kWp di modulo in ca

	Elettricità prodotta mediamente in 1 anno (kW _{el} /kWp anno)	Efficienza BOS	Elettricità prodotta mediamente in 1 anno in ca (kW _{el} /kWp anno)
Nord	1372.4	85%	1167.54
Centro	1737.4	85%	1477.79
Sud	1963.7	85%	1669.14

Emissioni di CO₂

Vita utile 30 anni

Mediamente $1437 \cdot 30 = 43110$ kWh per ogni kWp.

Per ogni kWh elettrico occorre bruciare 0.25 kg di combustibili fossili.

1 kWp di fotovoltaico produrrà energia equivalente a quella che si otterrebbe

Bruciando $43110 \cdot 0.25 = 10777$ kg \approx 11 t di combustibile fossile

Emissioni CO₂ evitate per 1 kWp di modulo nel periodo di vita utile dell' impianto

	Elettricità prodotta mediamente in 1 anno in cc (kW _{el} /kWp anno)	Fattore del mix elettrico (kgCO ₂ /kW _{el} in 1 anno)	Emissioni CO ₂ evitate in 1 anno	Vita utile impianto	Emissioni CO ₂ evitate nella vita utile dell' impianto
Nord	1372.4	0.531 kg	728.74	30 anni	21862.33 kg
Centro	1737.4	0.531 kg	922.56	30 anni	27676.78 kg
Sud	1963.7	0.531 kg	1042.72	30 anni	31281.745 kg

Rapporto energia prodotta/consumata

Consumo medio giornaliero di energia elettrica per unità familiare
8.5 kWh/giorno.

Heq ore di sole equivalenti, ore nelle quali, con irraggiamento 1 kW/m² si ottiene la stessa energia di quella nelle condizioni reali di irraggiamento

Soleggiamento medio. Ore solari equivalenti: kWh/m² giorno

	Valore medio dicembre	Valore medio luglio	Valore medio annuo
Nord	1.3	5.6	3.6
Centro	2.7	6.4	4.7
Sud	3.5	7.1	5.4

Dimensionamento stringhe

Potenza $P = (\text{Carico giornaliero}/\text{heq}) * (1/\rho) = (8.5/4.7) * (1/0.85) = 2.13 \text{ kWp}$
con ρ efficienza del BOS (85%).

Supponendo di usare moduli da 60 Wp e 16 V di tensione avremo

$N^{\circ} \text{ moduli} = (P/P_{\text{modulo}}) = 2.13/0.060 = 36 \text{ moduli}$
e quindi **3 stringhe da 12 moduli ciascuna**

Altro criterio per il dimensionamento di un sistema grid connected: partendo dal costo

$$P_{\max} = B_{\text{inv}} / C_w$$

$$A_{\max} = P_{\max} / D_{\text{mod}}$$

$$A_{\max} \leq A_{\text{disp}} \rightarrow P_{\text{FV}} = P_{\max} \text{ e } C_{\text{FV}} = B_{\text{inv}}$$

$$A_{\max} > A_{\text{disp}} \rightarrow P_{\text{FV}} = A_{\text{disp}} * D_{\text{mod}} \text{ e } C_{\text{FV}} = C_w * P_{\text{FV}}$$

Criterio per il dimensionamento di un sistema stand alone: partendo dai bisogni di energia

$$E_g \geq E_c$$

$$E_g = \eta_g * A_g * G_m * K$$

$$E_g = E_c$$

$$A_{gmin} = E_c / (\eta_g * G_m * K)$$

$$P_g = D_{mod} * A_{gmin}$$

$$Q_b = E_{cmax} * N_{ga} / (\eta_b * DOD)$$

Protezione contro le scariche atmosferiche e sovratensioni

Scariche atmosferiche: LPS costituito da captatori, calate e dispersori

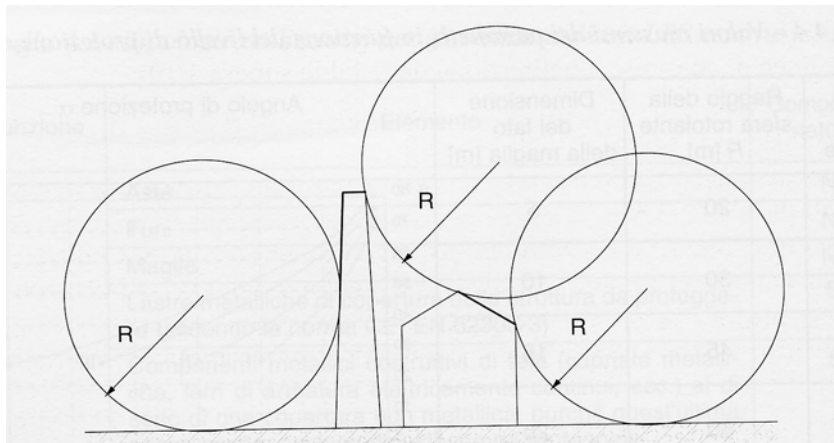
I captatori sono scelti con il:

- metodo dell'angolo di protezione
- metodo della sfera rotolante
- metodo della maglia

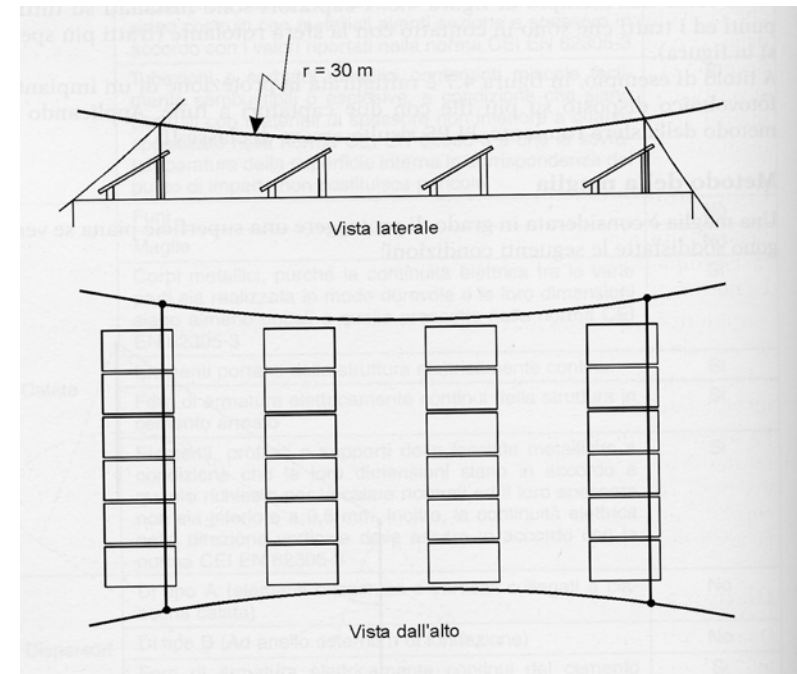
Sovratensioni: SPD di classe I (spinterometri), classe II e III (varistori)

Esempi di protezione

Metodo sfera rotolante



Metodo della maglia



Protezione contro i furti

In forte crescita il numero dei pezzi trafugati (decine di migliaia nel 2007).

- Banca dati GSE
- Sistemi meccanici proposti con funzione antirapina
- Polizza furto e danni
- PV-Guardian (brevetto ENEA)

Manutenzione

Moduli fotovoltaici:

ispezione visiva (danneggiamenti vetri o isolamento)
controllo cassetta di terminazione (umidità, stato dei contatti elettrici, diodi bypass, serraggio dei morsetti)

Stringhe fotovoltaiche: controllo delle grandezze elettriche

Struttura di sostegno: serraggio connessioni meccaniche imbullonate

Quadri elettrici:

ispezione visiva
controllo protezioni elettriche
controllo organi di manovra
controllo cablaggi elettrici

Manutenzione

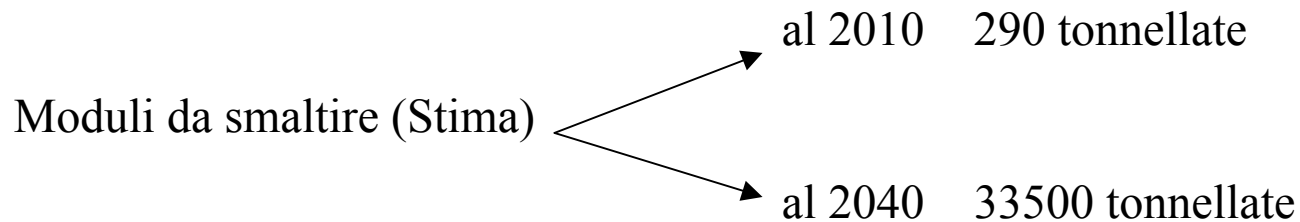
Batterie di accumulatori:

- ispezione visiva
- controllo densità e tensioni
- rabbocco acqua distillata

Convertitore statico:

- ispezione visiva

Termine del ciclo di vita - Smaltimento



Fondazione Europea PV Cycle promossa da BSW

Linea pilota della Deutsche Banhe Solar a Friburgo:

Impianto dell'isola di Pellworm da 300 kW, installato nel 1983 e dismesso nel 2005 per 15795 moduli con 315900 celle. Il nuovo generatore ha una potenza di 238 kW. La percentuale di riutilizzo è del 94%

Bibliografia norme vigenti in Italia e UE

IEC	CENELEC	Titolo inglese	CEI	Titolo italiano
60891 Amd.1	60891 (*)	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photo-voltaic devices	82-5 (*)	Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino - Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
60904-1	60904-1	Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics	82-1	Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
60904-2 Amd.1	60904-2 Am1	Photovoltaic devices - Part 2: Requirements for reference solar cells	82-2	Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizioni per le celle solari di riferimento
60904-3	60904-3	Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data	82-3	Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
60904-5	60904-5	Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by open-circuit voltage method	82-10	Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto (**)
60904-6 Amd. 1	60904-6 Am1	Photovoltaic devices - Part 6: Requirements for reference solar modules	82-6	Dispositivi fotovoltaici - Parte 6: Requisiti dei moduli solari di riferimento
60904-7	60904-7	Photovoltaic devices - Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device	82-13	Dispositivi fotovoltaici Parte 7: Calcolo dell'errore di disadattamento spettrale nelle prove dei dispositivi fotovoltaici
60904-8	60904-8	Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device	82/19	Dispositivi fotovoltaici Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
60904-9		Photovoltaic devices - Part 9: Solar simulator performance requirements		
60904-10	60904-10	Photovoltaic devices - Part 10: Methods of linearity measurement		
61173	61173	Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems - Guide	82-4	Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia - Guida
61194	61194	Characteristic parameters of stand-alone photovoltaic (PV) systems	82-7	Parametri caratteristici dei sistemi fotovoltaici (FV) autonomi
61125 (2005) II ediz.	61125	Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval	82-8	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo

(*) Le Norme CENELEC e CEI includono l'Amendment 1 - (**) Pubblicata dal CEI nella sola lingua inglese

Bibliografia norme

IEC	CENELEC	Titolo inglese	CEI	Titolo italiano
61277	61277	Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems - General and guide	82-17	Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica Generalità e guida
61345	61345	UV test for photovoltaic (PV) modules	82-14	Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
61646	61646	Thin film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval	82-12	Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per usi terrestri Qualificazione del progetto e approvazione di tipo
61683	61683	Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency	82-20	Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza Procedura per misurare l'efficienza
61701	61701	Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules	82-18	Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
61702	61702	Rating of direct coupled photovoltaic (PV) pumping systems	82-21	Valutazione dei sistemi di pompaggio fotovoltaici (FV) ad accoppiamento diretto
61721		Susceptibility of a photovoltaic (PV) module to accidental impact damage (resistance to impact test)		
61724	61724	Photovoltaic system performance monitoring - Guidelines for measurement, data exchange and analysis	82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
61725	61725	Analytical expression for daily solar profiles	82-11	Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare
61727	61727	Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface	82-9	Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
61829	61829	Crystalline silicon photovoltaic (PV) array - On site measurement of I-V characteristics	82-16	Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino - Misura sul campo delle caratteristiche I-V
61836-10-97		Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols		
62111 PAS		Specifications for the use of renewable energies in rural decentralised electrification		
	EN 50380	Data sheet and nameplate information for photovoltaic modules	82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
62124 2005-07	EN 62124	PV stand alone systems - Design verification	82-23	Sistemi fotovoltaici isolati dalla rete - Verifica di progetto
62093 (2005) I ediz.	EN 62093	Balance-of-system components for photovoltaic systems - Design qualification natural environments	82-24	Componenti di sistemi fotovoltaici moduli esclusi - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
			82-25 (2006)	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione

Bibliografia norme

CEI / IEC	Titolo
Progettazione	
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto di impianti elettrici
Sicurezza elettrica	
CEI 64-8	Impianti utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
IEC 60479-1	Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General Aspects
IEC 61508	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related suystem
IEC 60364-7-712	Electrical installation of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or location - PV power supply
Quadri elettrici	
CEI-EN 60439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
Cavi e cavidotti	
CEI-UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in ca e 1500 V in cc - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI-UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in ca e 1500 V in cc - Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
CEI 20-19/4	Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V - Parte 4: Cavi flessibili
CEI 20-29	Conduttori per cavi isolati
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-43	Ottimizzazione economica delle sezioni di conduttore dei cavi elettrici per energia
CEI 20-67 CEI EN 50086-1	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
(CEI 23-39)	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 50262 (CEI 20-57)	Pressacavo metrici per installazioni elettriche
CEI EN 60423 (CEI 23-26)	Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi e filettature per tubi ed accessori

Bibliografia norme

CEI / IEC	Titolo
Collegamenti alla rete elettrica	
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
CEI 11-20, V1	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria (Variante)
Sovratensioni	
CEI 81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI 81-3	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
CEI 81-4	Protezione delle strutture contro i fulmini - Valutazione del rischio do-vuto al fulmine
CEI 81-8	Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione
CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)	Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove
Batterie ed alloggiamento	
CEI EN 60896 (CEI 21-6/1)	Batterie di accumulatori stazionari al piombo - Prescrizioni generali e metodi di prova - Parte 1: Batterie di tipo aperto
CEI EN 60896 (CEI 21-6/2)	Batterie di accumulatori stazionari al piombo - Prescrizioni generali e metodi di prova - Parte 1: Batterie di tipo regolato a valvole
CEI EN 50273-2 (CEI 21-39)	Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori a loro installazioni - Parte 2: Batterie stazionarie
CEI EN 61427 (CEI 21-41)	Elementi e batterie di accumulatori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni e metodi di prova
CEI EN 60079-10 (CEI 31-30)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi
CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)
CEI EN 50019 (CEI 31-7)	Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - Modo di protezione a sicurezza aumentata "e"
CEI EN 50021 (CEI 31-11)	Costruzione elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - Modo di protezione "n"
Compatibilità elettromagnetica	
CEI 110-26	Guida alle prove generiche EMC
CEI EN 50081-1 (CEI 110-7)	Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione - Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
CEI EN 50081-2 (CEI 110-13)	Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione - Parte 1: Ambiente industriale
CEI EN 50082-1 (CEI 110-8)	Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'immunità - Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

(Segue)

Bibliografia norme

CEI / IEC	Titolo
CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 2-2: Ambiente - Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 2-4: Ambiente - Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica
CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-31)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-3: Limiti - Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale < 16 A
CEI EN 50263 (CEI 95-9)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Norma di prodotto per i relé di misura e i dispositivi di protezione
Dispositivi	
CEI EN 60497-4-1 (CEI 17-50)	Apparecchiature di bassa tensione- Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici
CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1)	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 61095 (CEI 17-41)	Contattori elettromeccanici per usi domestici o similari
CEI EN 50461	Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino

Bibliografia norme

UNI	Titolo
UNI ENV 1991-1	Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture Parte 1:- Basi di calcolo
UNI ENV 1991-2-3	Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-3: Azioni sulle strutture - Carichi da neve
UNI ENV 1991-2-4	Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-4: Azioni sulle strutture - Azioni del vento
UNI ENV 1991-2-5	Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-5: Azioni sulle strutture - Azioni termiche
UNI 8477	Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI EN ISO 9488	Energia solare - Vocabolario
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici

Dati aggiornati fonte GSE

NUOVO CONTO ENERGIA - TIPOLOGIE DI IMPIANTI IN ESERCIZIO

(aggiornamento al 1° OTTOBRE 2008)

Impianti in esercizio	11.645
Potenza (MW)	81,4

Vecchio conto energia - Impianti, per i quali i soggetti responsabili hanno comunicato la ENTRATA IN ESERCIZIO

(aggiornamento al 1° OTTOBRE 2008)

Impianti in esercizio	4.916
Potenza (MW)	109,2

Considerazioni economiche

Prezzo medio “chiavi in mano”:

- **sistema grid connected 7000 €/kWp**
- **sistema stand alone 10000 €/kWp**

Energia fotovoltaica: le opportunità

Produrre energia elettrica (incentivo conto energia, etc)

Progettazione impianti

Fornitura pannelli

Fornitura telai e installazione impianti (compresi accessori);

Manutenzione impianti e accessori

Grazie per l'attenzione

Ivano Olivetti e Pasquale Regina
ENEA C.R. Frascati
Via Enrico Fermi, 45
00044 Frascati Roma
Tel. 0694005871 ; E-mail olivetti@frascati.enea.it