

LE FONTI di ENERGIA RINNOVABILI

PANNELLI FOTOVOLTAICI



LE FONTI RINNOVABILI

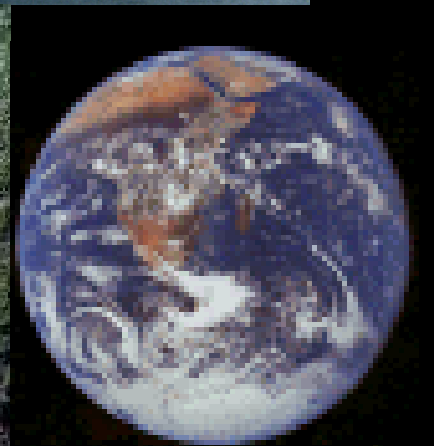
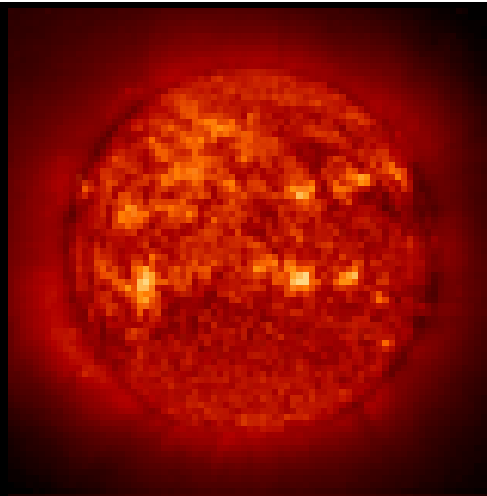
SOLE

VENTO

BIOMASSE

ACQUA

**CALORE
TERRESTRE**



LE FONTI NON RINNOVABILI

PETROLIO

CARBONE

GAS

URANIO

DIVERSE TIPOLOGIE DI ENERGIA:

ELETTROMAGNETICA	e. che si propaga nello spazio attraverso radiazioni -e. solare, proveniente dalle reazioni nucleari che avvengono nel Sole, irradiata nello spazio sotto forma di luce e calore -e. luminosa -onde radio
ELETTRICA	e. posseduta da un corpo in virtù della posizione reciproca di protoni ed elettroni
CHIMICA	e. posseduta da un corpo nei legami degli atomi che lo compongono
MECCANICA	e. posseduta da un corpo in virtù della sua massa, della sua velocità, della sua posizione -e. potenziale -e. cinetica
TERMICA	sinonimo di calore o di radiazione infrarossa. Si manifesta attraverso il moto disordinato degli atomi e delle molecole che costituiscono ogni corpo: maggiore è il movimento, maggiore è la temperatura del corpo.

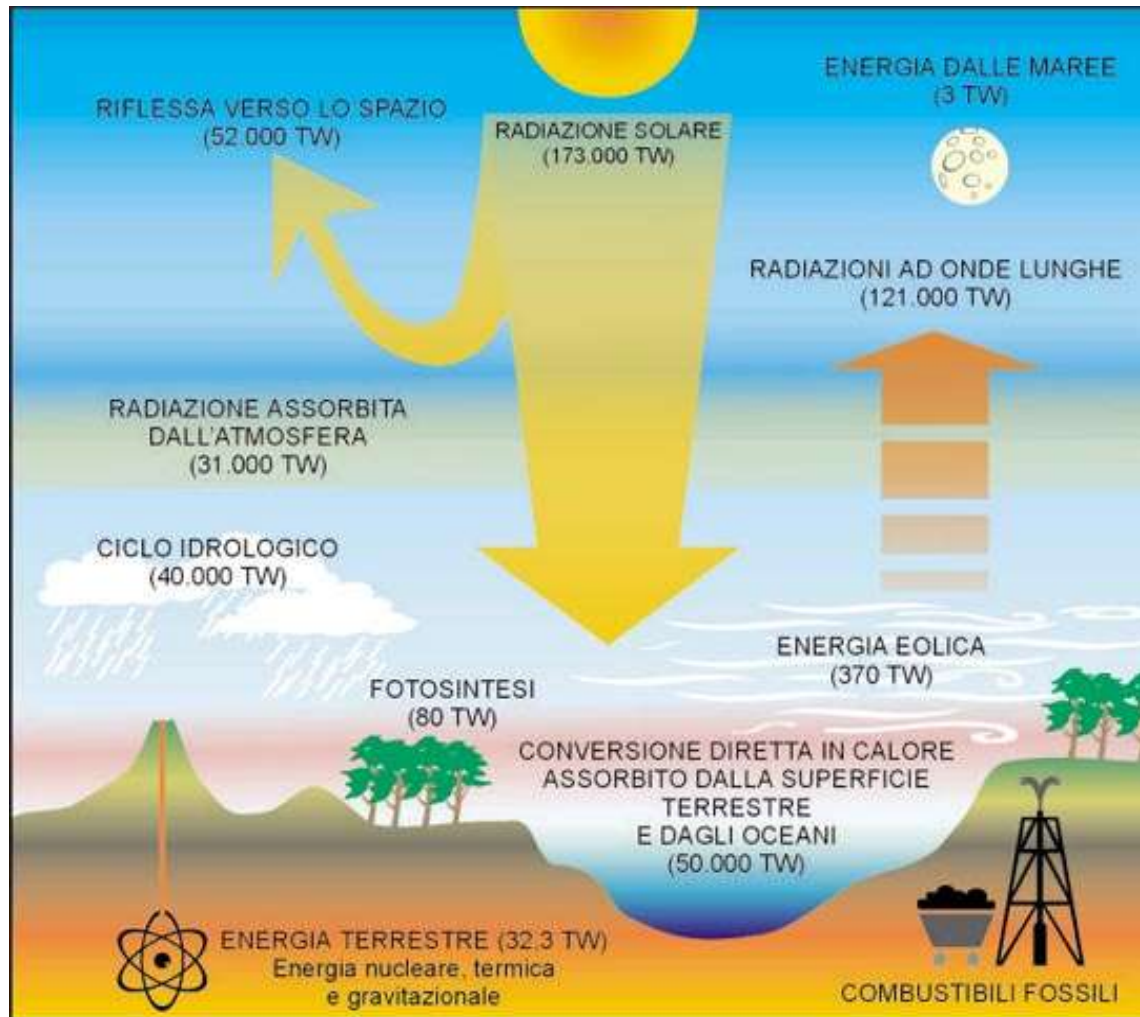
L'ENERGIA PUO' ESSERE:

DI MINORE QUALITA'	energia difficilmente trasformabile in lavoro, ovvero è molto più difficile ricavare energia utile. L'efficienza energetica è molto bassa.
PREGIATA O DI MAGGIORE QUALITA'	energia facilmente trasformabile in lavoro, ovvero con efficienza energetica elevata (es. energia elettrica)

ESEMPI DI TRASFORMAZIONI DA UN'ENERGIA ALL'ALTRA



L'ENERGIA SOLARE



L'ENERGIA SOLARE SULLA TERRA

La radiazione solare ricevuta dalla terra dal sole é di circa 173.000 TW (terawatt).

Il 30% di questa viene nuovamente riflessa mentre il 47% viene trasformata in calore che viene riirradiato e pertanto la terra mantiene l'equilibrio termico attuale. Il ciclo evaporazione/pioggia assorbe il 23% mentre il mondo vegetale con il processo di fotosintesi assorbe soltanto lo 0,025% pari a circa 40.000 MW (Milioni di Watt).

La domanda di energia è di circa 7 TW di cui 6 provengono da fonti non rinnovabili.

In Italia la domanda di energia è di 0,15 TW.

PRINCIPALI USI DELL'ENERGIA SOLARE

FOTOVOLTAICO	Produzione di ENERGIA ELETTRICA
SOLARE PASSIVO	Produzione di ENERGIA TERMICA Riscaldamento delle abitazioni grazie a una adeguata progettazione che permette l'accumulo di calore
COLLETTORI SOLARI	Riscaldamento dell'acqua
FORNO SOLARE	Centrali termiche; cottura dei cibi

FOTOVOLTAICO

I **Pannelli fotovoltaici** trasformano direttamente in energia elettrica la radiazione solare. Sono semplici nell'utilizzo, ma costruiti con tecnologia sofisticata. Il principio si basa sull'eccitamento in un semiconduttore colpito da radiazione solare di elettroni che si spostano dalla loro orbita e creano un piccolo campo elettrico. Si comporta quindi come una pila che risulta dipendere strettamente dall'intensità della radiazione, anche in questo caso diretta e diffusa. Generalmente la cella fotovoltaica viene immersa in uno strato di incapsulante plastico e chiuso tra due vetri per mantenere una bassa temperatura. Collegando due poli di ogni cella in maniera opportuna (in serie per sommare il voltaggio (V), in parallelo per sommare la corrente (I) si ottengono il voltaggio e la corrente elettrica massima desiderata. Generalmente le celle sono unite in pannelli, anch'essi collegabili come si vuole. Il rendimento è di circa 0,1 (10%). Questo è dovuto a vari fattori:

- le celle sono sensibili solo all'interno di un campo di lunghezza d'onda
- una parte della luce incidente viene persa perché riflessa dalla superficie
- una parte dell'energia si trasforma in calore della cella, che inoltre è dannoso per la cella stessa e ne abbassa il rendimento
- i contatti presentano un certa resistenza elettrica, che dissipa parte dell'energia elettrica prodotta.

Solitamente il calcolo si effettua sulla media giornaliera, anche perché l'intensità di corrente e quindi la carica della batteria variano molto. L'energia fornita in un giorno, cioè in 6 ore sfruttabili al 40% della potenza di picco è calcolabile:

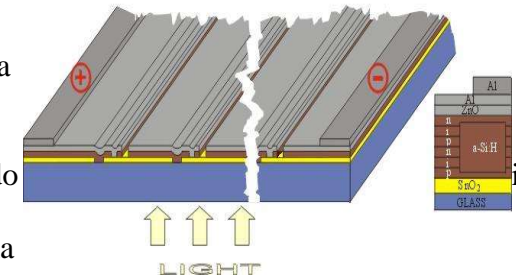
$$E=2,4 nP_1 \text{ (in W)}$$

n=numero di pannelli

P₁=potenza di picco del pannello

La produzione, sia per il costo, sia per l'energia spesa, rimane il neo di questa tecnologia. La ricerca sta spingendo su celle al silicio dalla struttura meno regolare (da silicio monocristallino al policristallino, fino all'amorfo, come il vetro).

Un'applicazione importante oltre alla produzione di energia per piccoli sistemi isolati o per la casa è il pompaggio di acqua fotovoltaico (con accumulazione tramite batterie o senza accumulazione).



FATTORI

- **Superficie dell'impianto**

L'inclinazione ideale dei pannelli solari rispetto al terreno è di 30°. Per le altre pendenze la perdita oscilla dal -10% per inclinazioni orizzontali (tetto piano) e -35% per inclinazioni completamente verticali (pareti esterne).

- **Posizione dei pannelli rispetto al sole**

I pannelli devono essere esposti a sud per ricevere il max. irraggiamento solare. Orientando i pannelli verso sud-est o verso sud-ovest si ottiene una perdita del -5%.

E' importante anche correggere l'inclinazione in base alla propria latitudine. L'inclinazione dei pannelli deve essere aggiustata con angolo di inclinazione pari alla latitudine locale sottratta di 10° circa.

- **Potenza della radiazione solare**

L'energia solare irraggia diversamente una località del nord e del sud Italia. Basti considerare i diversi valori di insolazione media di Milano (1372,4 kWh/m² anno), di Roma (1737,4 kWh/m² anno) e di Trapani (1963,7 kWh/m² anno). Anche le caratteristiche morfologiche e atmosferiche della zona hanno un ruolo importante nel determinare la potenza della radiazione solare e la raccolta di energia fotovoltaica.

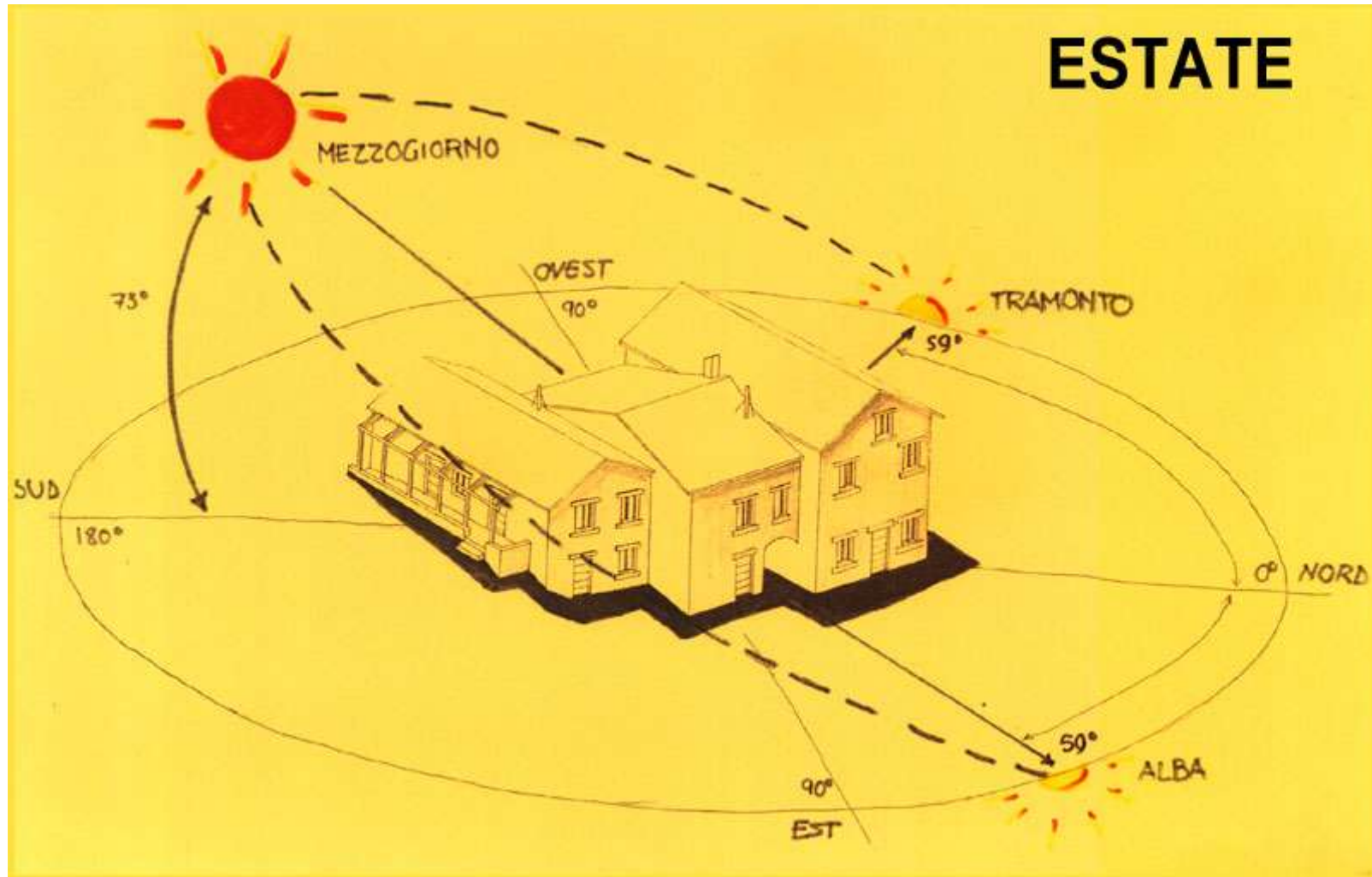
- **Efficienza dei moduli FV**

In condizioni "standard" d'insolazione (1000 W/m², temperatura del modulo di 25°C) si stima che l'efficienza dei moduli fotovoltaici oscilli mediamente tra 10-12,5%.

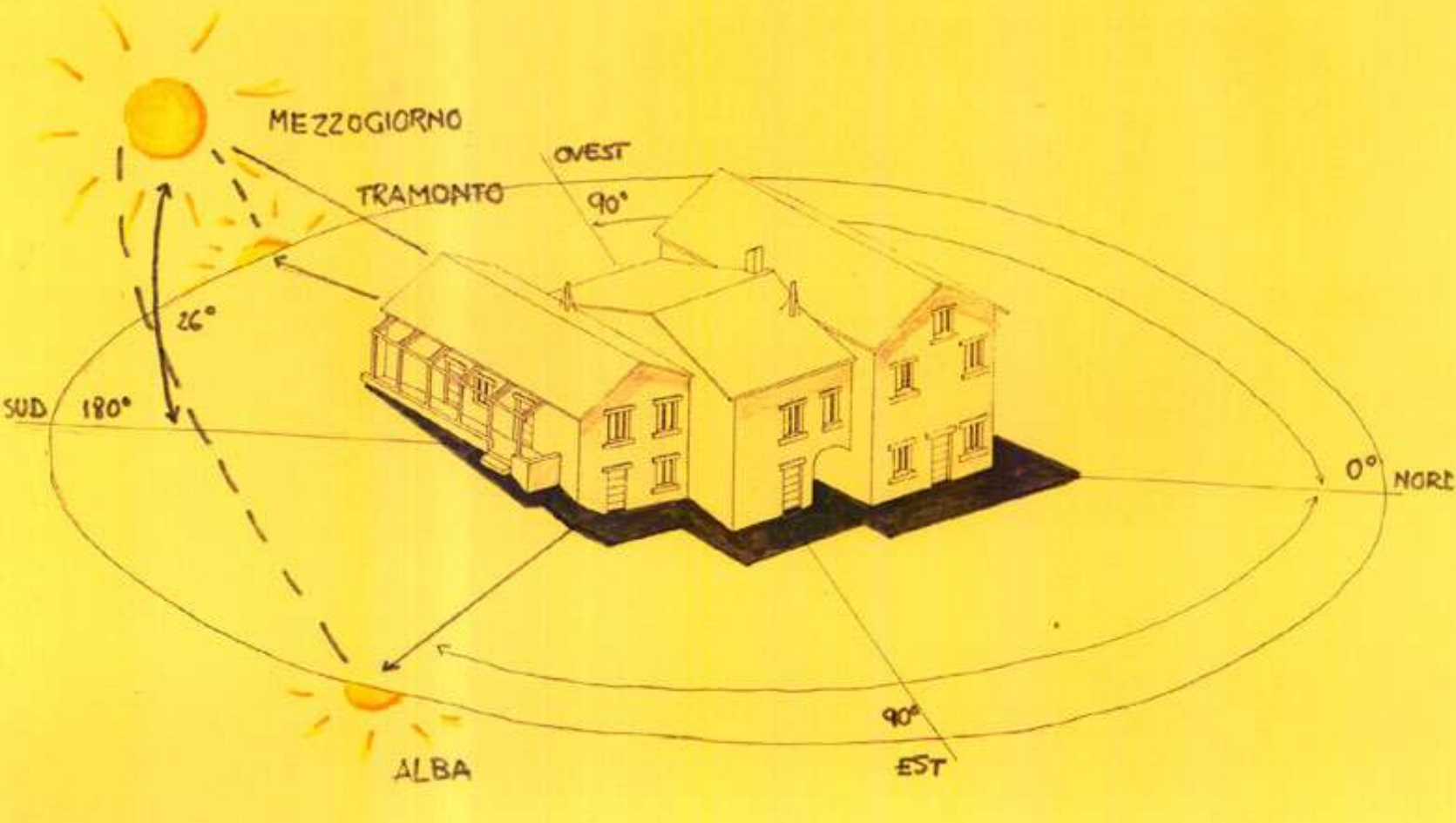
- **Efficienza del BOS**

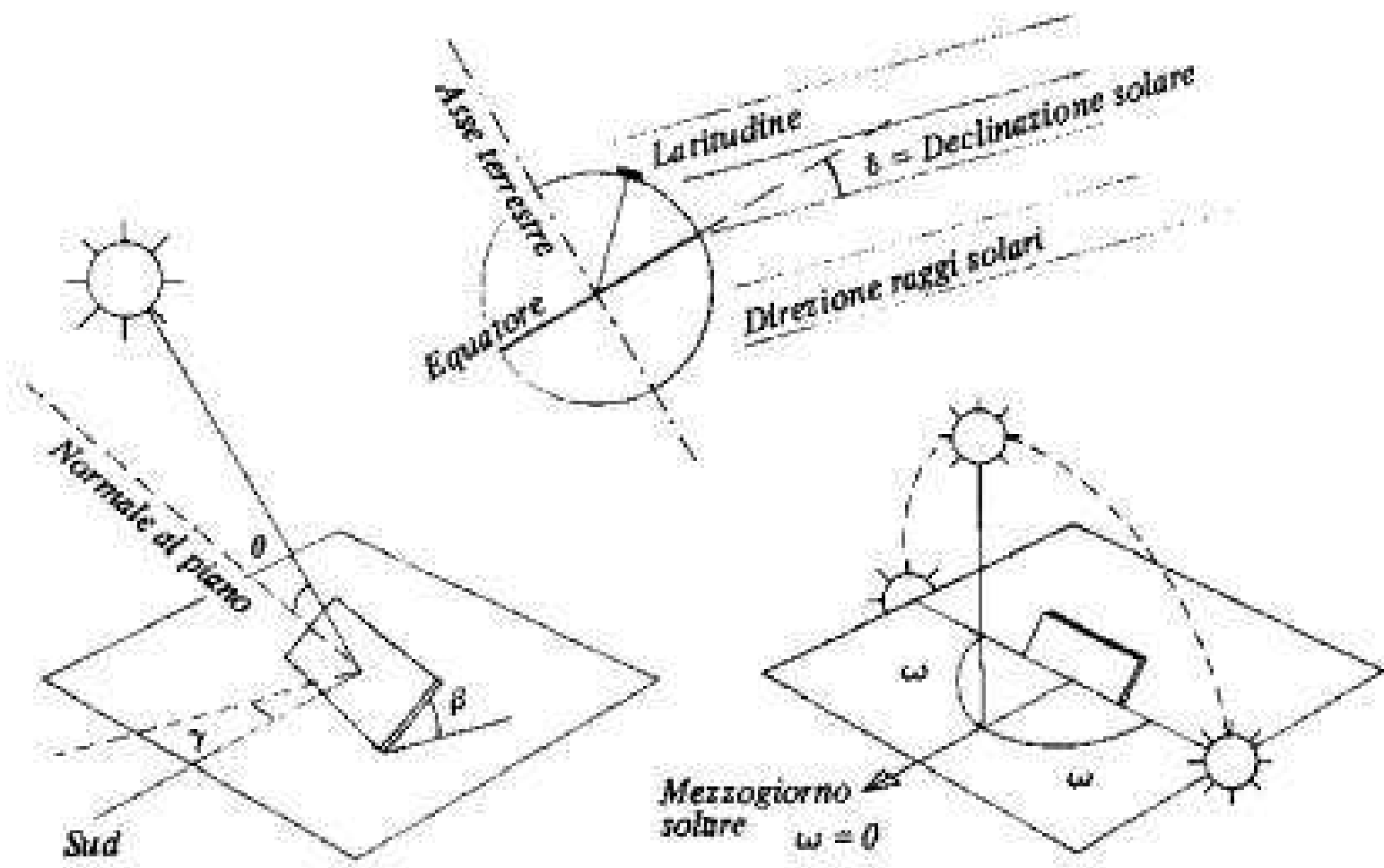
Per BOS si intende l'insieme dei dispositivi e dei componenti elettrici necessari per trasferire l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici fino alla rete elettrica. Un valore dell'85% è generalmente considerato accettabile.

INCLINAZIONE SOLE-COLLETTORE



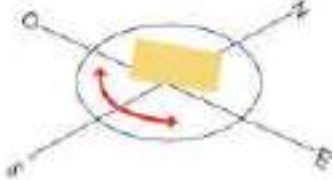
INVERNO





DIMENSIONAMENTO

	Orientamento ottimale (sud, inclinazione 30°)		
	Zone d'Italia	Elettricità prodotta da 8 m ²	Radiazione solare (standard 1 kW/m ²)
	Milano	1.167 kWh ogni anno	1372,4 kWh/m ² anno
	Roma	1.477 kWh ogni anno	1737,4 kWh/m ² anno
	Trapani	1.669 kWh ogni anno	1963,7 kWh/m ² anno

	Orientamento rispetto al Sud	Incrementi della superficie dei collettori per condizioni ottimali						
			0°	15°	30°	45°	60°	75°
	Sud	12%	3%	0%	1%	8%	20%	45%
	Sud/Est – Sud/Ovest	12%	6%	3%	5%	11%	23%	43%
	Est - Ovest	12%	14%	15%	20%	28%	41%	61%

Esempio: nella zona di Milano l'insolazione media annuale è di 1.372.4 kWh/m² anno. Considerando un abbattimento del 12,5% causato dall'efficienza dei moduli FV e una perdita del 85% dovuta al trasferimento dell'energia per l'uso domestico (cd BOS) si ottiene che per **ogni metro quadro di pannelli solari fotovoltaici produce 146 kWh ogni anno (1167 Kwh/anno per 8 mq).**

RADIAZIONE

La radiazione solare emette soprattutto onde corte, nello spettro del visibile. La lunghezza d'onda elettromagnetica si misura in micron (μ , millesimi di millimetro) ed è l'inverso della frequenza (Hz).

L'intensità della luce è maggiore per le lunghezze d'onda comprese tra 0,35 micron (violetto) e 0,75 micron (rosso), cioè nello spettro del visibile.

La costante solare, cioè l'intensità totale della radiazione che colpisce un quadrato perpendicolare al raggio di un metroquadrato, è 1353 Watt/m².

Sulla superficie terrestre, però, la radiazione che arriva è minore e dipende dalla lunghezza di atmosfera attraversata, quindi dalle stagioni, alla latitudine, dall'orario e dalle condizioni atmosferiche.

Nelle condizioni migliori, cioè allo zenit (sole verticale) e cielo limpido la radiazione diminuisce per la diffusione, assorbimento e riflessione dell'atmosfera a 1000 Watt/m², mentre può essere maggiore in montagna all'aumentare dell'altitudine (i primi 100 Km dell'atmosfera sono responsabili della diffusione solare).

In realtà l'energia intercettata sulla terra è più complessa da calcolare: è la somma della radiazione diretta e diffusa.

$$E_{\text{int}} = R_{\text{diretta}} + R_{\text{diffusa}}$$

La radiazione solare viene in parte riflessa nello spazio, principalmente ad opera delle nubi; in parte diffusa in tutte le direzioni per l'incontro con molecole di azoto, ossigeno, vapore acqueo, anidride carbonica, ozono; in parte viene assorbita dalle molecole dell'atmosfera che si riscaldano ed emettono radiazione infrarossa; infine il restante costituisce la radiazione diretta. Come indicazione di massima la radiazione diretta va dal 60% nel caso di sereno al 30% nel caso di nubi.

La radiazione diffusa è la somma della radiazione diffusa nell'atmosfera e della radiazione infrarossa emessa dall'atmosfera in seguito all'assorbimento.

In situazioni ottimali come nell'Italia meridionali è possibile un calcolo di questo tipo:

$$E = 1 \text{ KW} \cdot 0,8 \cdot 8600 \cdot 8/24 \cdot 315/365 = 2000 \text{ Kwh/m}^2 \text{ per anno}$$

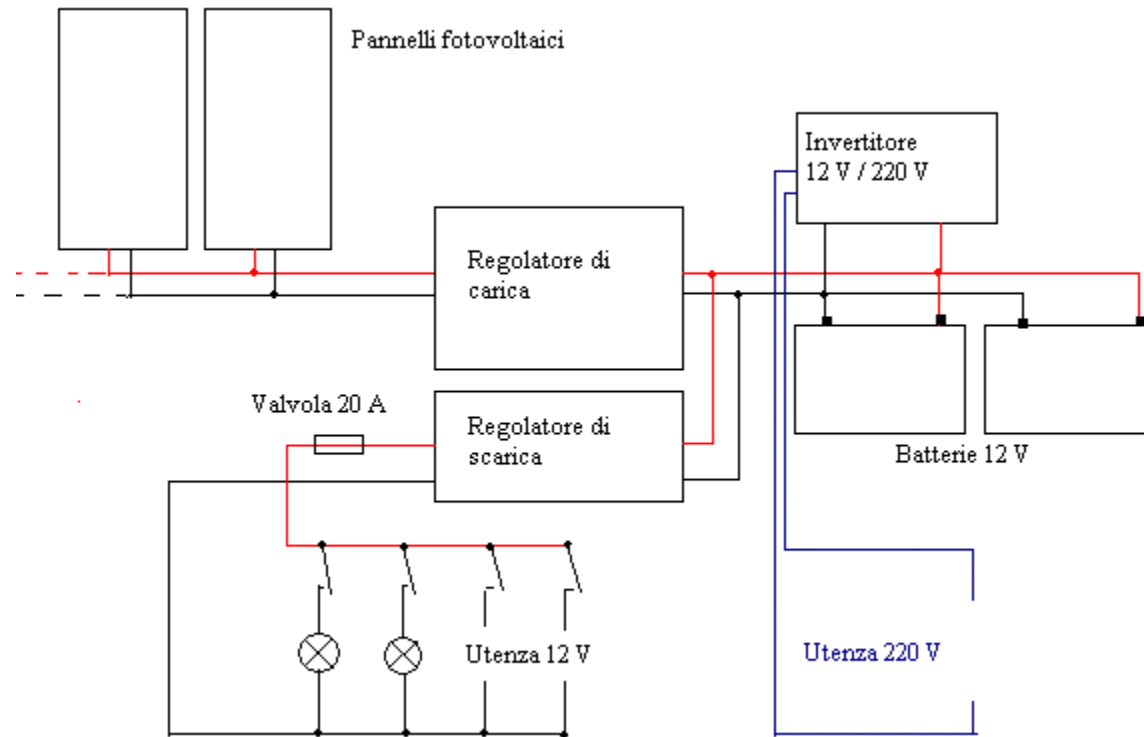
0,8 = coefficiente di riduzione della densità di potenza mediata sull'arco di 8 ore al giorno

8600 = ore in un anno

8/24 = ore di sole in un giorno

315/365 = giorni di sole all'anno

IMPIANTO



DIMENSIONAMENTI

Dimensionamento conduttori:

per ogni tratta, la somma dei Pe non deve superare 10 (10%), considerando metà delle perdite negli apparecchi.

$$\text{Sezione in mmq} = (1,75) \times (2) \times (\text{Lunghezza}) \times (\text{watt}) / (\text{volt al quadrato}) \times (\text{Pe})$$

esempio: tratta principale di 85 metri a servire 85 watte (7 lampade da 11w e 8 lampade led da 1w), Pe 5%:
 $1,75 \times 2 \times 85 \times 85 / 12 \times 12 \times 5 = 35 \text{ mmq}$. Il cavo da 4mm è 25 mmq, da 6mm è 56mmq

Dimensionamento pannelli:

$$M = 1000 \times (E \text{ richiesta}) / (E \text{ irraggiamento}) \times (W \text{ picco}) \times (\text{eff.elettrica: } 0,9) \times (\text{eff.pannelli: } 0,8) \times (\text{eff.inverter: } 0,8) \times (\text{eff. Batteria: } 0,9)$$

esempio: sempre 7 lampade 11w per 4h/g contemporaneità 0,6 (184 wh/g) + 8 lampade 1w per 6h/g, contemporaneità 1 (48 wh/g),
toatale E richiesta=232 wh/g, moduli da 50w picco, irraggiamento roma, 1700kwh/anno=4660wh/g:
 $1000 \times 232 / 4650 \times 50 \times 0,9 \times 0,8 \times 0,9 = 1,5$ per cui 2 moduli da 50 Watt di picco

Dimensionamento batteria:

$$\text{Capacità batteria in Ah (ampereora)} = (E \text{ richiesta}) \times (\text{giorni autonomia}) / (\text{Volt}) \times (\text{eff.elettrica: } 0,9) \times (\text{eff.pannelli: } 0,8) \times (\text{eff.inverter: } 0,8) \times (\text{eff. Batteria: } 0,9)$$

esempio: $232 \times 2 / 12 \times 0,9 \times 0,8 \times 0,9 = 59 \text{ ah}$

GLOSSARIO

corrente continua (dc): bassa tensione (<48v), andamento lineare sui due poli della tensione (+ e -)

corrente alternata (ac): alta tensione (>110 v), andamento sinusoidale. Trifase (380V) o monofase (220V)

tensione (V): potenziale misurato in Volt (come altezza di caduta dell'acqua)

corrente (I): intensità di corrente in Ampere (come la portata dell'acqua)

resistenza (R): resistenza al passaggio di corrente in Ω (come l'attrito dell'acqua lungo le sponde.

legge di Ohm: $V=I \times R$

(in grandezze $V=A \times \Omega$)

Potenza (N): in Watt. es. $12 V \times 3A=36W$

$N=V \times I$

(in grandezze $W=V \times A$)

Energia (E): in Wattora Wh. es. $36W \times 12h=432Wh$

Collegamenti in **serie**: si collegano polo positivo con quello negativo dell'altro. La tensione si somma.

Collegamenti in **parallelo**: si collegano allo stesso polo. La corrente si somma.

Diode: consentono il passaggio di corrente in un senso solo

Batterie veicolari: alta spostabilità, alti picchi, economica, degrada, alta manutenzione

batterie stazionarie: efficienza e durata, adatte per fotovoltaico: a elettrolita liquido o gelatinoso

regolatori o centralina di controllo: controllando la carica e scarica della batteria, staccando in caso di valori limite

convertitore di continuità: la corrente alternata viene fornita alternativamente dalla linea elettrica o dalla batteria

inverter: converte da corrente continua ad alternata

raddrizzatore: converte la corrente alternata in continua ad esempio per caricare la batteria