



Associazione difesa
consumatori e ambiente
promossa dalla Cisl

Pubblicazione
realizzata
con il contributo
della Regione Toscana



Energia dal sole



Pannelli solari
ed impianti
fotovoltaici

Energia dal sole

**Pannelli solari
ed impianti
fotovoltaici**



**associazione difesa consumatori e ambiente
promossa dalla cisl**

Sommario

Il sole, un amico caldo e generoso	5
<i>I combustibili fossili inquinano</i>	5
<i>L'energia è sempre più cara</i>	6
<i>L'energia solare</i>	
<i>si sviluppa in Europa ma non in Italia</i>	6
Il pannello solare	8
<i>Come è fatto e come funziona</i>	8
<i>Il pannello raccoglie l'energia solare</i>	9
<i>Il serbatoio: è qui che avviene lo scambio di calore</i>	10
<i>Le dimensioni del pannello solare da installare</i>	10
<i>E quando il sole non c'è, come funziona?</i>	11
Tipologie dei pannelli solari	13
<i>Come scegliere il pannello solare più appropriato</i>	13
<i>Pannelli solari vetrati</i>	14
<i>Pannelli solari sottovuoto</i>	16
<i>Pannelli solari scoperti</i>	17
L'installazione dei pannelli solari	19
<i>Una soluzione a misura di tetto</i>	19
<i>Nelle case in progetto o in costruzione</i>	20
<i>Nelle case con tetto a tegole</i>	21
<i>Nelle case con tetto terrazzato</i>	22
<i>Nel giardino</i>	22
<i>Sistemi a circolazione naturale</i>	23
<i>Sistemi a circolazione forzata</i>	23
<i>Il riscaldamento delle piscine coperte</i>	24
<i>Quanto costa l'installazione</i>	25
<i>Installazione "fai da te"</i>	25
Riscaldare le case con il sole	26
<i>I pannelli solari ad aria calda</i>	26
<i>I pannelli solari tradizionali</i>	27
La manutenzione	29
<i>Impianti solari a circolazione forzata</i>	29
<i>Impianti solari a circolazione naturale</i>	29

L'utilizzo dei pannelli solari per le utenze stagionali	31
<i>Acqua calda nella bella stagione</i>	31
<i>Docce calde nei camping e negli stabilimenti balneari</i>	32
<i>Docce calde senza serbatoio</i>	32
<i>Piscine estive scoperte</i>	33
È conveniente installare i pannelli solari?	34
<i>Da 500 a 700 mila lire l'anno il risparmio della famiglia</i>	34
Gli incentivi fiscali	36
<i>IVA ridotta al 10%, detrazioni fiscali fino al 36%</i>	36
<i>I pannelli solari sono obbligatori per gli edifici pubblici</i>	36
I consigli dell'esperto	39
Indirizzi delle principali aziende produttrici e distributrici di pannelli solari ..	40
L'energia elettrica fotovoltaica	45
<i>Che cos'è</i>	45
<i>Come funziona la cella fotovoltaica</i>	45
<i>La costruzione delle celle</i>	47
<i>Il modulo fotovoltaico</i>	48
<i>Il generatore fotovoltaico</i>	48
<i>Il regolatore di carica</i>	50
Gli impianti fotovoltaici	51
<i>I tipi di impianto</i>	51
<i>Gli impianti isolati</i>	51
<i>Impianti collegati alla rete elettrica</i>	52
<i>I tetti fotovoltaici</i>	53
<i>Le centrali fotovoltaiche</i>	54
<i>Quanto costa</i>	54
Le applicazioni più convenienti	56
<i>Nuovi spazi per la tecnologia fotovoltaica</i>	56
<i>Le prospettive del fotovoltaico</i>	60
Indirizzi dei principali produttori di moduli fotovoltaici operanti in Italia	61
Le sedi territoriali Adiconsum in Toscana	62

Il sole, un amico caldo e generoso

I combustibili fossili inquinano

Per vivere abbiamo bisogno di energia. Per millenni l'uomo ha potuto contare solo sull'energia prodotta con la propria forza, sul lavoro degli animali e sul fuoco per scaldarsi. Poi ha imparato a bruciare i combustibili fossili per procurarsi energia: prima la legna, poi il carbone, il petrolio, il metano... ed i residui della combustione hanno cominciato ad invadere l'atmosfera e ad inquinarla.

Ma è soprattutto nell'ultimo secolo, con lo sviluppo economico dei paesi occidentali, che l'inquinamento atmosferico ha raggiunto livelli enormi e pericolosi per l'intera umanità.

L'energia elettrica prodotta con combustibili fossili, l'uso degli autoveicoli e degli aerei come mezzi di trasporto, il riscaldamento degli edifici, le lavorazioni fatte in molti stabilimenti industriali, producono un'enorme quantità di sostanze inquinanti (anidride carbonica, zolfo, ecc.)

che si disperdono nell'atmosfera creando un'immensa cappa che rende irrespirabili le città, inquina le foreste e le produzioni agricole, e produce quell'effetto serra che tende a modificare il clima del pianeta.

I popoli che vivono in Africa, in Asia e nell'America Latina in condizioni di miseria e di sottosviluppo, per migliorare le loro condizioni di vita avranno bisogno di consumare crescenti quantità di energia, che a loro volta provocheranno livelli di inquinamento sempre più elevati. Per porre rimedio a queste inquietanti prospettive, la Conferenza di Kyoto ha impegnato tutti i Paesi industrializzati a ridurre le emissioni inquinanti e ad indirizzare i consumi energetici verso un modello di sviluppo sostenibile, che incentivi l'uso razionale dell'energia e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, anche negli usi domestici.

IN ITALIA LA MAGGIOR PARTE DELL'ENERGIA CONSUMATA E' PRODOTTA CON COMBUSTIBILI FOSSILI

L'insieme dell'energia consumata in Italia:

- per il 55,6% è prodotta con combustibili derivati dal petrolio (benzina, gasolio, olio combustibile, ecc.)
- per il 26,1% con il gas metano
- per l'8% con il carbone
- per il 10% da centrali idroelettriche
- solo lo 0,3% con fonti energetiche rinnovabili (energia solare, eolica, geotermia, ecc.)

Energia dal sole - Pannelli solari ed impianti fotovoltaici

L'energia è sempre più cara

Nel budget delle famiglie italiane, la bolletta energetica rappresenta una spesa rilevante e sempre crescente: il tempo del metano, del gasolio e dell'elettricità a basso prezzo è ormai terminato. La crisi petrolifera degli anni '70, con il conseguente forte aumento del prezzo del petrolio greggio, è stato il primo campanello di allarme.

Negli anni seguenti, i Governi hanno

gravato di tasse sempre crescenti i consumi del gasolio, del gas e dell'elettricità.

L'aumento del greggio degli ultimi mesi si è scaricato sui combustibili fossili, provocando un consistente aumento del prezzo finale delle benzine, del gasolio e del gas.

Il risultato di tutto ciò è che attualmente in Italia il peso delle bollette energetiche (elettricità, gas e gasolio) raggiunge ormai il 10 - 20% del reddito delle famiglie.

IN DIECI ANNI IN ITALIA IL PREZZO DEL GASOLIO DA RISCALDAMENTO E DEL GAS METANO E' PIU' CHE RADDOPPIATO

- *il gas metano è passato da circa 550 lire ad oltre 1.000 lire al mc.*
- *il gasolio da riscaldamento è aumentato da 650 ad oltre 1.600 lire al litro*

mentre nello stesso periodo il costo della vita è aumentato del 60%

L'energia solare si sviluppa in Europa ma non in Italia

Da sempre l'uomo ha riposto nel sole speranze, bisogni di sicurezza e prosperità e ha usato la sua energia come fonte di calore e di luce, per soddisfare i propri bisogni primari. Il calore del sole ha consentito lo sviluppo della vita sulla terra, ha ritmato il tempo dei cicli biologici e delle stagioni.

L'energia solare è la fonte di energia più diffusa sulla terra, disponibile ovunque, in modo gratuito e in quantità largamente su-

periore ai fabbisogni energetici delle popolazioni mondiali. Il suo sfruttamento tuttavia presenta problemi tecnici ed economici che rendono non semplici le possibilità pratiche di impiego. Oggi utilizziamo solo una modestissima parte dell'enorme quantità di energia che ci giunge dal sole e la strada da percorrere è ancora lunga per sfruttare l'energia solare su grande scala.

In prospettiva l'energia irradiata dal sole, sia quella utilizzata come calore con i pannelli solari, che quella convertibile in energia elettrica mediante l'effetto fotovoltaico, assumerà un ruolo significati-

vo, per consentire quell'inversione di tendenza che è indispensabile per l'ecologia del pianeta terra.

Di fronte alla gravità dei problemi energetici, i Governi di tutti i Paesi europei stanno incentivando lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e non inquinanti e specialmente lo sfruttamento dell'energia solare.

Tutta l'Europa - dalla Germania alla Grecia, dall'Austria alla Spagna - è coperta di pannelli solari.

Invece, le scelte di politica energetica operate dal Governo italiano non hanno permesso lo sviluppo dell'energia solare. La diffusa estensione della rete metanifera ed il basso costo del gas nei primi anni di sviluppo della metanizzazione, hanno spinto ad utilizzare il metano in modo esclusivo ed hanno

tolto lo stimolo ad integrare il gas con l'energia solare. Anche la campagna promossa dall'ENEL nel 1982 per la diffusione dei pannelli solari non ha prodotto i risultati sperati.

Scarsi sono gli incentivi nazionali per promuovere l'uso dell'energia solare: soltanto alcune Regioni danno contributi a chi installa i sistemi solari.

Naturalmente l'energia solare non può sostituire quella prodotta con i combustibili fossili, ma come dimostra l'esperienza europea, può efficacemente integrare il fabbisogno energetico delle famiglie.

Nei capitoli successivi si affrontano gli aspetti tecnici ed economici collegati alla installazione dei pannelli solari per ottenere acqua calda per usi sanitari e dei moduli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.



Pannelli solari installati sul tetto di una villa

Il sole, un amico caldo e generoso

Il pannello solare

Come è fatto e come funziona

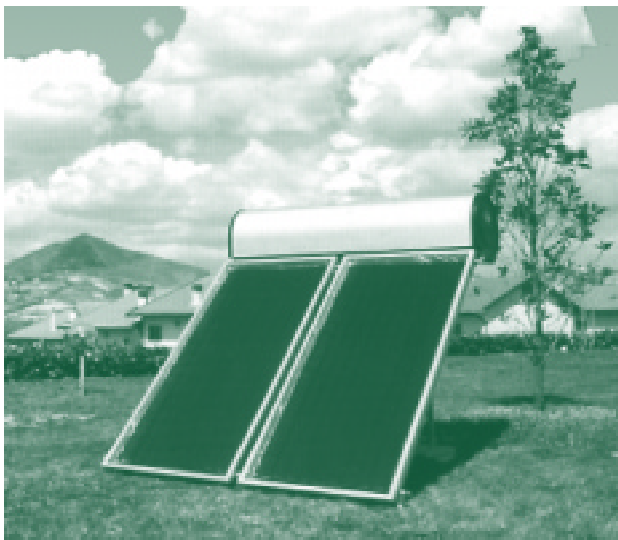
Il pannello solare serve a catturare l'energia che giunge dal Sole sulla Terra e ad utilizzarla per produrre acqua calda ad una temperatura che può raggiungere anche 60 -70°C.

L'acqua calda prodotta, accumulata in un apposito serbatoio, potrà essere utilizzata per gli usi sanitari di casa, come pure per riscaldare le piscine o servire le esigenze di alberghi, scuole, campings, impianti di balneazione, ecc. (l'acqua che utilizziamo per fare la doccia non supera i 40-45°C).

In questa guida parleremo soprattutto dei pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi sanitari, anche se esistono in commercio attrezzature che utilizzano l'energia solare per integrare il riscaldamento degli edifici o per essiccare prodotti alimentari.

Il pannello solare classico, simile a quello riprodotto nella figura qui sotto, è composto dalle seguenti parti:

- il pannello solare vero e proprio, simile ad un radiatore, che permette di trasferire il calore assorbito dal sole all'acqua del serbatoio e di produrre quindi acqua calda
- il serbatoio di accumulo dell'acqua calda ed eventualmente una pompa per la circolazione forzata dell'acqua
- i collegamenti idraulici ed elettrici
- le staffe di montaggio.



Sistema solare completo installato in giardino

Il pannello raccoglie l'energia solare

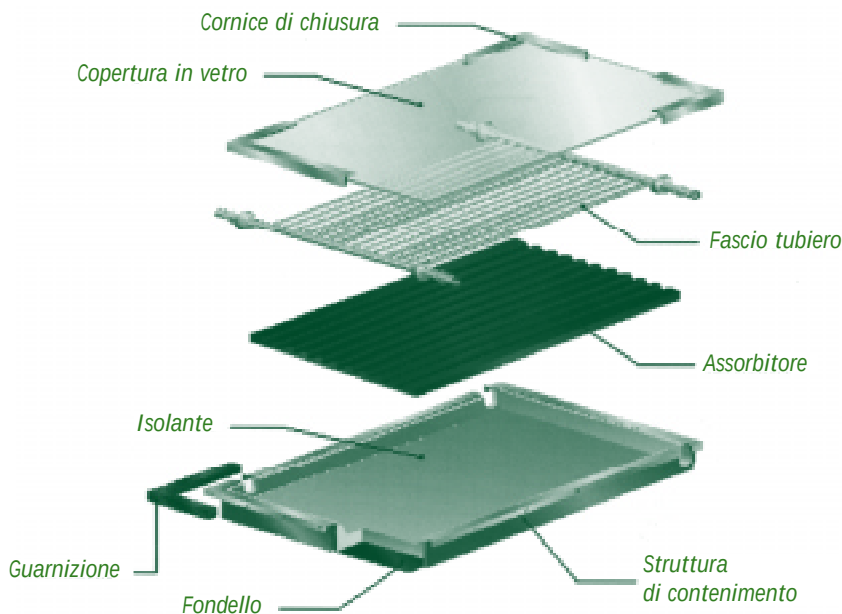
Il pannello propriamente detto è realizzato mediante l'unione di vari elementi.

Un assorbitore del calore solare, costituito da una lastra simile ad un radiatore (che può essere in acciaio o in rame), all'interno della quale è inserito un fascio di tubi in cui scorre il liquido del circuito primario destinato ad essere riscaldato dal sole. Tale fluido è normalmente acqua addizionata con antigelo propilenico atossico, per tollerare il freddo invernale senza congelarsi.

Una lastra di vetro, posta superiormente all'assorbitore, protegge l'apparato e permette il passaggio dei raggi solari. L'assorbitore, scaldandosi, riemette energia in forma di radiazione infrarossa: rispetto ad essa

il vetro si comporta come se fosse opaco e quindi la trattiene all'interno (effetto serra). Viene preferito il vetro temperato a basso contenuto di piombo, in modo da riflettere meno l'immagine; infatti tanto meno i raggi sono riflessi, tanto maggiore sarà l'energia che attraversa il vetro.

Nella parte sottostante del pannello è inserito un isolante termico (in fibra di vetro o in poliuretano espanso privo di CFC) che riduce le dispersioni di calore. Il pannello è chiuso posteriormente da una scocca, spesso realizzata in lamiera. Il tutto (vetro, assorbitore e fascio tubiero, isolante termico e scocca posteriore) è tenuto assieme da uno chassis, abitualmente realizzato in alluminio, che assembla le parti e conferisce al pannello robustezza e stabilità.



Gli elementi che compongono il pannello solare

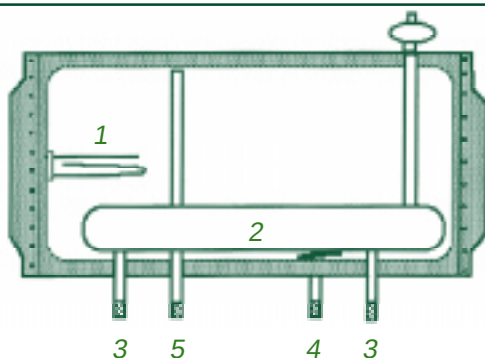
Il serbatoio: è qui che avviene lo scambio di calore

Il serbatoio di accumulo dell'acqua contiene al suo interno uno scambiatore di calore ad intercapedine nel quale circola il liquido del circuito primario del pannello che, cedendo il calore ricevuto dal sole, riscalda l'acqua contenuta nel serbatoio.

Quindi nel serbatoio (che sarà coibentato per meglio conservare il calore) si trovano due circuiti idraulici separati: quello

primario del pannello, che conduce il liquido riscaldato dal sole e quello dell'acqua, collegato all'impianto idraulico di casa, che permette l'utilizzo dell'acqua calda per i servizi domestici in ogni ora del giorno e della notte. Le dimensioni del serbatoio sono proporzionali alla metratura del pannello: la capacità del serbatoio, in linea di massima, è pari a 50 - 80 litri per ogni metro quadrato di superficie solare installata.

- 1) resistenza elettrica
- 2) scambiatore di calore
- 3) circuito del liquido del pannello solare
- 4) entrata dell'acqua fredda
- 5) uscita dell'acqua calda



Serbatoio di accumulo dell'acqua

Le dimensioni del pannello solare da installare

Per calcolare le dimensioni del pannello solare da installare non si deve tener conto dei mq. della casa, ma del numero dei membri della famiglia e quindi del prevedibile consumo di acqua calda della famiglia medesima.

Si stima che mediamente il consumo di acqua calda è pari a 30-50 litri/giorno a persona.

L'acqua calda prodotta da un pannello solare varia in funzione di diversi elementi: il posizionamento, la zona geografica, la radiazione solare giornaliera, ecc. In media si può considerare una produzione di acqua alla temperatura di 40°C, pari a

80-130 litri/giorno per ogni metro quadro di pannello installato. Per riscaldare l'acqua contenuta nel serbatoio (circa 50-80 litri per mq. di collettori installati), occorre circa mezza giornata di sole nel periodo estivo ed una giornata nel periodo invernale.

La temperatura dell'acqua raggiungibile nelle giornate di pieno sole è di circa 40°C in inverno e di circa 60-80°C in estate per i pannelli vetrati.

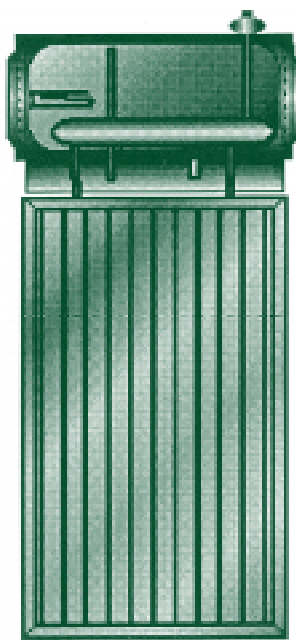
Tenendo conto delle variabili prima indicate, nella tabella seguente proponiamo uno schema di dimensionamento:

Zona d'Italia	Superficie pannello solare (m²/persona)	Volume serbatoio (litri/persona)
Nord	1,00	60
Centro	0,75	55
Sud	0,55	50

E quando il sole non c'è, come funziona?

Il pannello solare produce acqua calda nelle giornate di sole e, in minor misura, anche con il cielo nuvoloso. Infatti, la radiazione incidente su un pannello è data dalla somma di quella che proviene direttamente dal sole e da quella che proviene, in modo meno concentrato ma molto più esteso, dall'intera volta celeste. Questa, durante le ore diurne, è sempre disponibile, anche in presenza di nuvole (tranne che durante un temporale o con il cielo molto coperto). Per poter disporre sempre di acqua calda è indispensabile ricorrere a soluzioni integrative della radiazione solare. Ciò può essere realizzato in due modi.

Se non è possibile collegarsi alla caldaia a gas, occorre inserire nel serbatoio una resistenza elettrica di almeno 1 kW con termostato tarato a circa 40°C. Tutti i sistemi solari compatti in commercio sono dotati di una resistenza elettrica integrativa posizionata all'interno del serbatoio.



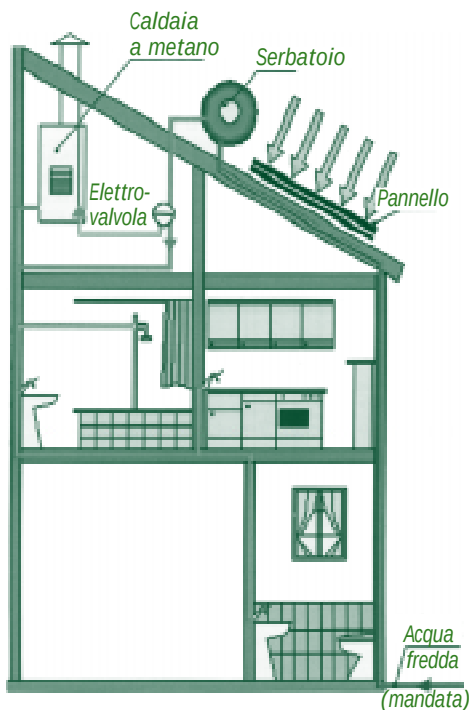
Serbatoio con resistenza elettrica

Il pannello solare

Se nella casa già esiste una caldaia istantanea a gas a controllo elettronico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, è possibile collegare il sistema solare all'impianto termico esistente. L'acqua scaldata nel pannello passerà attraverso una elettrovalvola che, in base alla sua temperatura, la invierà direttamente all'utenza domestica.

Nel caso in cui tale temperatura fosse inferiore ai 40-50°C, l'acqua preriscaldata sarà inviata alla caldaia, che avrà così facilitato il lavoro di riscaldamento.

Questa soluzione permette di risparmiare sulla bolletta del gas, di allungare la vita della caldaia e di disporre di acqua calda senza limiti di consumo, utilizzando al massimo le capacità del pannello solare.



Schema di collegamento del sistema solare alla caldaia a gas

Tipologie dei pannelli solari

Come scegliere il pannello solare più appropriato

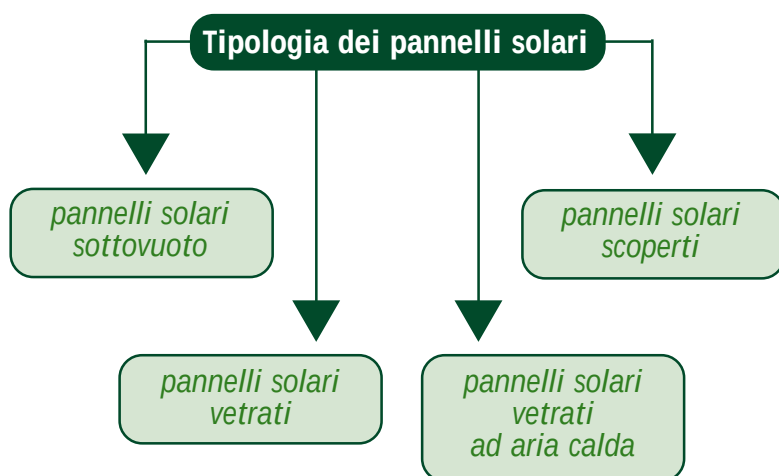
Fermi restando i principi costruttivi generali precedentemente illustrati, i pannelli solari possono essere raggruppati in alcune tipologie principali.

Le differenze (di tecnologie costruttive, di materiali impiegati, di costo, ecc.), anche sostanziali, fra i vari pannelli servono a dare le risposte più appropriate alle differenti esigenze de-

gli utenti e alle diverse possibili condizioni di installazione e di impiego.

Una breve trattazione delle tipologie costruttive dei pannelli solari servirà per aiutare i consumatori a compiere scelte consapevoli e ragionate sulla base delle peculiari esigenze di ciascuno.

I pannelli solari si dividono nei seguenti gruppi:



Pannelli solari vetrati

I pannelli solari vetrati sono quelli classici composti dal pannello vero e proprio e da un serbatoio di accumulo dell'acqua: insieme costituiscono un sistema solare completo.

L'assorbitore di calore inserito nel pannello è termicamente isolato dalla temperatura dell'aria esterna, tramite un vetro temperato, sopra, e uno strato di isolante sotto (scocca posteriore). In questo modo si sfrutta al meglio l'effetto selettivo del vetro all'infrarosso che permette di raggiungere la massima temperatura e la maggiore efficienza.

Il vetro è trasparente alla luce del sole che entra, ma è opaco ai raggi infrarossi che vengono trattenuti all'interno. I raggi del sole, che raggiungono la parte interna del pannello, lo scaldano ed il calore viene trattenuto all'interno.

In virtù di tali caratteristiche, questi pannelli sono in condizioni di produrre acqua calda in tutti i mesi dell'anno.

Per tali ragioni sono più costosi di quelli scoperti, ma sono i più diffusi nel settore domestico tradizionale.

Ciascun produttore di pannelli solari propone vari modelli che si diversificano fra loro sul piano tecnico, economico ed impiantistico, offrendo agli acquirenti un'ampia possibilità di scelta. E' pertanto difficile fare una catalogazione che evidenzia con precisione le caratteristiche di ciascuna marca e di ciascun modello.

Tuttavia, per facilitare la comprensione delle caratteristiche tecnologiche e di qualità dei prodotti presenti sul mercato italiano, abbiamo suddiviso i pannelli solari vetrati in tre categorie.



Pannello solare vetrato

PANNELLI A SUPERFICIE SELETTIVA

In questi pannelli l'assorbitore di calore, di colore nero, è stato trattato con un prodotto selettivo all'infrarosso, che trattiene il calore del sole e riduce la riflessione, potenziando le analoghe azioni del vetro soprastante.

Questa tecnologia permette di ottenere dai pannelli un maggior rendimento ma, ovviamente, il loro costo è più elevato.

I pannelli a superficie selettiva hanno un buon rendimento anche durante i mesi invernali e la loro installazione è consigliata quando si prevede di utilizzarli tutto l'anno.



PANNELLI NON SELETTIVI



In questo tipo di pannello la superficie dell'assorbitore di calore non viene trattata, ma viene ugualmente verniciata in nero, per meglio trattenerne i raggi solari.

Il loro rendimento è inferiore di circa il 10% a quello dei pannelli trattati con prodotti selettivi. Anche il costo è inferiore.

L'impiego di questa tipologia di pannelli è particolarmente indicato per le seconde case, utilizzate nei mesi estivi, e per le zone con abbondante insolazione.

PANNELLI CON SERBATOIO INTEGRATO

Nei pannelli con serbatoio integrato l'assorbitore di calore ed il serbatoio di accumulo si confondono in un unico oggetto e l'energia solare giunge direttamente a scaldare l'acqua accumulata.

Per effetto del principio che l'acqua calda tende a salire e quella fredda a scendere, si viene a creare all'interno del serbatoio un moto cosiddetto convettivo che distribuisce il calore captato a tutta la massa d'acqua. Questi comodi e compatti elettrodomestici solari, formati da un unico blocco, sono di facile trasportabilità e di altrettanto facile installazione ed hanno un costo relativamente basso.

Alcuni di essi non sono idonei all'utilizzo nelle località ove l'inverno è lungo e rigido perché il loro rendimento in quel periodo è scarso e perché l'acqua contenuta nel serbatoio potrebbe congelarsi e rovinare il pannello.

Sono comunque disponibili sul mercato anche sistemi compatti adatti per ogni condizione climatica.



Pannelli solari sottovuoto

La tecnologia dei pannelli solari sottovuoto è più sofisticata di quelli vetrati. Ovviamente sono molto più costosi, ma sono in grado di fornire prestazioni assai elevate.

I pannelli sottovuoto, oltre ad essere costruiti con tutti gli accorgimenti tecnici atti a trattenerne il calore, descritti per i pannelli a superficie selettiva, sono, appunto sottovuoto.

Essi si presentano come tubi di vetro, contenenti all'interno un

elemento assorbitore di calore, al cui interno la pressione dell'aria è ridottissima, così da impedire la cessione del calore da parte dell'assorbitore. A questo scopo, in fase di assemblaggio, l'aria tra assorbitore e vetro di copertura viene aspirata e l'involucro deve assicurare una tenuta perfetta e che rimanga tale nel tempo.

I pannelli solari sottovuoto hanno un ottimo rendimento in tutti i mesi dell'anno e sono particolarmente adatti ad essere installati negli edifici residenziali ubicati nelle zone ad insolazione medio-bassa, anche in condizioni climatiche rigide (aree del Nord Italia, zone montane e di alta collina, ecc.).



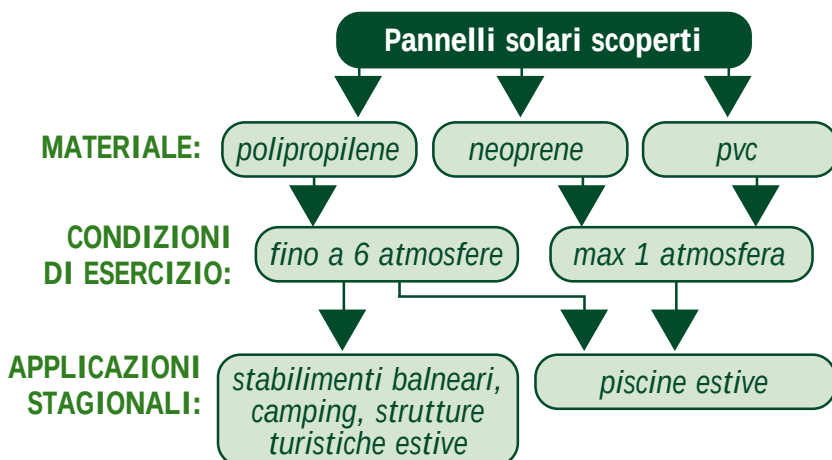
Pannelli solari sottovuoto installati sul tetto

Pannelli solari scoperti

I pannelli solari scoperti sono adatti per gli utilizzi nella stagione estiva: riscaldamento di piscine scoperte, acqua calda per le docce negli stabilimenti balneari, nei campeggi, negli

alberghi stagionali, ecc.

Lo schema seguente sintetizza i diversi materiali usati e le possibili applicazioni nelle varie condizioni di esercizio.



I pannelli solari scoperti sono privi di vetro e l'acqua passa direttamente all'interno dei tubi del pannello, dove viene riscaldata dai raggi solari ed è pronta per essere usata.

Il limite di questi pannelli è che, non essendo coibentati, funzionano con una temperatura ambiente di almeno 20°C (al di sotto il bilancio tra energia accumulata ed energia dispersa è sfavorevole), e la temperatura massima dell'acqua non supera i 40°C. Proprio per questo motivo il

loro impiego è ideale per le utenze stagionali.

Il loro costo è notevolmente più basso degli altri tipi di pannelli e l'installazione è talmente semplice da poter essere fatta autonomamente.

Il materiale usato per costruire i pannelli scoperti può essere PVC, Neoprene o Polipropilene. Quest'ultimo materiale consente di realizzare pannelli capaci di sopportare una pressione dell'acqua fino a 6 atmosfere.



Maxi-impianto di pannelli solari

L'installazione dei pannelli solari

Una soluzione a misura di tetto

Tutti gli edifici che dispongono di uno spazio soleggiato (tetto inclinato, tetto terrazzato, giardino, ecc.) possono essere dotati di un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria.

Il costo dell'installazione è tanto più basso quanto più facile è l'accesso al luogo di installazione. Un tetto terrazzato o un giardino ben soleggiato sono in genere da preferire, ma va bene anche un tetto con tegole: sarà sufficiente studiare con attenzione il miglior posizionamento dei pannelli solari.

Occorre prestare particolare attenzione a posizionare bene il pannello solare. Bisogna scegliere la posizione che offre la migliore insolazione ed il massimo rendi-

mento del pannello, ma anche le zone più facilmente accessibili e meno critiche negli ancoraggi, perché così si risparmia sui costi di installazione.

I pannelli solari devono essere rivolti preferibilmente verso Sud, con una tolleranza di deviazione verso Est o verso Ovest di 30°, ed essere inclinati di circa 35-40° rispetto al piano orizzontale. Tale oscillazione terrà conto della posizione geografica: l'optimum è 30° per l'Italia meridionale e 35-40° per l'Italia settentrionale.

Ogni installazione di pannelli solari presenta problemi specifici, tutti risolvibili, ma che vanno affrontati consultando e chiedendo preventivi di spesa ad imprese e installatori qualificati.

PRIMA DI ACQUISTARE UN SISTEMA SOLARE...

- *Consultare un'impresa qualificata*
- *Farsi rilasciare una dichiarazione scritta su quanta acqua calda il pannello è in grado di produrre*
- *Chiedere sempre che il preventivo di spesa sia comprensivo dei costi di installazione*

Nelle case in progetto o in costruzione

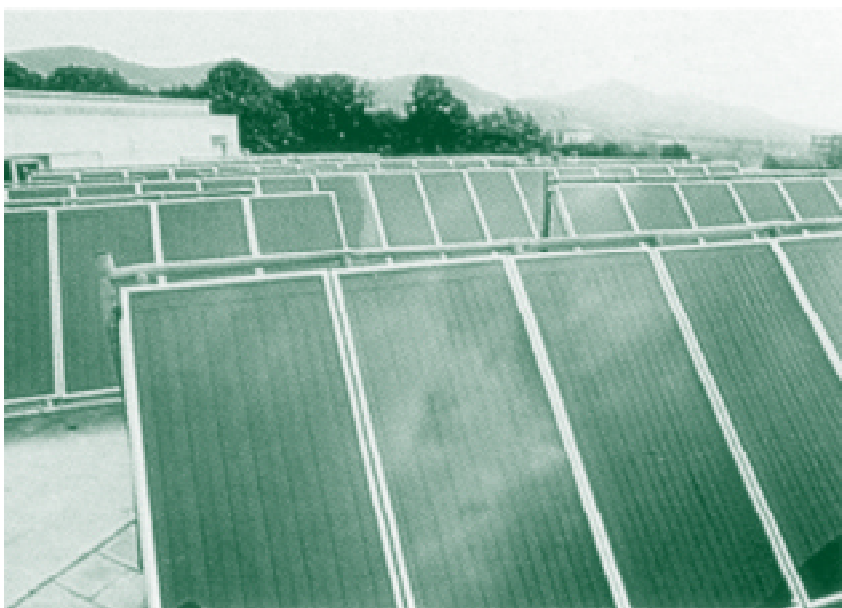
La cosa più logica e migliore da fare è progettare la nuova casa prevedendo tutti i collegamenti e gli accorgimenti necessari per l'installazione di un sistema solare. Un corretto inserimento del pannello solare nell'edificio consente di ottenere il massimo rendimento con la minima spesa di installazione.

Tutte le nuove case dovrebbero essere predisposte per ricevere i pannelli solari, ad esempio, inserendo nella muratura due tubazioni (una di mandata ed una di ritorno) dal tetto ai vari

piani dell'edificio. Tale predisposizione, che ha un costo trascurabile, farebbe risparmiare molti soldi se si decide di installare un sistema solare e non disturberebbe affatto nel caso che tale soluzione non venga adottata.

I pannelli solari possono essere installati in tutte le abitazioni, dalle villette agli edifici plurifamiliari e nei condomini.

Anche nei luoghi di lavoro, dove peraltro il consumo di acqua calda è limitato, un sistema solare spesso è sufficiente a coprire le esigenze.



Dettaglio della batteria di collettori piani installati sul terrazzo di un condominio

Nelle case con tetto a tegole

Per prima cosa occorre verificare l'orientamento del tetto. La posizione più vantaggiosa è quella rivolta verso Sud. Ma anche per i casi in cui le falde siano orientate verso Sud-Est o verso Sud-Ovest il pannello potrà essere posizionato sul tetto.

E' importante che la falda del tetto sia inclinata di almeno 35° rispetto al piano orizzontale.

I tetti orientati con asse Nord-Sud sono sfavorevoli al posizionamento ottimale dei pannelli solari. Tuttavia, varie soluzioni tecniche consentono di installare i pannelli solari anche in queste situazioni. In questi casi occorre valutare bene se è preferibile installare una maggiore superficie solare, oppure migliorare l'orientamento del pannello.

Bisogna sempre fare attenzione che, in nessun mese dell'anno, vi siano ombre che

raggiungano il pannello e lo coprano dai raggi del sole.

La migliore soluzione tecnica ed estetica è rappresentata dal posizionamento del serbatoio di accumulo nel sottotetto ad una quota superiore rispetto a quella del pannello solare. Ciò permette di adottare un sistema a circolazione naturale, di ridurre al minimo le dispersioni termiche del serbatoio e di avere un facile accesso al serbatoio per eventuali manutenzioni ed integrazioni del liquido del circuito primario. In questo caso si consiglia di installare anche una vasca di drenaggio.

Se non è possibile mettere il serbatoio nel sottotetto, è preferibile posizionarlo vicino al colmo del tetto, in posizione superiore rispetto al pannello, per rendere più agevole il fissaggio ad un aggancio ben saldo ed evitare eventuali accumuli di neve.



Pannelli solari installati su un tetto a tegole

In alcune zone montane ed in quelle di interesse artistico la legge vieta di posizionare i serbatoi di accumulo dell'acqua sul tetto delle case.

Questo problema può essere risolto integrando il serbatoio nell'edificio o nel sottotetto

Nelle case con tetto terrazzato

L'installazione dei pannelli solari su un tetto a terrazzo è la soluzione più facile perché:

- permette di installare un sistema compatto a circolazione naturale (serbatoio vicino al pannello) che richiede una modesta manutenzione;
- offre la certezza di poter orientare il pannello verso Sud;
- riduce al minimo i costi di installazione, perché il fissaggio sul terrazzo è di facile e rapida esecuzione e consente un'agevole manutenzione;
- consente di scegliere qualsiasi sistema solare compatto vetrato in com-

mercio (con o senza serbatoio integrato), del costo e della qualità desiderata.



*Pannello solare
su un tetto terrazzato*

Nel giardino

Fra le diverse zone dove si può installare un sistema solare non va dimenticato il giardino, per le case che abbiano dispo-

nibile un'area verde non coperta da ombre nei vari mesi dell'anno.

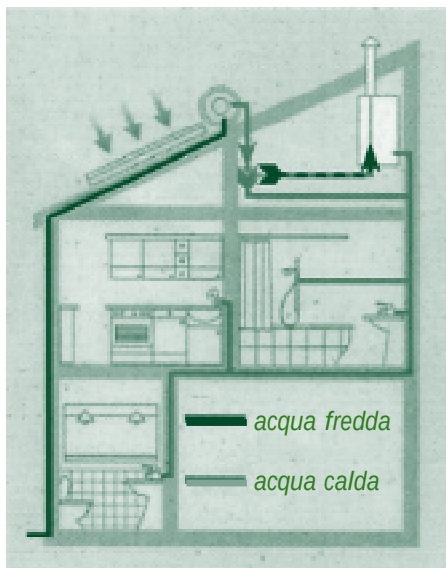
Ove possibile, l'installazione del sistema solare in giardino è da preferire in quanto è di facile esecuzione ed è poco costosa.



Pannello solare installato in giardino

Sistemi a circolazione naturale

sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando qualunque tipo di



pannello solare. Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole, si dilata, diventa più leggero e tende a salire verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo.

Nei sistemi a circolazione naturale il serbatoio di accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo, con una leggera pendenza delle tubazioni di collegamento per facilitare il trascinamento e l'espulsione dell'aria.

In commercio esistono anche sistemi a circolazione naturale con il serbatoio posizionato dietro il pannello.

Impianto a circolazione naturale con il serbatoio dell'acqua posizionato più in alto del pannello solare.

- ***E' buona norma privilegiare l'installazione di sistemi a circolazione naturale in tutte le situazioni in cui non vi sia un chiaro impedimento tecnico.***
- ***I pannelli solari con serbatoio integrato sono sempre a circolazione naturale, perché costituiscono un sistema completo***

Sistemi a circolazione forzata

sistemi a circolazione forzata sono quelli in cui il liquido del circuito primario è spinto da una pompa. L'installazione dei sistemi a circolazione forzata è necessaria in tutte le situazioni in cui il serbatoio di accumulo dell'acqua non può essere posizionato ad un livello più alto dei pannelli solari.

Questi sono sistemi più complessi, un po' più costosi e devono essere installati da personale specializzato. In cambio offrono una maggiore efficienza perché rendono più rapida la circolazione del fluido, con conseguente maggiore assorbimen-

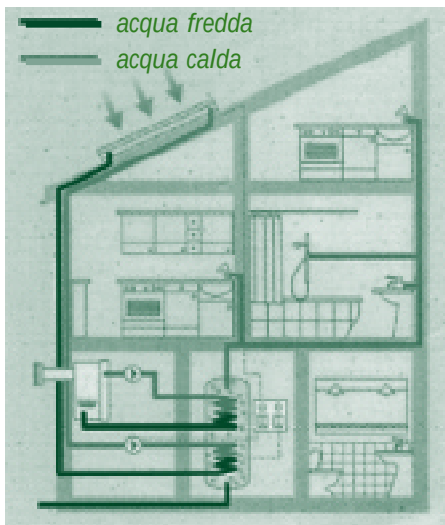
to della radiazione solare. Inoltre il serbatoio è disposto all'interno dell'edificio dove si registra una minore dispersione termica ed una migliore accessibilità per la manutenzione.

La figura al lato illustra il funzionamento di un impianto a circolazione forzata con pannelli solari vetrati, integrato con una caldaia. In questo impianto una pompa è comandata da una centralina elettronica che compara il valore della temperatura in due punti del circuito e fornisce il consenso al passaggio del liquido nel circuito idraulico primario.

In questo modo il sistema può essere integrato da una caldaia a gas (ovvero da una resistenza elettrica) dotata di termostato inserito nel serbatoio, in modo che l'acqua calda sia sempre disponibile.

Oggi sono disponibili automatismi elettronici, dotati di un software in grado di combinare qualsiasi impianto termico tradizionale con l'impianto sola-

re a circolazione forzata, che semplificano e migliorano la resa globale di tutto il sistema.



Impianto a circolazione forzata in cui il serbatoio dell'acqua si trova al piano terra della casa

I sistemi a circolazione forzata sono indispensabili

- *quando il serbatoio non può essere collocato al di sopra del pannello solare*
- *negli impianti di maggiori dimensioni o quando è richiesta una elevata precisione di intervento (ad esempio quando l'impianto è integrato con una caldaia a gas)*

Il riscaldamento delle piscine coperte

Per il riscaldamento dell'acqua delle piscine coperte, c'è sempre una sicura convenienza ad affiancare all'impianto di riscaldamento tradizionale un efficiente sistema solare, perché l'acqua necessita di essere riscaldata anche

nei mesi estivi, in quanto non può godere del calore diretto del sole.

In questi casi normalmente si usano i pannelli solari vetrati collegati ad una pompa che assicura il ricircolo dell'acqua della piscina, installati in modo da integrare l'impianto di riscaldamento tradizionale.

Quanto costa l'installazione

I fattori che intervengono nel costo di installazione dei pannelli solari sono diversi a seconda del tipo di impianto che si va a realizzare.

Poiché il costo dell'installazione è correlato al tempo necessario per eseguire il lavoro, tanto più è semplice l'installazione, tanto minore sarà il suo costo. L'installazione di un sistema solare a pannelli con serbatoio integrato, da posizionare su un terrazzo orizzontale o in giardino, richiede un tempo di lavoro non superiore ad una

giornata, e taluni modelli potranno anche essere installati direttamente.

L'installazione di pannelli solari con serbatoio separato, su tetti a tegole, con serbatoio nel sottotetto, può richiedere anche 2 - 3 giornate di lavoro per due persone.

Tenendo conto che il costo delle manodopera è calcolato attorno a 35-40.000 lire/ora + IVA, in relazione alla complessità dell'installazione ed al tempo impiegato, ciascuno può calcolare agevolmente il costo corrispondente.

Installazione "fai da te"

L'installazione degli impianti solari a circolazione forzata è un lavoro da specialisti e richiede sempre l'intervento di una qualificata impresa del settore.

I sistemi solari a circolazione naturale invece sono abbastanza semplici da installare e si possono installare da soli in molti casi. A tale scopo esistono in commercio

una vasta gamma di kit di montaggio che non richiedono particolari competenze tecniche, né attrezzature specifiche che non siano già contenute in una normale cassetta di utensili di uso domestico. Tali kit sono corredati di semplici istruzioni di montaggio di tipo passo-passo e contengono tutto il necessario.



Villetta con pannelli solari

Riscaldare le case con il sole

I pannelli solari ad aria calda

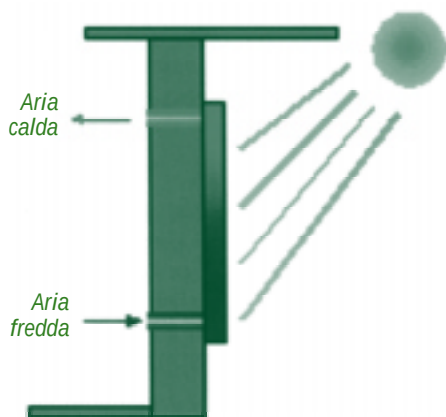
I pannelli solari possono essere efficacemente impiegati anche per integrare l'impianto di riscaldamento domestico.

Un primo sistema impiantistico prevede di usare i pannelli solari ad aria calda. Si tratta di collettori che hanno caratteristiche costruttive simili a quelle dei normali pannelli vetrati, tranne il fatto che in essi circola aria anziché acqua.

L'aria viene fatta circolare tra vetro e assorbitore o, in alcuni casi, in una intercapedine ricava-

ta tra l'assorbitore ed il fondo di poliuretano isolante, attraverso percorsi tortuosi che rallentano il flusso dell'aria per assicurarle un tempo di permanenza abbastanza lungo all'interno del pannello, affinché questa assorba meglio il calore della radiazione solare.

Questa tecnologia, integrata con un generatore termico tradizionale che entra in funzione quando l'insolazione non è sufficiente, è adatta, oltreché per il riscaldamento degli ambienti domestici, anche per essiccare prodotti alimentari.



Schema di un sistema di riscaldamento con pannello solare ad aria

I pannelli solari tradizionali

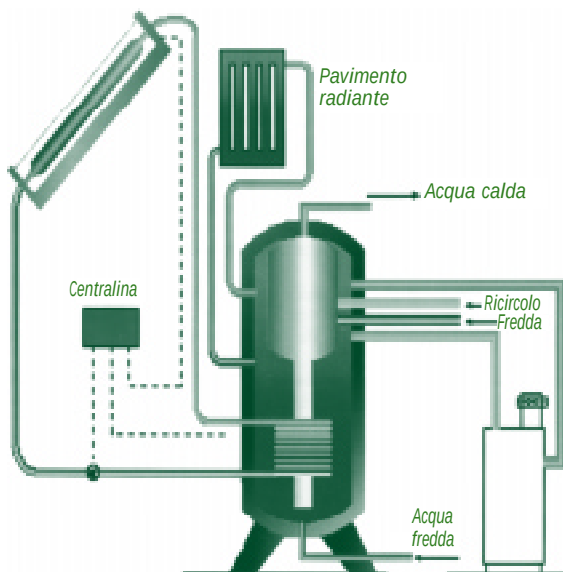
L'impiego dei pannelli solari tradizionali è conveniente soprattutto quando per il riscaldamento si utilizzano i pavimenti radianti a basse temperature. In questi casi è consigliabile impiegare pannelli solari vetrati a superfici selettive, oppure pannelli solari sottovuoto, poiché queste tecnologie consentono di raggiungere temperature elevate anche nei periodi freddi.

Le temperature di esercizio richieste dai pavimenti radianti a basse temperature sono di soli 30 – 40°C, che sono compatibili con la temperatura dell'acqua scaldata con i pannelli solari anche nei periodi invernali. Al contrario i termosifoni ed i radiatori richiedono acqua calda almeno a

50 – 60°C che, portando un elevato spreco di calore, riducono la convenienza del sistema.

Con questa nuova tecnologia l'elemento radiante viene inserito sotto il pavimento e, solitamente, è costituito da tubi in polietilene reticolato avvolti a spirale doppia contrapposta, in modo da coprire l'intera superficie del pavimento. Il pavimento radiante, grazie alle basse temperature di esercizio, alle ridotte perdite di calore ed all'apporto dell'energia solare, consente un notevole risparmio di combustibile.

Ovviamente l'impiego di questi collettori solari va sempre integrato con i tradizionali impianti termici, per assicurare in ogni circostanza il calore richiesto.



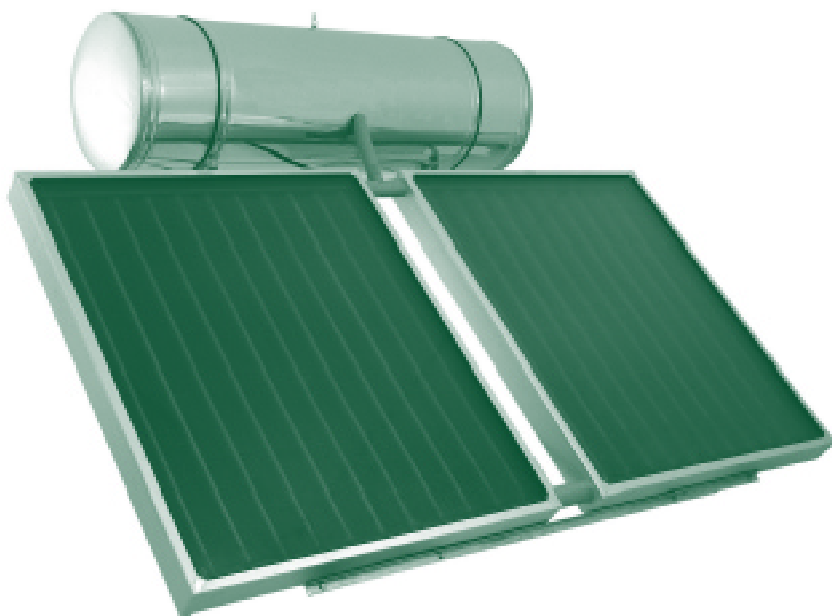
Schema di un sistema di riscaldamento a "bagnomaria" con pavimento radiante

La figura a pag. 27 illustra il sistema a “bagnomaria”. L'energia solare, attraverso il collettore, riscalda il serbatoio esterno in basso e la caldaia (a gas o a gasolio) integra il fabbisogno termico.

L'acqua calda contenuta nel serbatoio esterno alimenta i pavimenti radianti e riscalda anche un serbatoio interno in cui si trova l'acqua calda destinata agli usi sanitari.

Questo tipo di impianti necessita di adattamenti specifici per ciascuna situazione e quindi è meglio se la loro installazione è stata già prevista in sede di progettazione e di costruzione della casa.

Per avere maggiori informazioni sulle tecnologie disponibili, sulle modalità di installazione e sui costi dei sistemi solari integrati con il riscaldamento domestico, occorre rivolgersi ad imprese qualificate.



Pannelli solari e serbatoio di accumulo

La manutenzione

Impianti solari a circolazione forzata

Negli impianti solari a circolazione forzata è necessario far eseguire periodicamente la manutenzione ad imprese qualificate.

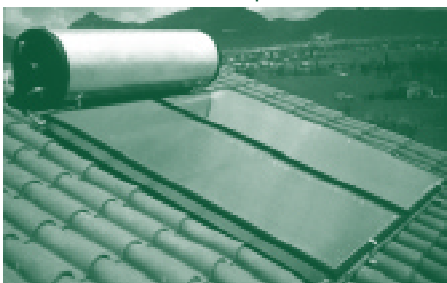
La pompa e la centralina elettronica che regola il flusso del liquido nel circuito primario devono essere sempre efficienti. Il blocco della circolazione del liquido può provocare l'ebollizione del liquido primario con danni al pannello solare, dovuti a deformazione termica. In caso di guasto alla centralina o di blocco della pompa del liquido, occorre coprire le superfici solari e chiamare il tecnico. Anche in caso di prolungate assenze, è consigliabile coprire i pannelli.



*Impianto
a circolazione forzata*

Impianti solari a circolazione naturale

Gli impianti solari a circolazione naturale sono meno soggetti a malfunzionamenti e, quindi, la manutenzione è quasi inesistente.



Impianto a circolazione naturale

Servono invece periodici controlli, che possono essere fatti direttamente dal proprietario, per verificare il corretto funzionamento dell'impianto.

Infatti il circuito primario di un sistema solare, pur essendo sigillato, è soggetto a perdite accidentali (difetti di caricamento, sfiati per sovrappressioni, allentamento dei giunti in ragione del gelo o del surriscaldamento, ecc.). In questo caso occorre rabboccare il liquido con miscela antigelo.

La circolazione naturale, pur essendo molto affidabile, non deve trovare ostacoli nel circuito. Se, ad esempio, il liquido del circuito primario dovesse diminuire per evaporazione dopo un lungo periodo di non utilizzo dell'acqua cal-

da (ferie estive), si può formare una bolla d'aria che ostruisce il circuito. In questo caso è necessario intervenire, direttamente o chiamando un tecnico, per eliminare l'ostacolo alla circolazione del liquido.

CONSIGLI PRATICI DI MANUTENZIONE

- *controllare spesso il livello del liquido antigelo del circuito primario e, in caso di perdite accidentali, rabboccarlo con una miscela di antigelo diluito in acqua (il dosaggio è scritto sulle confezioni)*
 - *in previsione di assenze prolungate è opportuno coprire i pannelli per proteggerli dai raggi solari*
 - *ispezionare i pannelli solari dopo lunghi periodi di non utilizzo e controllarne il funzionamento*
 - *cambiare totalmente il liquido antigelo dopo 5 anni*
 - *una volta all'anno pulire dalla polvere le superfici solari*
-
- *per pannelli vetrati, evitare che si formi la condensa all'interno dei pannelli facendo eventualmente praticare dei piccoli fori nella parte superiore ed inferiore del pannello medesimo*
 - *ogni 3 anni verificare l'anodo al magnesio del serbatoio*
 - *in caso di rottura accidentale del vetro del pannello occorre subito proteggere il pannello dalla pioggia con un telo trasparente, in attesa di sostituire il vetro rotto, perché la pioggia provoca un rapido e grave danneggiamento del pannello. Se non si trovasse un nuovo vetro uguale a quello preesistente, utilizzare con un vetro float da 3-4 mm, avendo cura di non serrarlo troppo nella cornice per non incorrere in rotture dovute alla dilatazione termica. All'occorrenza si può inserire del mastice al silicone per avere una tenuta soddisfacente dell'acqua piovana.*
 - *gli impianti solari a circolazione forzata devono essere controllati periodicamente (almeno una volta all'anno) da una impresa specializzata che esegua gli interventi di manutenzione necessari*

L'utilizzo dei pannelli solari per le utenze stagionali

Acqua calda nella bella stagione

L'utilizzo dei pannelli solari per le utenze stagionali è particolarmente conveniente. Si intendono stagionali tutte quelle utenze che richiedono acqua calda soltanto durante la bella stagione (da maggio a settembre).

In tali situazioni è possibile adottare pannelli solari molto particolari, realizzati in materiale plastico (i migliori sono in polipropilene). Essi sono formati da tubicini a sezione circolare, con un diametro di circa 5 mm. L'acqua viene fatta circolare all'interno di questi tubi e si riscalda grazie all'azione del sole.

Questi tubicini possono essere indipendenti o collegati tra loro da una membrana plastica. La seconda soluzione conferisce maggiore compattezza al sistema, ma è sconsigliata nelle zone ventose a causa del-

l'"effetto vela"; la soluzione a tubi indipendenti rende il pannello solare pressoché insensibile all'azione aerodinamica del vento e permette un serraggio più facile.

I pannelli in polipropilene possono essere realizzati in corpo unico direttamente in fabbrica con un notevole risparmio per l'installazione. Inoltre sopportano pressioni considerevoli (sino a 6 atm). Questi tipi di impianti sono adatti al riscaldamento dell'acqua delle piscine estive e alla produzione di acqua calda sanitaria presso stabilimenti balneari e camping. L'uso stagionale permette di utilizzare direttamente acqua normale priva di antigelo: occorre però provvedere al suo svuotamento prima dell'inverno.

IL RISPARMIO PER LE UTENZE STAGIONALI

- *Il costo degli impianti per le utenze stagionali, realizzati con pannelli solari in materiale plastico, è particolarmente contenuto.*
- *Tenendo conto del risparmio che si ottiene rispetto all'acqua calda prodotta con altri combustibili, il costo dell'investimento può essere ripagato in 2 -3 anni.*

Docce calde nei camping e negli stabilimenti balneari

La fornitura di acqua calda per le docce nei camping e negli stabilimenti balneari è un servizio sempre più richiesto e che qualifica queste strutture. L'elevato fabbisogno di acqua calda rende conveniente l'investimento in pannelli solari di materiale plastico, dal costo particolarmente contenuto.

L'impianto da installare per produrre l'acqua calda necessaria per le docce nei camping e negli stabilimenti balneari è composto da un sistema solare a circolazione forzata e da un serbatoio di accumulo. L'acqua fredda viene inviata all'interno dei pannelli, riscaldata e accumulata nel serbatoio, pronta per essere usata.

Docce calde senza serbatoio

La richiesta di acqua calda per docce libere da spiaggia può essere soddisfatta anche con pannelli solari in materiale plastico senza serbatoio.

L'acqua passa attraverso i pannelli solari, dotati di misce-

latore termostatico e raggiunge direttamente le docce. Questo tipo di impianto è consigliato per le docce calde a bordo piscina e per quelle degli stabilimenti balneari, che si presume siano utilizzate pressoché esclusivamente nelle giornate di sole.

Pannelli solari per le utenze stagionali



Docce libere da spiaggia riscaldate con pannelli senza serbatoio

Piscine estive scoperte

L'impiego dell'energia solare consente di ampliare di circa 3 mesi l'utilizzo di una piscina scoperta, rispetto al tradizionale periodo estivo, semplicemente facendo ricircolare l'acqua della vasca attraverso i collettori solari.

L'esigenza del riscaldamento è particolarmente sentita per le piscine ubicate in collina o in montagna, ove il raffreddamento notturno dell'acqua è maggiore.

E' consigliabile utilizzare pannelli solari in materiale plastico, perché meno costosi e di facile installazione. Tali pan-

nelli consentono di mantenere la temperatura dell'acqua nell'ordine di 28°-30°C, sufficienti per una piscina estiva.

L'acqua della piscina, pur essendo ricca di cloro (sostanza chimica aggressiva per il metallo) può essere fatta passare all'interno del pannello in materiale plastico senza alcun danno per l'impianto. Questo semplice sistema solare può essere facilmente collegato al sistema di filtraggio della piscina. L'aggiunta di uno scambiatore di calore e di una caldaia, consente di integrare eventualmente il fabbisogno termico.



Piscina scoperta riscaldata con il termosolare

È conveniente installare i pannelli solari?

**Da 500 a 700 mila lire l'anno
il risparmio della famiglia**

La giustificazione razionale di un impianto solare deriva da considerazioni economiche ed ecologiche.

Il minor inquinamento dell'ambiente ed il risparmio energetico che si ottiene utilizzando l'energia solare rappresentano vantaggi per tutta la collettività, la cui valutazione è lasciata alla sensibilità individuale di ciascuno.

Riguardo la convenienza economica, occorre determinare anzitutto il tempo di recupero dell'investimento che si ritiene possa giustificare l'installazione di un sistema solare.

Un modo indicativo, ma abbastanza preciso, per calcolare gli anni necessari a recuperare l'investimento è quello di dividere la spesa sostenuta per il risparmio massimo annuo (in lire) conseguibile attraverso la produzione di acqua calda sanitaria con l'energia solare. In questo modo si ot-

tiene il numero di anni che saranno necessari per recuperare i soldi spesi nell'investimento.

Il risparmio, oltre che dipendere dalla situazione climatica del luogo, è legato al costo dell'energia sostituita e varia in ragione:

- del tipo di energia utilizzato (elettricità, gas metano, gasolio, carbone);
- del prezzo dei combustibili.

Prendiamo ad esempio il caso in cui i pannelli solari sostituiscano la produzione di acqua calda di uno scaldabagno elettrico e immaginiamo una famiglia di 4 persone. Il consumo medio di acqua calda è stimato in 200/250 litri al giorno. Per mantenere costantemente l'acqua ad una temperatura di 40°C, in un sistema con una efficienza media si consumano circa 2.800/3.500 kWh l'anno. Poiché una famiglia di 4 persone posiziona il proprio consumo massimo di elettricità nell'ultimo scaglione tariffario, il costo di ogni kWh è di circa 350 lire. La spesa in energia

elettrica sarà quindi di oltre un milione di lire l'anno.

Nel caso in cui il fabbisogno di acqua calda sia soddisfatto con una caldaia a gas, la spesa complessiva sarà attorno alle 750.000 lire l'anno.

Se la nostra famiglia installa un sistema solare, potrà coprire con esso mediamente il 70% del suo fabbisogno di acqua calda.

Si può quindi prudentemente affermare che il risparmio effettivo oscilla fra le 500 e le 700.000 lire l'anno.

Cinque anni sono un ragionevole periodo per recuperare il costo dell'investimento. In tale periodo si potranno ammortizzare 2,5-3,5 milioni di lire, che generalmente sono sufficienti per installare un

sistema solare termico adeguato ad una famiglia di 4 persone.

Bisogna altresì ricordare che uno scaldabagno tradizionale (elettrico o a metano) non si ripaga mai, perché il costo della bolletta c'è sempre, mentre l'energia solare, dopo aver recuperato i soldi spesi, non costa nulla.

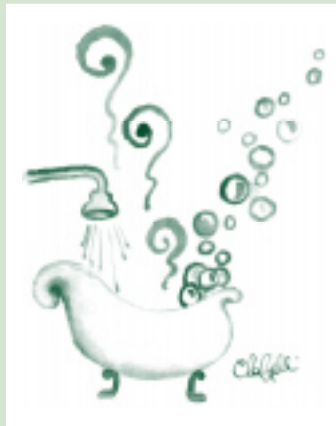
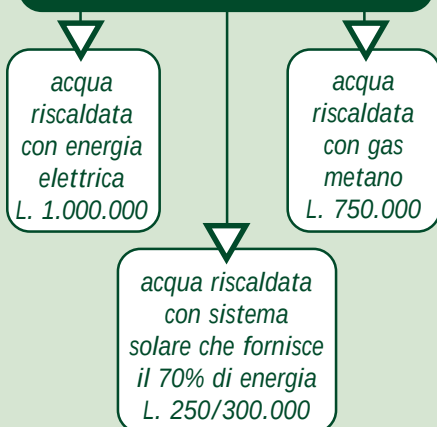
Per le seconde case al mare, con ottima insolazione e tariffa elettrica più cara, l'impianto solare è ancora più conveniente.

E' utile ricordare infine che un impianto ad energia solare più è utilizzato, più è conveniente. Se invece il consumo di acqua calda è molto basso, allora è più conveniente un piccolo scaldabagno elettrico o a gas.

IL CONSUMO DI ACQUA CALDA DI UNA FAMIGLIA DI 4 PERSONE

Una famiglia di 4 persone consuma in media 50÷60 litri di acqua calda al giorno per persona, per un totale di 80÷100 mila litri l'anno.

Quanto si spende in un anno?



Il risparmio annuo oscilla tra 500 e 700 mila lire, ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 2,5-3,5 milioni di lire. Le agevolazioni statali consentono di detrarre dalle tasse il 36% delle spese di acquisto e di installazione e hanno ridotto l'IVA al 10%.

Ripagato il costo dell'investimento si disporrà di acqua calda gratuita ed ecologica.

È conveniente installare i pannelli solari?

Gli incentivi fiscali

IVA ridotta al 10%

Detrazioni fiscali fino al 36%

La legge Finanziaria 2000, n.488/99, ha stabilito che per tutto l'anno 2000 viene ridotta dal 20 al 10% l'aliquota IVA che grava sulle spese di ristrutturazione edilizia delle case. L'agevolazione si applica anche alle spese sostenute per l'acquisto e l'installazione di pannelli solari e di moduli fotovoltaici nelle case di abitazione.

La stessa legge prevede inoltre la possibilità di detrarre il 36% di tali spese dall'importo lordo dell'IRPEF. La detrazione è calcolata sulle spese sostenute ed effettivamente rimaste a carico del richiedente per tutti gli interventi di riqualificazione o di ristrutturazione del proprio condominio o della propria abitazione, ivi compresi quelli che portano a conseguire risparmi di energia. Quindi chi installa pannelli solari o moduli fotovoltaici rientra a pieno titolo tra coloro che possono beneficiare della detrazione fiscale.

La detrazione è consentita fino ad un massimo di 150 milioni pagati nell'anno 2000. Se il soggetto beneficiario è una persona fisica, la detrazione del 41% si applica a tutta la cifra pagata, IVA compresa.

Possono essere soggetti beneficiari dell'incentivo fiscale non solo i proprietari dell'unità immobiliare, ma anche gli inquilini, gli usufruttuari e tutti coloro che hanno il diritto al possesso della casa. In caso di condomini, il beneficio della detrazione è esteso ad ogni condomino che ne fa parte.

A partire dalla dichiarazione dei redditi del 2001 e per altri 4 o 9 anni, il 36% dell'importo complessivo pagato, può essere compensato con l'ammontare dell'IRPEF. In pratica, l'importo detraibile (36% della spesa) può essere suddiviso in 5 o 10 anni, in relazione alla capienza fiscale di ciascuno, ed il corrispettivo conseguente può essere detratto annualmente dall'IRPEF lorda da pagare.

IMPORTANTE:

- *Occorre dare preventivamente al Comune la comunicazione dei lavori da eseguire*
- *La legge scade il 31 dicembre 2000. Da molte parti, compreso Adiconsum, è stato chiesto al Governo una proroga anche per gli anni successivi al 2000.*

I pannelli solari sono obbligatori per gli edifici pubblici

La legge 10/91 dispone che negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia salvo impedimenti di natura tecnica o economica.

Il relativo Regolamento di attuazione, il DPR 412/ 93 (art. 5 comma 16), stabilisce

inoltre che, per gli impianti di produzione di energia di nuova installazione o da ristrutturare, il limite di convenienza economica che determina l'obbligo del ricorso alle fonti rinnovabili di energia, è determinato dal recupero entro un periodo di otto/dieci anni dei maggiori costi dell'impianto che utilizza le fonti rinnovabili rispetto ad un impianto convenzionale.



Batteria di collettori solari sul tetto di un ospedale

Pochissimi sistemi solari sono stati installati sugli edifici pubblici.

La legge che ne prevede l'installazione è largamente inapplicata da parte dello Stato

I consigli dell'esperto

- *Prima di decidere l'acquisto di un sistema solare è conveniente chiedere il preventivo di spesa (comprensivo del costo dell'installazione) a più di un'impresa qualificata del settore. Richiedere anche il materiale informativo delle attrezzature da installare, per una migliore valutazione del rapporto costi/qualità*
- *Gli indirizzi delle imprese operanti in Italia sono riportati nella presente guida, ma possono anche essere reperiti sulle Pagine gialle (o sulle Pagine utili) alla voce Energia solare*
- *Controllare bene la spesa degli ultimi mesi delle bollette dell'energia elettrica e del gas metano per poter quantificare esattamente il proprio fabbisogno di acqua calda sanitaria ed il risparmio conseguibile con l'installazione dei pannelli solari*
- *Occorre sempre privilegiare la semplicità impiantistica e sistemare l'impianto in luoghi facilmente accessibili ai controlli ed alle operazioni di manutenzione*
- *E' bene assistere all'installazione per essere in grado di risolvere direttamente i problemi più semplici e risparmiare sui costi*
- *Nelle zone a clima rigido e nelle situazioni in cui si pensa di utilizzare il sistema solare per tutto l'anno, è bene installare un sistema di buona qualità. Nelle zone marine, ovvero nelle seconde case estive, si può anche installare un sistema meno costoso*
- *La distanza del pannello dal punto di utilizzo dell'acqua calda deve essere la minore possibile, per ridurre le perdite termiche nei tubi di collegamento, che comunque vanno accuratamente coibentati*
- *Se l'installazione è fatta da inquilini non proprietari, conviene scegliere un sistema compatto che potrà in futuro essere trasferito in un'altra abitazione*
- *Prima di far eseguire i lavori concordare per iscritto i costi complessivi ed i tempi di installazione. Al termine dei lavori richiedere la regolare fattura.*
- *Farsi lasciare dall'installatore del liquido antigelo per poter provvedere ad eventuali rabbocchi del circuito primario*
- *Annotare gli indirizzi dei produttori dei materiali installati per essere in grado di reperire sempre eventuali pezzi di ricambio*
- *In caso di cattivo funzionamento rivolgersi sempre all'impresa che ha installato l'impianto*
- *La maggioranza necessaria per installare i pannelli solari su di un condominio è di 501 millesimi*

Indirizzi delle principali aziende produttrici e distributrici di pannelli solari

ACCOMANDITA - TSE srl

Strada San Giuseppe, 19

43039 SALSOMAGGIORE TERME (PR)

Tel 0524.523668 - Fax 0524.522146

E-mail: accomandita@polaris.it

Internet: <http://www.accomandita.com>

Filiali:

- 20141 MILANO - Via Medeghino, 3 Tel 02.89500642 - Fax 02.8467734
- 00131 ROMA - Via Pietraferazzana, 22 Tel 06.4131354 - Fax 06.4131054
- 39040 BOLZANO - Cortaccia - Via Adige, 3 Tel 0471.818176 - Fax 0471.818175
- 33010 UDINE - Faleto Umberto - Via Buonarroti, 30 Tel 0432.574270 - Fax 0432.574287
- 16121 GENOVA - Piazza della Vittoria, 11 int. 16/A - Tel. 010.588565 - Fax 010.589356

Agenzie Principali:

- ECOTEAM sas - Via Scarlatti, 110/E - 80127 NAPOLI - Tel 081.5569294 - Fax 081.57833051
- IDROSOLART - P.za S. Pietro, 2 - 05100 TERNI - Tel 0744.407688 - Fax 0744.406939
- Carmelo PANSERA - Via Argine, 7 - 89038 PALIZZI MARINA (RC) - Tel 0965.763506 - Fax 0965.763833
- GIANFRANCO PIGA - Via Oriani, 23/A - 07100 SASSARI - Tel 079.280428 - Fax 079.274550
- Mario PECORAINO - Via Costantino Nigra, 5 - 90141 PALERMO - Tel. 091.407038 - Fax 091.220266

ALTERNATIVE ENERGETICHE F.lli Montixi

Strada Gruì

09037 SAN GAVINO MONREALE (CA)

Tel. 070.9337430/38 - Fax 070.9376335

E-mail: alteren@tiscalinet.it

Internet: <http://ipaginegialle.it/alteren>

ASSOLTERM - Associazione Italiana Solare Termico

Via Anglona, 9

00183 ROMA

Presidente Sergio De Alessandris

Segreteria della presidenza

Corso Matteotti, 64

73040 ACQUARICA DELCAPO - LECCE

Tel/Fax 0833 730796

E-mail: assolterm@tiscalinet.it

ATI di Mariani & C. snc

Via E. Mattei, 461

47023 CESENA (FO)

Tel. 0547 334134 - Fax 0547 600200

E-mail: atinfo@ati-mariani.com

Internet: <http://www.ati-mariani.com>

Responsabili di zona:

- Sig. PARA Loris - Cell. 0335 64128670 - Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia
- Sig. MAZZOTTI Liviero - Cell. 0335 6412869 - Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige
- Sig. CECCOLINI Fabrizio - Cell. 0335 6412868 - Toscana Umbria, Lazio
- Sig. FABBRI Mario - Cell. 0335 6412872 - Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

CIT METALMECCANICA

Via Ancora, 1 zona artigianale

47040 TORRE PEDRERA (FO)

Tel e Fax 0541-623665

Distribuzione diretta sul territorio nazionale.

CHROMAGEN ITALIA srl

Via dell'Artigianato, 58

37060 CASELLE DI SOMMACAMPAGNA (VR)

Tel. 045 8581735 - Fax 045 8580998

E-mail: chromit@tin.it

CS COSTRUZIONI SOLARI srl

Via XXIV Maggio

73020 CAVALLINO (LE)

Tel 0832 612626 - Fax 0832 611205

E-mail: csolari@webitalia.it

Internet: www.costruzionisolari.it

Agenti:

Liguria

- CO.RA. I. SpA - Via Tagliolini, 26/C - 16152 GENOVA - Tel. 010 659401 Fax 010 6594040 - Email: corai@corai.it Internet: www.corai.it

Veneto-Friuli

- PICCININ WALTER - Viale Trieste, 15 - 33170 PORDENONE - Tel. 0434.591093 - Cell. 0336.580831

Lazio

- ASSICALOR Srl - Via dei Lampugnani 2 - 00164 ROMA - Tel. 06 66167881 Fax 06 66166262
- SERAFINI SERGIO - Viale Tito Labieno, 83 - ROMA - Tel. 06 7100070 - Cell 0329 4169400 - E-mail: trinchit@tin.it

Molise

- MONTESANTO srl - Via Europa, 2 - Km 546 - 86039 TERMOLI - Tel. 0875.82695

Campania

- ECOTECNO sas - Via S.Nicola alla Dogana, 15 - 80100 NAPOLI - Tel. 081.5227430 - Cell. 0336.844208

Sicilia

- FAR THERMOMARKET srl - Via Tommaso Gargallo, 26 - 90143 PALERMO - Tel. 091.6258910 - Cell. 0337.208608

- VIRGA Dott. ROBERTO – Via Principe Umberto, 99 90047 PARTINICO - Tel/Fax 091 6809279 – Cell. 0368 3448904 – E-mail: robertovirga@abicom.it

Sardegna

- NUOVA F.R.C.I. srl – S.P. 54 Km 1,200 Svincolo Rimedio – 09170 ORISTANO - Tel. 070.500123
- MICHELETTI srl – SS 125 – Km 313 – 07026 OLBIA – Tel. 0789.69390-1-2-3-4

Abruzzo

- ITALENERGY snc – Via L. De Crecchio,12 – 66034 LANCIANO - Cell. 0347 1143306 – 0360 659273 - Tel/Fax 0872 716302 – E-mail: cinsard@tin.it

Puglia

- CMM MONTENEGRO srl – Via Tratturo Camporeale km.1 – 71100 FOGGIA - Tel 0881 616400 Fax 0881 619767
- COSMOGAS srl – Via L. da Vinci, 16 47014 MELDOLA (FO) - Tel 0543 4988383 Fax 0543 498393

DEA srl

Distribuzione Energie Alternative

Via Anita Garibaldi, 22

04010 GIULIANELLO DI CORI (LT)

Tel e Fax 06.9665265

E-mail: deasrl@tiscalinet.it

Internet: <http://www.deasrl.it>

Sedi Commerciali:

TERNI - Via del Convento, 32 - Tel. 0744.812409

LISSONE (MI) – Via Aliprandi 24 – Tel. 039.2455720

ECO SOL di Armando De Dominicis

Viale Africa, 1 3

95100 CATANIA

Tel 095.530832

ECO SOLAR SYSTEM srl

Via Vicenza 33

73014 GALLIPOLI (LE)

Tel e Fax 0833.273409

E-mail: ecosolar@mail4.clio.it

Internet: <http://www.medeaclio.it/ecosolar>

Vendita diretta in fabbrica

ELIOTRON snc

Via Soldato G. D'Alessandro

92025 CASTELTERMINI (AG)

Tel 0922 911502 - Fax 0922 913047

E-mail: eliotron@mail.mercurynet.it

ENERTEC di Stefano Griffa

Energie alternative e prodotti a risparmio energetico

Corso Milano, 29

14100 ASTI

Tel. 0141.530084 - Fax 0141.437952

FINTERM

Corso Allamano, 11

10095 GRUGLIASCO (TO)

Tel. 011 40221 - Fax 011 780405

E-mail: finterm@rivarolo.alpcom.it

F.Ili FEA snc

Via Saluzzo, 49/55

12030 SCARNAFIGI (CN)

Tel. 0175 74134 - Fax 0175 74639

E-mail: filifea@tin.it

Agenti e Rivenditori

- LAZIO – Ing. Fabio LEONI – Tel 06.769662435
- CAMPANIA – Soc. ERRETI srl Tel. 0825.403022
- CAMPANIA – Soc. OERRE – Tel. 081.7520954
- ABRUZZO – Ing. Antonio SCUTTI – Tel 0872.898020
- TOSCANA – Soc. IMPAT – Tel. 0584.92374
- BASILICATA – Ing. S. DECHIARA – Tel. 0975.64181
- PUGLIA – Ing. A. RENNA – Tel. 080.5306161
- CALABRIA – Ing. A. NANIA – Tel. 0961.747318
- CALABRIA – Soc. RUOPPOLO – Tel. 0961.753662
- SICILIA – METODO Ing. BELLISTRI – Tel. 0931.971412

G.E.I.E. SOLARTERMIA

Gruppo Europeo per il solare termico

Strada S. Giuseppe,19

43019 SALSOMAGGIORE TERME (PA)

Tel. 0524.523668 - Fax 0524.522145

e-mail: lorenz@computermax.it

IDALTERMO srl

Via XX Settembre, 105

73040 ACQUARICA DEL CAPO (LE)

Tel. 0833 730040 - Fax 0833 721699

E-mail: idaltermo@idaltermo.it

Internet: <http://www.idaltermo.it>

IDROSISTEMI s.r.l.

Via Palladio,7

31020 SAN FIOR (TV)

Tel. 00438.402430 - Fax 0438.402426

ING. GIORGIO PICCINETTI

Sistemi Energia Solare

Via Appia Nuova, 669

00179 ROMA

Tel e Fax 06-7811759 – Cell. 0337-802536

E-mail : g.piccinetti@agora.stm.it

Internet: <http://www.agora.stm.it/G.Piccinetti/>

Distributori:

- Piemonte – Torino - Tel. 0124.29924
- Liguria - Tel.0585.791085
- Lombardia – Milano - Tel.02.26140202
- Toscana – Firenze - Tel. 055.6594456
- Umbria – Terni - Tel. 0744.242428
- Marche – Pesaro - Tel. 0337.802536
- Lazio – Roma - Tel. 06.7811759
- Lazio - Latina - Tel. 0773.764191
- Abruzzo – Pescara - Tel 085.693589
- Molise – Isernia - Tel 0335.8116806
- Campania – Napoli - Tel 081.7752293
- Calabria – Catanzaro - Tel 0967.25347
- Sicilia – Messina - Tel 090.9224096
- Puglia – Lecce - Tel 0833.581428
- Sardegna – Cagliari - Tel 070.9337430

JANUS ENERGY srl
Via A. Merloni, 1
60044 FABRIANO (AN)
Tel 0732 625722 - Fax 0732 628680
E-mail: janus.energy@pasadena.it

Distributori:

- I ROPA CENTER srl : Via Galeazzo, 71-40132 Bologna Tel 051-561554 Fax 051-569754
- CIT Metalmeccanica snc: Via Ancora, 1- 47040 Torre Pedrera (RN) Tel 0541-720854
- IMETER spa : Via Pontelungo, 81 Ancona Tel 071-2861800 - Fax 071-8047017
- LEAR srl – Via degli Scipioni – 00192 ROMA – Tel. 06.3608041 Fax 06.3204859
- 2 EMME ROMA – Via G. Angelini 13 – ROMA - Tel. e Fax 06.5565561
- SUNERG di Lauri – Loc. Promano – CITTA DI CASTELLO (PG) – Tel. e Fax 075.854327
- GAMA BEACH – Via dei Marmi 70 - VIAREGGIO (LU) – Tel. e Fax 0584 388886
- TECNOSOLAR srl – Via A. Maucci 10 – CASAVATORE (NA) - Tel. e Fax 081 7364704
- S.E. PROJECT – Via Postumia 21 – CARMIGNANO DI BRENTA (PD) – Tel/Fax 049 5957787

JAQUES GIORDANO INDUSTRIES
Z. I les Paludes, 529 Avenue de la Fleuride
13685 AUBAGNE (Francia)
Tel 00.33.4.42845807 - Fax 00.33.4.42.700870
Ufficio per l'Italia:

Via Aurelia Lato Pisa, 224 – 19038 SARZANA (SP)
Referente: Ing. Mattia Pizzamiglio - Cell: 0329 4588135
Tel. 0187 673224/673225 - Fax: 0187 673375
e-mail: giordanoitalia@libero.it
internet: http://www.giordano-industries.com

L'ALBA

Via Aurelia Lato Pisa, 224
19038 SARZANA (LA SPEZIA)
Tel. 0187 673224/673225 - Fax: 0187 673375
e-mail: lalba@libero.it
internet: http://www.paginegialle.it/lalba

MABRE srl

Via Pontina Km. 105
TERRACINA (LT)
Tel 0773 764480 - Fax 0773 764642
E-mail: mabre@speednet.it

MALTEZOS s.a.

51, Amphitheas Av.
GR 175 64 P. FALIRO (Grecia)
Tel. 0030 -1-9302015/8 - Fax 0030-1-9302019
Telex: 223499 MALT GR

Distributori Italiani:

- DEA srl - Distribuzione Energie Alternative - Via Anita Garibaldi, 22 - 04010 GIULIANELLO DI CORI (LT) - Tel e Fax 06.9665265 - E-mail: dea@first.it - Internet: http://www.first.it

- ECO SOL di Armando De Dominicis - Viale Africa, 13 - 95100 CATANIA - Tel 095.530832

OMNIATECNO snc

Viale Manzoni, 48
00052 CERVETERI (RM)
Tel. e Fax 06.9951029
E-mail: omniattec@edl.it
Internet: http://www.edl.it/omniattecno/

PANSOLAR

Via Mare 251
73059 UGENTO (LE)
Tel e Fax 0833.554040
E-Mail: Pansolar@mail.clio.it

POLO

Via U. Muccini 18
19038 SARZANA
Tel. 0187.673224/5 - Fax 0187.673375
E-mail: iespolo@tin.it

ROSSI Impianti Solari

Via delle Ville 382
55100 S. MARCO - LUCCA
Tel. 0583 91373 - Fax 0583 48408
E-mail: rossi@cin.it
Internet: http://www.cin.it/r.solari

SASSO S.N.C.

Via F. Cavallotti, 17/bis
12100 CUNEO
Tel/Fax 0171 692 086
E-mail: sasso@envipark.com
Internet: www.envipark.com

SETTE SOLI sas

Via Angelo Blasi 32
06128 PERUGIA
Tel. 075.5052964 - Fax 075.5055808
e-mail: settesoli@tin.it

SILE S.p.a

Via Principale, 39
31030 TREVISO
Tel 0422.670070 - Fax 0422.340425
E-mail: infosile@sile.it
Internet: http://www.sile.it

Agenti:

- R.T.I.R snc (Piemonte, Val D'aosta): Via Cavour, 42/A - 13052 Gaglianico (VC) Tel 015-2544394 Fax 015-2544374
- F.lli LUTI snc (Lombardia): Via Barona, 33 - 20142 Milano Tel 02-89120049 Fax 02-8136907
- CHIZZALI CESARE (Trentino Alto Adige): Via del Vigneto, 19 - 39100 Bolzano
- TECNOClima sas (Friuli Venezia G.): Via Tavagnacco, 98 - 33100 Udine Tel 0432-545425 Fax 0432-42077

- **CROSA & CANI** (Liguria): C.so De Stefanis, 145/R — 16139 Genova Tel 010-881197 Fax 010-8393247
- **BELLINI MAURIZIO** (Romagna): Via Flaminia, 89 - 47037 Rimini (FO) Tel 0541-383112 Fax 0541-385312
- **L.G. RAPPRESENTANZE srl** (Lazio): Via Fosso di Settebagni, 10 - 00138 Roma Tel 06-8889821 Fax 06-8889615
- **TRAINA M. ALBERTO** (Sicilia): Via Messina, 580 - 95126 Catania Tel 095-494028 Fax 095-498178

SIREN

Via Montano 11
86072 CERRO AL VOLTURNO
Tel. 0335.8116806
E-mail: corinto@ntt.it

SOLAR MAGIC

Via G. Garibaldi, 136
S.Giustino
PERUGIA
Tel e Fax 075.8569574

SOLAR SYSTEM Srl

Via Kennedy 68
33038 S. DANIELE DEL FRIULI (UD)
Tel. 0432 941208 - Fax 0432 957294
E-mail: supersol@tin.it

SOLARES di Ing. L. LA SPADA

Via F. Lattanzio, 53
70126 BARI
Tel. 080 5542267 - Fax 080 5589323

STAES srl

Largo dell'Olgiate, 15 - Isola 76\B
00123 ROMA
Tel 06.30880198 - Fax 06.30888376
E-mail: staes@mcLink.it

SUNERG di Lauri Luciano

Località Promano, 29
06012 CITTÀ DI CASTELLO (PG)
Tel e Fax 075-854327
E-Mail sunerg@lineanet.net
Internet: <http://www.avt.krenet.it/sunerg/>

TECNOSOLAR

C.da Padula Inferiore, 41
87040 S: PIETRO IN GUARANO (CS)
Tel. e Fax 0984.442880 Cell. 0368.3794111
E-mail: tecnosol@tin.it

THERMOMAX ITALIANA srl

Via Santa Vecchia 71/a
23868 VALMADRERA (Lecco)
Tel. 0341.551855 - Fax 0341.551854
E-mail: heatpipe@tin.it

L'energia elettrica fotovoltaica

Che cos'è

La parola fotovoltaico deriva da Photo = luce e voltaico = elettricità (da A. Volta inventore della pila elettrica), e significa elettricità prodotta attraverso la luce. L'effetto fotovoltaico si basa sulla capacità di alcuni semiconduttori opportunamente trattati (come il silicio) di generare direttamente energia elettrica quando vengono esposti alla radiazione solare.

La scoperta della possibilità di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica risale al secolo scorso, ma la

sua applicazione commerciale è del 1954 quando, nei laboratori Bell, un gruppo di ricercatori riuscì a realizzare una "giunzione planare" su un monocristallo di silicio, producendo il capostipite delle attuali celle fotovoltaiche.

Con la tecnologia fotovoltaica, la conversione della radiazione solare in energia elettrica avviene nella cella fotovoltaica. Per la fabbricazione delle celle possono essere utilizzati vari materiali, ma ad oggi il più usato è il silicio.

Come funziona la cella fotovoltaica

La cella fotovoltaica è l'elemento base del processo di trasformazione della radiazione solare in energia elettrica.

La luce è composta da particelle, i fotoni, che trasportano energia. Quando un fotone viene assorbito da opportuni materiali, detti semiconduttori, può liberare un elettrone. L'elettrone, una volta libero lascia dietro di sé una carica positiva libera detta lacuna. L'elettrone e la lacuna sono disponibili per la conduzione di elettricità.

Per generare la corrente elettrica è necessaria una differenza di potenziale che faccia muovere le cariche elettriche in direzioni opposte. Questa differenza di potenziale è creata introducendo all'interno del materiale semiconduttore (generalmente silicio), delle piccole quantità di impurezze.

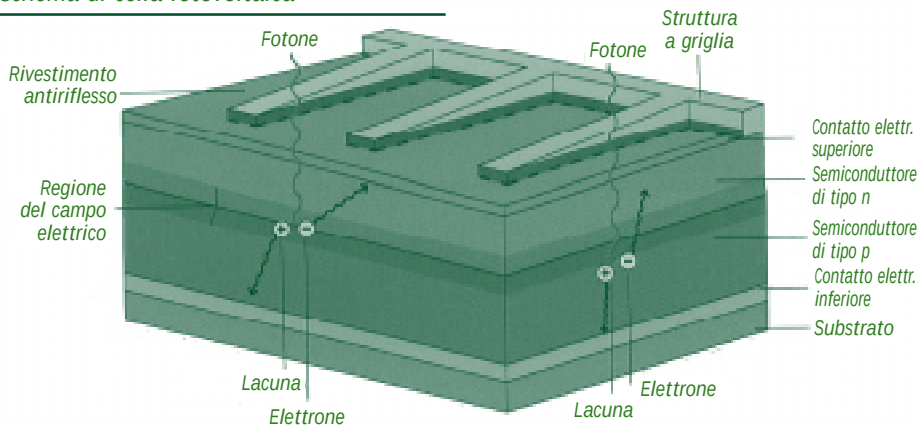
La cella è costituita da una sottile fetta di silicio cristallino (monocristallino o policristallino)

dello spessore di circa 0,3 mm.

Quando un fotone con sufficiente energia colpisce la cella, c'è la generazione di una coppia elettrone-lacuna. Il campo elettrico presente nel materiale spinge l'elettrone verso lo strato di "tipo n" e verrà

raccolto dall'elettrodo superiore a forma di griglia (in modo da consentire il passaggio della luce) posto nella faccia della cella esposta alla luce. La lacuna sarà spinta verso lo strato di "tipo p" e quindi sarà raccolta dall'elettrodo inferiore.

Schema di cella fotovoltaica



Tanto maggiore sarà la quantità di fotoni che colpiscono la cella, più elevata sarà la quantità di corrente in uscita ai morsetti della cella.

Una cella fotovoltaica tipo è equivalente ad una pila in grado di erogare una corrente di circa $2,5 \pm 3,0$ A (corrispondente ad una densità di corrente di 25 ± 30 mA/cm²) ad una tensione di circa 0,5V. La potenza generata da una singola cella è pari a $1,25 \pm 1,5$ W, ottenuta per conversione diretta

dell'energia solare. Dato che la potenza luminosa incidente su una superficie di 100cm² è di 10W, l'efficienza di conversione si aggira mediamente attorno al 12,5% $\pm$ 15%.

Le innovazioni di prodotto e di processo introdotte in questi ultimi anni hanno permesso la creazione di celle con caratteristiche elettriche superiori rispetto a quelle di qualche anno fa. In commercio si possono trovare celle che riescono ad erogare una corrente di oltre 5A ad una tensione di 0,5V a parità di efficienza di conversione con superfici attorno ai 180cm².

La cella fotovoltaica è fatta da un wafer di silicio di forma quadrata, con circa 10 cm di lato e dello spessore di circa mezzo millimetro, che quando è esposta alla luce solare converte direttamente la luce solare in energia elettrica.

Ogni cella è in grado di produrre circa 1,1/1,4 Wp di energia elettrica, alla tensione di 0,5 Volt (2,5 ampere), con un rendimento del 12 - 14%.

La costruzione delle celle

La cella fotovoltaica è l'unità elementare per la costruzione dei moduli fotovoltaici. Il materiale attualmente più conveniente è il silicio, impiegato nelle sue tre forme: monocristallino, policristallino e amorfo. In tutti e tre i casi si utilizza il silicio grezzo purificato.

Per ottenere i wafer in silicio monocristallino si parte da un bagno fuso di silicio puro. In questo bagno viene immerso un seme di silicio monocristallino, che ha una struttura cristallina ordinata. Quello che si ottiene alla fine del processo è un cilindro lungo anche 2 metri di silicio monocristallino. Si procede poi con il taglio mediante seghe a filo, in modo da ottenere i wafer veri e propri. I wafer devono essere successivamente squadrati in modo da permettere una adeguata copertura della superficie del modulo.

Il procedimento industriale che porta alla formazione dei wafer di silicio policristallino è di più recente concezione. Si parte sempre da un bagno fuso di silicio purificato il quale viene fatto raffreddare in lingotti (parallelepipedi). Gli atomi in questo caso non hanno una dire-

zione preferenziale di crescita, quindi si disporranno in modo casuale all'interno della struttura cristallina. Durante la fase di solidificazione nell'interfaccia fra un grano e l'altro vengono a depositarsi delle impurità che ostacolano il flusso della corrente, diminuendone l'efficienza di conversione fotovoltaica. Dopo il taglio si ottengono wafer di forma quadrata.

I moduli in silicio amorfo si ottengono mediante deposizione di uno strato di silicio dello spessore di 400-500 nm a partire da un gas a base di silicio (Silano o suoi derivati) su una lastra di vetro che funge da supporto. Il procedimento è chiamato "scarica a bagliore". Con unico passaggio si possono ottenere moduli con superfici anche di 1 m², evitando quindi le costose fasi di crescita del lingotto, taglio e saldatura dei wafer caratteristici dei procedimenti precedenti. Le celle in silicio amorfo però, una volta esposte al sole, subiscono un brusco decadimento dell'efficienza nel tempo. Questo problema ne preclude, attualmente, il loro impiego nel campo delle piccole, medie e grandi potenze.

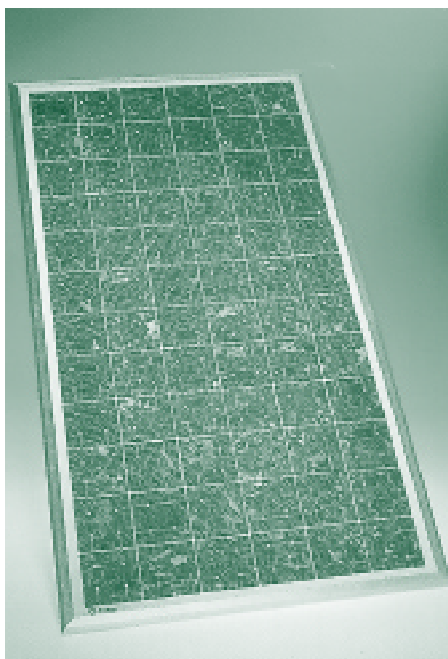
La tabella evidenzia come, allo stato attuale dell'evoluzione tecnologica, le celle costruite con silicio monocristallino siano le più efficienti e quindi quelle maggiormente utilizzate a livello mondiale.

Tipo di Silicio	Potenza per unità di area	Efficienza	% produzione mondiale	Forma celle
Monocristallino	0,12 ÷ 0,13 W/cm ²	14÷16%	65%	tonde
Policristallino	0,1 W/cm ²	13÷14%	20÷25%	quadre
Amorfo		3÷4%	10÷15%	quadre

Il modulo fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico è il componente elementare dei sistemi fotovoltaici ed è ottenuto dalla connessione elettrica di 36 celle, normalmente disposte su quattro file parallele. Le 36 celle connesse in serie sono assemblate fra uno strato superiore di vetro ed uno strato inferiore di materiale plastico (Tedlar).

Il semilavorato così preparato viene posto in un forno ad alta temperatura e sotto vuoto spinto. Il risultato è un blocco unico "laminato" in cui le 36 celle sono "annegate" nel materiale plastico fuso. A questo punto vengono aggiunte le cornici, generalmente in alluminio, in modo da conferire la resistenza meccanica caratteristica del modulo fotovoltaico finito. Nella parte posteriore del modulo è aggiunta una scatola di giunzione in cui vengono alloggiati i diodi di by-pass ed i contatti elettrici.



Un modulo solare fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico ha una dimensione di circa mezzo metro quadro e produce 40 - 50 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.

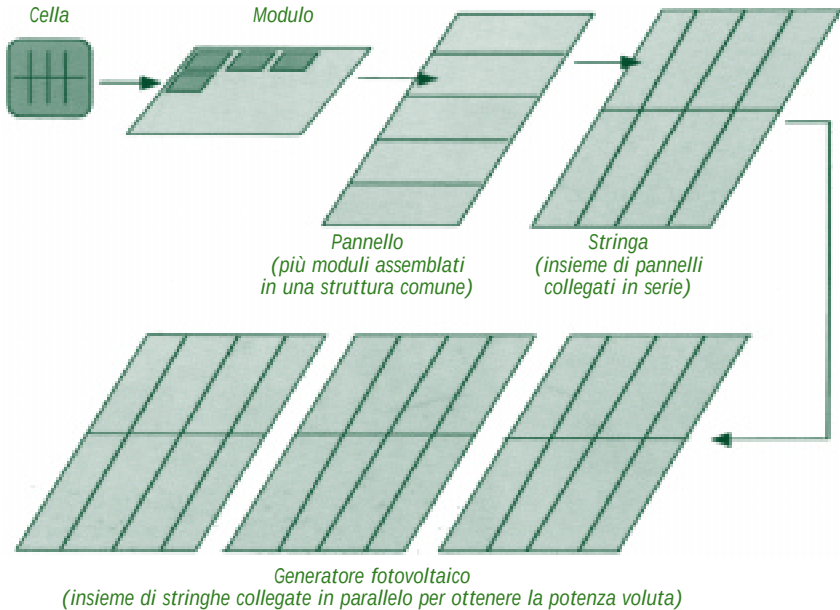
Il modulo fotovoltaico è una struttura robusta in grado di garantire molti anni di funzionamento.

Il generatore fotovoltaico

Un insieme di moduli collegati elettricamente in serie in modo da fornire la potenza richiesta, costituiscono una stringa. Un gruppo di moduli montati su una stessa struttura di sostegno si

definisce un pannello.

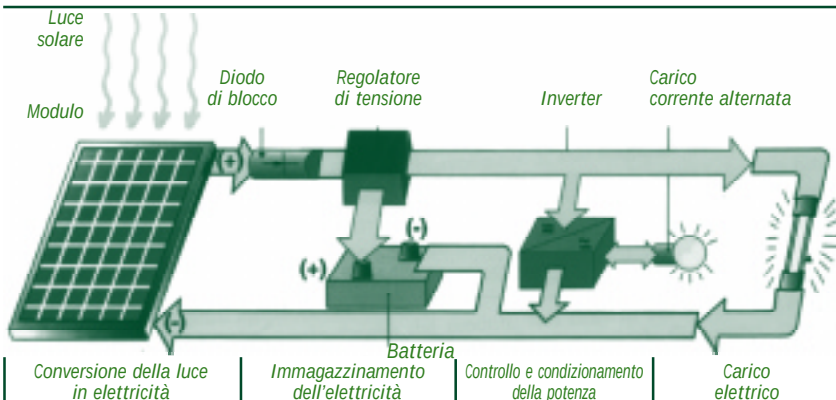
Più stringhe collegate in parallelo per fornire la potenza richiesta, costituiscono il generatore fotovoltaico. Così il sistema elettrico è in grado di fornire le caratteristiche di tensione e di potenza richieste per le diverse applicazioni.



I moduli vanno orientati verso Sud, con un angolo di inclinazione sull'orizzonte che in Italia è di 32 - 45°. Nei piccoli impianti si possono usare strutture preesistenti (tetti), purché ben orientati, oppure si possono disporre in

fila su apposite strutture di sostegno. Nei grandi impianti si preferisce installarli su file parallele orientate verso Sud, opportunamente distanziate per evitare il reciproco ombreggiamento.

Schema di funzionamento di un generatore fotovoltaico



La produzione di energia elettrica fotovoltaica non è costante. Essendo collegata alla luce solare è condizionata dall'alternanza giorno/notte, dai cicli delle stagioni, dalla variazione delle condizioni meteorologiche. Inoltre il generatore fotovoltaico fornisce corrente elettrica in continua.

Spesso queste caratteristiche non si adattano alle necessità degli utenti che, in genere, hanno l'esigenza di disporre di corrente elettrica alternata, a valori costanti di tensione. Negli impianti non col-

legati alla rete elettrica, per assicurare la disponibilità di energia elettrica anche quando manca l'insolazione, viene installato un parco di batterie di accumulo.

Un dispositivo statico (inverter), collegato alla batteria, converte la corrente continua (CC) in corrente alternata (CA 220V, 50Hz), così come viene richiesto dalla maggioranza dei clienti.

Ovviamente il generatore fotovoltaico può servire anche utenze in corrente continua a 12 - 24 V.

Il regolatore di carica

Il regolatore è il cuore del sistema fotovoltaico. Il suo scopo è quello di prolungare il più possibile la vita delle batterie proteggendole da un eccesso di carica o di scarica. Le sue funzioni sono:

l'elettrolita. Questo fenomeno porta ad una veloce evaporazione dell'acqua nella batteria, con un danno irreversibile degli accumulatori. Il regolatore interviene quindi interrompendo il contatto con i moduli fotovoltaici.

A. controllo dell'energia assorbita dal carico. Se gli accumulatori contengono una quantità di energia troppo bassa, insufficiente per alimentare il carico, il regolatore interviene e blocca la fornitura di energia al carico (cut-off). Un eccesso di scarica degli accumulatori infatti porta a danni irreversibili.

B. controllo dell'energia fornita dai moduli. Nel caso in cui la batteria sia completamente carica un eccesso di energia da parte dei moduli porta al fenomeno caratteristico dell'ebollizione del-

C. protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti, mediante l'impiego di un fusibile posto nel regolatore.

D. fornire informazioni sullo stato generale del sistema. Le informazioni possono essere lette con dei led colorati con un display a cristalli liquidi integrato al regolatore.

I moderni regolatori a microprocessore (serie HR) sono dotati di un particolare software che permette loro di studiare la curva caratteristica della batteria e modulare la carica in funzione dello stato di carica della batteria e non semplicemente della sua tensione.

Gli impianti fotovoltaici

I tipi di impianto

I sistemi fotovoltaici per la produzione di energia elettrica possono essere suddivisi in due categorie principali: quelli isolati (stand-alone) e quelli connessi alla rete elettrica.

Tecnologie di installazione degli impianti fotovoltaici

impianti isolati

impianti connessi alla rete elettrica

Gli impianti isolati

Gli impianti isolati (stand-alone) vengono normalmente utilizzati per elettrificare le utenze difficilmente collegabili alla rete perché ubicate in aree poco accessibili, e per quelle con bassissimi consumi di energia che non rendono conveniente il costo dell'allacciamento.

Generalmente, già con distanze superiori ai 3 Km dalla rete elettrica tradizionale, risulta conveniente l'installazione di un impianto fotovoltaico.

Nei sistemi fotovoltaici isolati è necessario immagazzinare l'energia elettrica per garantire la continuità dell'erogazione anche nei momenti in cui non viene prodotta.

Ciò avviene mediante accumulatori elettrochimici (batterie). Lo sviluppo tecnologico in questo settore permette di avere a disposizione batterie al piombo acido, di lunga vita (oltre i 6 anni), con esigenze di manutenzione quasi nulle e con bassa autoscarica.

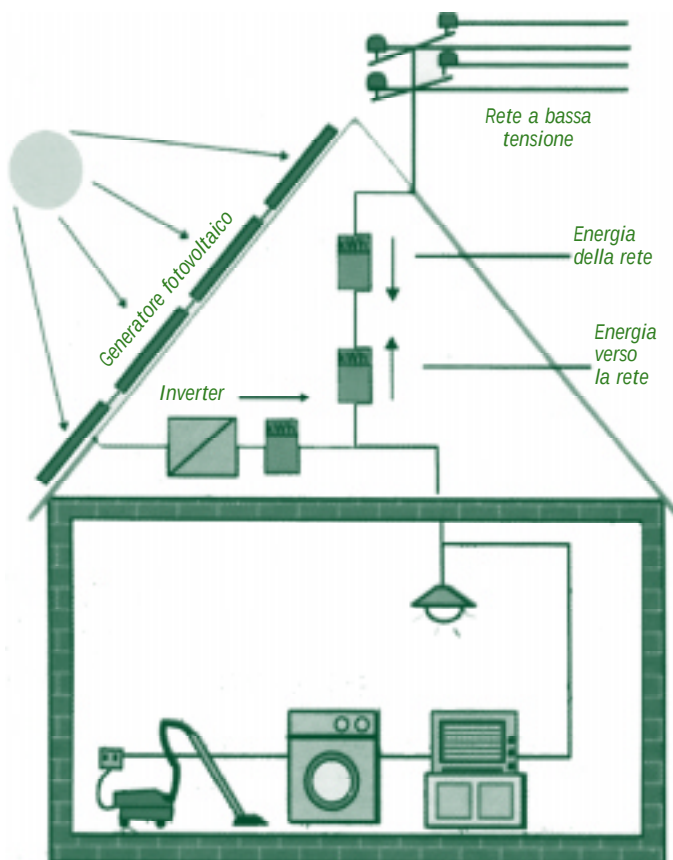
Le caratteristiche di modularità degli impianti fotovoltaici consentono di dimensionare la potenza e la tensione secondo le necessità e li rendono specificamente adatti per i piccoli impianti destinati alle utenze particolari ed isolate.

Impianti collegati alla rete elettrica

L' Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, con la delibera n. 121 del 23 settembre 1998, obbliga le Società distributrici di energia elettrica a permettere a tutti gli operatori che intendono produrre energia elettrica da fonti rinnovabili, di collegarsi con la rete elettrica centrale.

Con questa decisione ogni operatore può

vendere l'eventuale energia prodotta in eccesso alla Società elettrica distributtrice, ai prezzi stabiliti dall'Autorità medesima, e di rifornirsi alla rete nei momenti in cui la quantità di energia autoprodotta fosse insufficiente. I sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica possono essere suddivisi in due categorie: tetti fotovoltaici, e centrali fotovoltaiche.



Schema di impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica

I tetti fotovoltaici

Il tetto fotovoltaico, costituito da una matrice di moduli fotovoltaici installati sopra il tetto della casa, dovrebbe fornire la quantità di energia necessaria per alimentare gli elettrodomestici di una casa normale. In prospettiva questi tipi di impianti potrebbero integrare in modo significativo l'energia elettrica prodotta nelle grandi centrali elettriche (termoelettriche, nucleari), sviluppando un metodo di generazione elettrica diffusa nel territorio, ecologica, non inquinante e rinnovabile.

Il cuore di questo sistema è l'inverter. Questo dispositivo converte la corrente continua dei moduli direttamente in corrente alternata, pronta per essere immessa nella rete elettrica centrale. Dopo le decisioni dell'Autorità per l'Energia, infatti,

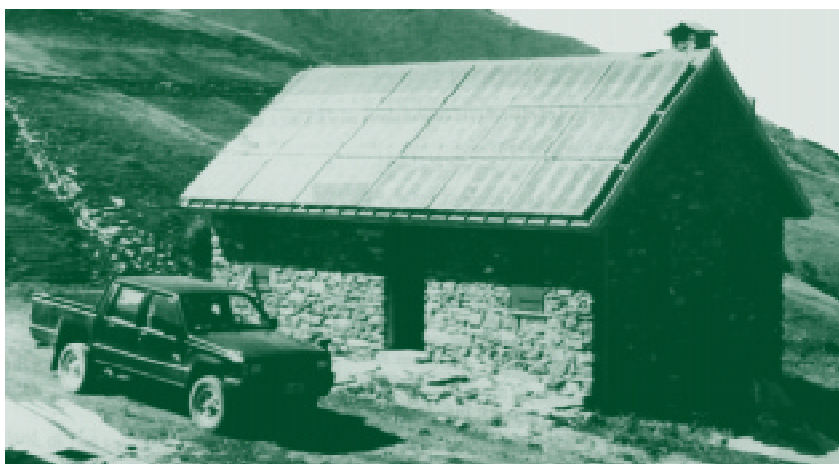
ogni utente potrebbe diventare un autoproduttore collegato con la rete elettrica centrale che dispone dell'energia autoprodotta e di quella della rete nei momenti in cui la quantità di energia autoprodotta fosse insufficiente.

I sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica non hanno bisogno delle batterie.

Per disporre di 1.000 watt di potenza di picco, sufficienti a far funzionare gli apparecchi elettrici principali di una piccola abitazione (lampade, televisore, frigorifero, ecc.), servono 20 - 24 moduli installati sul tetto o nei pressi della casa.

In Italia, attualmente è conveniente installare un tetto fotovoltaico solo nel caso in cui si possa beneficiare di forme di finanziamento da parte dello Stato, a causa dell'elevato costo del sistema.

Esempio di tetto fotovoltaico



Il Governo ha deciso di finanziare un progetto per installare 100.000 mq. di moduli fotovoltaici sui tetti degli edifici di proprietà degli Enti pubblici, ma a tutt'oggi i finanziamenti non sono disponibili.

Gli impianti fotovoltaici

Le centrali fotovoltaiche

Le centrali fotovoltaiche sono molto costose e per questo motivo tutti gli impianti realizzati sono di natura sperimentale e sono stati costruiti da Enti pubblici (ENEL/ENEA) con le incentivazioni previste dal Piano Energetico Nazionale.

Proviamo a dare un'idea delle dimensioni delle superfici fotovoltaiche da esporre al sole per ottenere determinate entità di potenza e di tensione elettrica. Con gli attuali valori dell'efficienza di trasformazione

dell'energia solare in elettrica, una centrale da un megawatt, capace di fornire energia ad un migliaio di utenti, si estenderebbe su un'area grande come quattro campi di calcio. L'impegno del territorio è dovuto per metà dalle aree effettivamente occupate dai moduli fotovoltaici, e per l'altra metà dalle aree necessarie per evitare l'ombreggiamento reciproco delle file di moduli.

La dimensione standard, di 100 kW, è stata progettata per essere installata nelle isole del Mediterraneo.



Centrale fotovoltaica ENEL di Serre

Quanto costa

Anche se la vita utile di un modulo fotovoltaico è di circa 20 - 25 anni, l'ostacolo principale alla diffusione su larga scala all'energia elettrica prodotta con sistemi fotovoltaici è l'elevato costo, ben più alto

delle altre fonti energetiche tradizionali (fossili, idroelettriche e nucleari).

Pur essendo scarsi gli esempi di riferimento, si calcola, con una certa approssimazione, che il costo dell'elettricità prodotta da una grande centrale fotovoltaica collegata alla rete, ubicata in un sito tipico

dell'Italia Meridionale caratterizzato da 1.500 ore utili di insolazione all'anno, sia attorno alle 600 - 700 lire per chilowattora.

Il costo del chilowattora prodotto con sistemi fotovoltaici isolati, provvisti cioè di una batteria di accumulatori, è ancora più alto e si aggira sulle 1.200 - 1.500 lire/kWh.

Anche tenendo conto dei costi sociali dell'inquinamento e del depauperamento delle risorse del pianeta, attribuibili alle fonti energetiche tradizionali, siamo ancora lontani dalla competitività. Perché il fotovoltaico possa essere utilizzato per la produzione di energia elettrica su larga scala, occorre ridurre i costi di un buon 70%.

Poiché l'alto costo dell'energia elettrica fotovoltaica è determinato sostanzialmente dai costi occorrenti per la produzione della cella fotovoltaica, la riduzione dei costi dovrà interessare soprattutto il processo di produzione del silicio e delle celle. Anche se fino ad oggi i continui progressi della tecnologia del silicio cristallino hanno consentito di ridurre costantemente il costo dei moduli, per raggiungere livelli di costo competitivi, è necessario che si sviluppino tecnologie innovative nei processi produttivi della preparazione del silicio, oltreché nella fabbricazione delle celle e dei moduli.

IMPORTANTE

- *scegliere in modo razionale in quali circostanze è conveniente avvalersi della tecnologia fotovoltaica*
- *approfondire accuratamente costi e vantaggi*
- *farsi una idea sufficientemente precisa dei costi attuali e della loro evoluzione a medio e lungo termine.*



Energia fotovoltaica in Lapponia

Le applicazioni più convenienti

Nuovi spazi per la tecnologia fotovoltaica

Intorno a noi, magari senza che ce ne rendiamo conto, sta crescendo un mercato diffuso della tecnologia fotovoltaica. Sono le piccole celle che servono per alimentare calcolatrici tascabili, orologi, radio portatili, giocattoli, ecc. e che hanno completamente sostituito le vecchie batterie inquinanti e deperibili.

La tecnologia fotovoltaica sta conquistando spazi sempre più ampi anche in quelle situazioni in cui un sistema fotovoltaico è l'alternativa più conveniente, se non l'uni-

ca, per dotare di corrente elettrica utenze particolari.

I piccoli moduli fotovoltaici hanno trovato una discreta diffusione commerciale in tutti i casi in cui è necessario dotare di corrente elettrica case, lampade, motori, ripetitori televisivi, ecc., situati in località isolate per cui il collegamento alla rete elettrica comporta costi troppo elevati, rispetto alle piccole quantità di energia richieste. In questi casi il fotovoltaico sostituisce i gruppi elettrogeni, con un indubbio vantaggio economico ed ambientale, eliminando il problema dei rifornimenti di combustibile.

CASE ISOLATE

Le abitazioni rurali e le case per vacanze isolate, i rifugi di montagna sono gli utilizzatori più diffusi del fotovoltaico per applicazioni residenziali. Sono già stati installati oltre 5.000 impianti, soprattutto nell'Italia meridionale.



LAMPIONI E SEGNALAZIONI STRADALI

Lampioni per l'illuminazione, segnalazioni stradali, azionamento di pompe per l'irrigazione, sono altre applicazioni che permettono un utilizzo economico del fotovoltaico.



ROULOTTE E CAMPER

Il fotovoltaico può essere usato convenientemente per ricaricare le batterie di servizio di roulotte, caravan e imbarcazioni da diporto. L'impiego di due moduli da 90Wp installati sul tetto di un caravan consente di alimentare tutti i carichi elettrici (compreso il frigorifero).



Le applicazioni più convenienti

PONTI RADIO E RIPETITORI TELEVISIVI

Sul piano industriale le applicazioni di maggior successo del fotovoltaico riguardano l'alimentazione dei ponti radio fissi per telefonia, dei ripetitori televisivi e dei sistemi di telefonia satellitare portatili.



Le applicazioni più convenienti

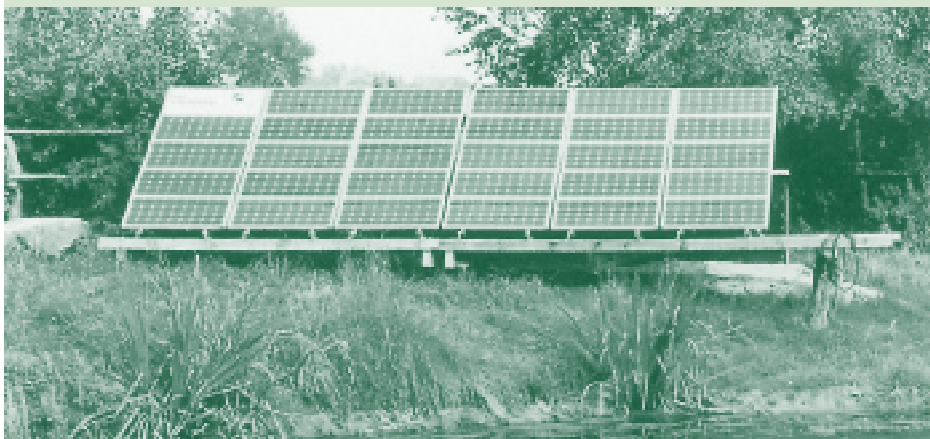
SISTEMI DI SEGNALAZIONE E DI RACCOLTA DATI

I sistemi di segnalazione della navigazione marittima ed aerea, collocati in località isolate, sono spesso alimentate da sistemi fotovoltaici. Anche le stazioni per la raccolta dei dati sismici, climatici e ambientali o per il rilevamento di incendi o di nebbia vengono sempre più spesso alimentati da piccoli impianti fotovoltaici. Sistemi fotovoltaici si trovano pure per l'azionamento di passaggi a livello isolati.

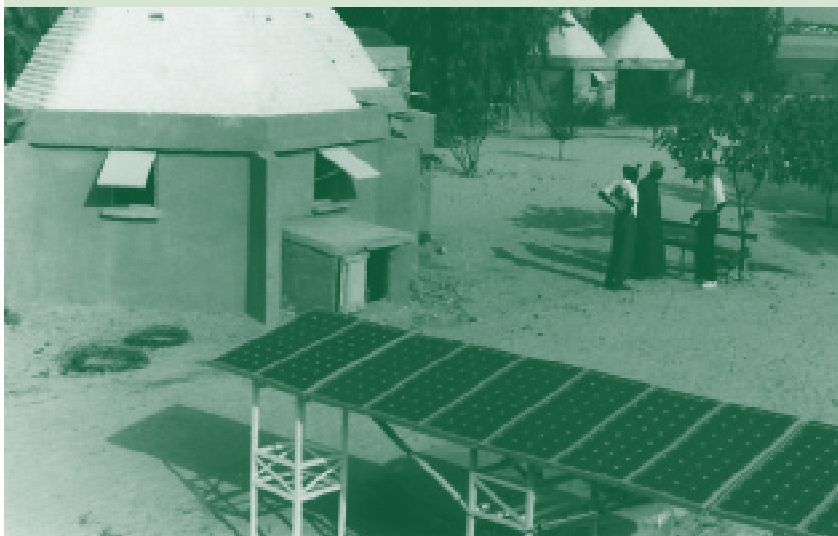


PAESI IN VIA DI SVILUPPO

Nei paesi in via di sviluppo si moltiplica il numero dei casi in cui un impianto fotovoltaico può rispondere alla domanda di energia elettrica diffusa sul territorio.



Impianti fotovoltaici con potenza dell'ordine della decina di chilowatt sono capaci di alimentare un piccolo villaggio isolato. Questi impianti si stanno diffondendo anche nelle piccole isole italiane lontane dalle reti elettriche nazionali.



La conservazione di vaccini e medicinali in ambienti refrigerati e le stazioni di pompaggio dell'acqua, sono fra gli impieghi più frequenti nelle zone aride dell'Africa.

Le applicazioni più convenienti

Le prospettive del fotovoltaico

La tecnologia fotovoltaica non è ancora matura per essere utilizzata su larga scala per la produzione di energia elettrica, ma l'esperienza acquisita con le innumerevoli applicazioni "personalizzate", costituisce la premessa per poter entrare a pieno titolo all'inizio del nuovo secolo nel grande mercato dell'energia.

Per questo obiettivo, dopo l'affidabilità tecnologica, il fotovoltaico deve ridurre drasticamente i costi dell'investimento, cioè sostanzialmente il costo del materiale e della fabbricazione delle celle.

La ricerca tecnologica è finalizzata a

questo scopo e sta sperimentando diverse possibilità. La tecnologia della costruzione delle celle a film sottile di silicio amorfo, appare una delle soluzioni più probabili, soprattutto se sarà superata la perdita di efficienza che attualmente si verifica con il passare del tempo.

Solo impegnandosi decisamente nell'azione di ricerca e sperimentazione sarà possibile verificare le reali opportunità offerte da questa fonte energetica che, in uno scenario a lungo termine, sarà decisa per soddisfare le richieste energetiche mondiali nel rispetto dell'ecosistema del nostro pianeta.

LA MANUTENZIONE

- *Il fotovoltaico è un sistema statico, senza cioè parti meccaniche in movimento*
- *Il generatore fotovoltaico quindi generalmente non richiede manutenzione, salvo una saltuaria pulizia con un panno bagnato della superficie anteriore dei moduli. Questa pulizia serve per ripristinare la trasparenza originaria del vetro anteriore che può essere attenuata da veli di polvere.*
 - *Il regolatore di carica non richiede alcuna manutenzione.*
 - *Se la batteria d'accumulo è del tipo a Pb-acido non sigillata, bisogna controllare il livello del liquido una volta all'anno. Bisognerà mantenere una buona pulizia sui contatti fra i morsetti e capicorda dei cavi di collegamento, applicando successivamente un velo di vaselina. La batteria va installata in luoghi sufficientemente ombreggiati e ventilati.*
 - *Si dovrà controllare periodicamente che i cavi di collegamento fra il generatore fotovoltaico, la batteria ed il regolatore siano in perfetto stato. Controllare anche che cause accidentali non provochino incisioni sull'isolante esterno.*
 - *Gli impianti fotovoltaici non consumano combustibili di alcun genere e quindi non creano nessun inquinamento sul luogo di esercizio. Il processo di produzione delle celle fotovoltaiche, invece, può essere una fonte inquinante, se non vengono rispettate le norme prescritte.*

Indirizzi dei principali produttori di moduli fotovoltaici operanti in Italia

ACCOMANDITA - TSE srl

Strada S.Giuseppe, 19

43039 SALSOMAGGIORE TERME (PR)

Responsabile settore fotovoltaico: Ing. Marco Prosperi

Tel. 0524/523668

Fax. 0524/522145

E-Mail: accomandita@polaris.it

Internet: <http://www.accomandita.com>

Filiali:

- 20141 MILANO – Via Medeghino, 3 – Tel. 02/89500642 – Fax. 02/8467734
- 00131 ROMA – Via Pietraferrazzana, 22 – Tel. 06/4131354 – Fax. 4131054
- 39040 BOLZANO – Cortaccia – Via Adige, 3 – Tel. 0471/818176 – Fax. 0471/818175
- 33010 UDINE – Feletto Umberto – Via Buonarroti, 30 – Tel. 0432/574270 – Fax. 0432/574287
- 16121 GENOVA – Piazza della Vittoria, 11 int. 16/A – Tel. 010/588565 – Fax. 010/589356

DEA srl

Distribuzione Energie Alternative

Via Anita Garibaldi, 22

04010 GIULIANELLO DI CORI (LT)

Tel e Fax 06.9665265

E-mail: deasrl@tiscalinet.it

Internet: <http://www.deasrl.it>

Sedi Commerciali:

- TERNI -.Via del Convento, 32 - Tel. 0744.812409
- LISSONE (MI) – Via Aliprandi 24 – Tel. 039.2455720

ENERGIA SOLARE srl

Strada Saluzzo, 75/a

10041 CARIGNANO (TO)

Tel. e Fax 011.9693135

E-mail: energysol@venturanet.it

Internet: www.venturanet.it/solar

ENERTEC di Stefano Griffa

Energie alternative e prodotti a risparmio energetico

Corso Milano, 29

14100 ASTI

Tel. 0141.530084

Fax 0141.437952

EUROSOLARE spa

Via Augusto D'Andrea, 6

00046 NETTUNO

Tel 06 985601

Fax 06 9850267

E-mail: eurosolare@eurosolare.agip.it

FLOATEX srl

Via Cave, 12

25050 PROVAGLIO D'ISEO (BS)

Tel 030/9823598 - Fax 030.9823599

E-mail: floatex@galactica.it

GECHELIN GROUP Sistemi Fotovoltaici

Via Ticino, 16

36016 THIENE (VI)

Tel. 0445.380050 - Fax 0445.381020

E-mail: gechelin@gechelin.com

Internet: www.gechelin.com

Agente:

- TECNOSOLAR srl - Via A. Meucci, 10 - 80020 CASAVATORE (NA) - Tel. e Fax 081.7364704

G.T.S. spa

Via G.B. Brocchi, 15

20131 MILANO

Tel. 02.26666889 - Fax 02.2666912

E-mail: gts@netitalia.it

HELIOS TECHNOLOGY srl

Via Postumia, 11

35010 CARMIGNANO DI BRENTA (PD)

Tel. 049 9430288 - Fax 049 9430323

E-mail: helios-technology@mediacity.it

SASSO S.N.C.

Via F. Cavallotti, 17/bis

12100 CUNEO

Tel/Fax 0171 692 086

E-mail: sasso@envipark.com

Internet: www.envipark.com

SOLARES di Ing. L. LA SPADA

Via F. Lattanzio, 53

70126 BARI

Tel. 080.5542267 - Fax 080 5589323

SYSTEM di Luigi Fatta

Via D. Costantino, 7

90141 PALERMO

Tel. 091.349240 - Fax 091.6259952

E-mail: systempa@tin.it

TECNOSOLAR

Via Padula inferiore, 41

87040 S. PIETRO IN GUARANO

Tel. e Fax 0984.442880

E-mail: tecnosol@tin.it



Le sedi territoriali Adiconsum in Toscana

AREZZO: Viale Michelangelo, 116 Tel. 0575/355672 Fax 0575/24867

Orario apertura: martedì e giovedì ore 16.00-18.00

Orario apertura: lunedì-mercoledì-venerdì ore 10.00-12.00

MONTEVARCHI: Via Poggio Bracciolini, 62 Tel. 055/280063

Orario apertura -mercoledì-venerdì (escluso il I e III mercoledì del mese) ore 9.00-12.00

FIRENZE: Via Ricasoli, 28 Tel./Fax 055216180 Tel. 0552676477

(N.B. Recapito anche della ADICONSUM TOSCANA, mentre la sede legale è in Via Benedetto Dei, 2 Firenze)

E-mail: adicons@dada.it

Orario apertura lunedì – martedì - mercoledì- giovedì – venerdì
ore 10.00-12.00/ 16.00 –17.30

Sono in corso di perfezionamento di apertura 3 nuove sedi zionali presso le località di Pontassieve, Scandicci e Sesto F.no operante ad Empoli

GROSSETO: Via della Pace, 132 Tel./Fax 0564/24328

Orario apertura lunedì ore 10.00-12.00 –venerdì ore 17.00-19.00

LIVORNO: Via Goldoni, 73 Tel. 0586/210416 Fax 0586 882093

Orario apertura lunedì ore 17.00-19.00 –martedì ore 10.00 – 12.00 e 17.00 – 19.00
mercoledì ore 10.00 – 12.00 venerdì ore 17.00-19.00

Diventeranno operativi entro l'anno 2 ulteriori sedi zionali Adiconsum nelle località di Cecina e Rosignano Solvay

PIOMBINO: Via San Francesco,67 Tel. 0565/220136 Fax 0565/220104
Orario apertura lunedì e giovedì ore 16.00 – 17.000

LUCCA: Via della Fratta,36 Tel. 0583/465111 Fax 0583/465151
Orario apertura mercoledì ore 16.00 – 18.000

Diventeranno operativi entro l'anno 2 ulteriori sedi zonali Adiconsum nelle località di
Altopascio, Viareggio, Castelnuovo di Garfagnana

MASSA: Piazza Mercurio,25a Tel. 0585/41772 Fax 0583/45460
Orario apertura lunedì ore 10.00 – 12.000

CARRARA: Via Ceci,11
Orario apertura lunedì ore 10.00 – 12.000

PISA: Via Vespucci, 5 Tel. 050/518237 Fax 050/518264
Orario apertura lunedì e martedì ore 15.30 – 19.000

PISTOIA: Via Matteotti,37 Tel. 0573/33149 Fax 0573/33155
Orario apertura martedì e giovedì ore 9.00 – 12.00 e 16.00 – 19.00

PRATO: Via Pallacorda,5 Tel. 0574/699104 Fax 0574/21076
Orario apertura martedì e giovedì ore 16.00 – 18.00 e mercoledì 10.00 – 12.00

SIENA: è stata costituita l'ADICONSUM il 13 marzo 2001 ed è in fase di organizzazione
l'orario di apertura dello sportello

N.B: gli orari possono variare, accertarsi telefonicamente

Se vuoi prodotti più sicuri e di qualità,
servizi più efficienti, tariffe più trasparenti,
alimenti più sani, un ambiente più pulito,
la tutela dei tuoi diritti...

Se vuoi un'informazione più obiettiva,
che sia un valido strumento di autodifesa...

Aiutaci a difenderti,
iscriviti all'Adiconsum.



Via Ricasoli, 28 - Firenze

Tel./Fax 055216180

Tel. 0552676477

(Sede legale: Via Benedetto Dei, 2 Firenze)

e-mail: adicons@dada.it

**ADICONSUM,
DALLA PARTE DEL CONSUMATORE.**