

Commissione Europea  
DG TREN



Elettricità dal sole?

# Perseus

Guida all'installazione di  
impianti fotovoltaici per la  
produzione di energia elettrica  
destinata all'utente finale  
(Progetto PERSEUS)





Elettricità dal sole?

# Perseus

Guida all'installazione di  
impianti fotovoltaici per la  
produzione di energia elettrica  
destinata all'utente finale.  
(Progetto PERSEUS)

*questa guida è stata realizzata da:*

Marcello Antinucci, Marina Coloni, Ecuba srl (Bologna)  
Giovanni Fini, Comune di Bologna (Bologna)  
Christine Joder, Reinhard Six, Rhonalpenergie Environnement (Lyon)  
Marc Jedliczka, Phebus (Lyon)

Con il supporto della Commissione Europea, DG TREN, Programma "ALTENER".

Si ringraziano tutti coloro che hanno contribuito con le loro critiche  
ed osservazioni alle prime versioni di questa guida, al fine di migliorarne i contenuti.

*Ogni riproduzione del contenuto deve essere portata  
a conoscenza della Commissione Europea e di Ecuba srl.*

*Né la Commissione Europea, né altri agenti a suo nome possono:*

- a) offrire garanzie, esplicite o implicite, sulle informazioni contenute in questa guida.*
- b) essere ritenuti responsabili dell'utilizzo o di eventuali danni derivanti dall'utilizzo di queste informazioni*

*Le opinioni espresse in questa pubblicazione non riflettono  
necessariamente quelle della Commissione Europea*

*Progetto grafico: Netandwork (Reggio Emilia)  
Stampa a cura di: Grafitalia (Reggio Emilia)*

Gennaio 2001

# Indice

<b>1.</b>	<b>I PRINCIPI DI BASE</b>	<b>8</b>
1.1.	Che cos'è una "fonte di energia rinnovabile"?	8
1.2.	Quali sono le fonti rinnovabili di energia attualmente accessibili?	8
1.3.	Come funziona un dispositivo fotovoltaico?	9
1.4.	E' un sistema realmente ecologico di produrre energia?	10
1.5.	Quels sont les avantages spécifiques du photovoltaïque ?	10
1.6.	A quoi peut servir le photovoltaïque ?	11
1.7.	Quel est l'avenir du photovoltaïque ?	11
<b>2.</b>	<b>IL TETTO SOLARE FOTOVOLTAICO IN NOVE DOMANDE</b>	<b>12</b>
2.1.	Cos'è un tetto solare fotovoltaico?	12
2.2.	Come funziona?	12
2.3.	A cosa serve un tetto solare?	13
2.4.	Dove può essere installato?	13
2.5.	Quanta elettricità produce?	14
2.6.	Quanto tempo può durare?	15
2.7.	Chi può installare un tetto solare fotovoltaico connesso alla rete?	16
2.8.	Quanto costa un tetto solare?	17
2.9.	Come si controlla se l'impianto funziona bene?	17
<b>3.</b>	<b>LE TAPPE PER OTTENERE UN TETTO FOTOVOLTAICO DI SUCCESSO</b>	<b>18</b>
3.1.	Valutazione del proprio consumo energetico	18
3.2.	Ubicazione dell'impianto fotovoltaico	19
3.3.	Calcolo del potenziale fotovoltaico	22
3.4.	Associare i diversi elementi dell'impianto	23
3.5.	Scelta dei materiali	24
3.5.1.	Moduli fotovoltaici	24
3.5.2.	Dispositivi di connessione	24
3.5.3.	Inverter	25
3.6.	Dove collocare i diversi elementi dell'impianto	25
<b>4.</b>	<b>ASPETTI NON TECNICI</b>	<b>26</b>
4.1.	Obblighi amministrativi	26
4.2.	Relazione con la società elettrica	27
4.3.	Aspetti finanziari	27
4.4.	Relazione fra fornitore ed installatore	28
<b>5.</b>	<b>LA SITUAZIONE ITALIANA: IL PROGRAMMA "10.000 TETTI FOTOVOLTAICI" TESTIMONIANZE DI UTENTI ED ESEMPI DI INSTALLAZIONE</b>	<b>30</b>
5.1.	Impianto fotovoltaico in un condominio nel centro di Grenoble	30
5.2.	Impianto fotovoltaico in una scuola superiore di Carpi	30
5.3.	Analisi economica di un'installazione	32
<b>6.</b>	<b>CHECK LIST PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE DI UN TETTO SOLARE</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONE</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>LISTA INDIRIZZI UTILI</b>	<b>36</b>
<b>9.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>39</b>
9.1.	Esempio di calcolo del potenziale fotovoltaico	39
9.2.	Stima dell'economia elettrica, della produzione annuale del campo dei pannelli, valutazione finanziaria	40

# Introduzione

Avrete sicuramente provato ad immaginare come potrebbe essere il mondo in un futuro basato sullo "sviluppo sostenibile": nessuno spreco di risorse, eliminazione delle industrie inquinanti, nessuna emissione dannosa nell'atmosfera, riciclo al 100% di quasi tutti i materiali. Ma come sarà l'approvvigionamento di energia?

Qualcuno sogna un avvenire in cui una nuova forma d'energia fornirà l'enorme quantità di corrente elettrica necessaria ad una popolazione di 10 miliardi di esseri umani, senza che sia necessario alcun cambiamento del modello attuale di produzione, trasporto e distribuzione dell'elettricità. E' poco probabile che sarà così. Al contrario, il nuovo modello sarà probabilmente basato su una decentralizzazione molto spinta del sistema elettrico, in cui la produzione ed il consumo saranno vicini l'una all'altro. Molti argomenti giocano a favore di quest'ipotesi: la riduzione delle perdite di energia dovute alle linee elettriche, la limitazione delle linee ad altissima tensione, inestetiche e con una problematica gestione dell'inquinamento elettromagnetico, la liberalizzazione del mercato elettrico che offre nuove possibilità di vendita ed acquisto libero di elettricità, così come avviene per la maggior parte degli altri beni di consumo.

In un tale scenario, è molto probabile che la produzione d'elettricità a partire dalla conversione fotovoltaica, in piccole unità distribuite, ma collegate alla rete elettrica, avrà un ruolo importante da giocare. In effetti, il miglior modo per produrre localmente delle piccole quantità d'elettricità, sufficienti ai bisogni del consumatore, è di convertire l'energia solare in elettricità grazie a moduli fissati sul suo tetto, muro o perfino sui vetri, collegati con tutta semplicità alla presa elettrica di casa. Essendo l'impianto collegato alla rete, questa assorbe tutto il sovrappiù d'energia prodotta, oppure fornisce il complemento necessario a soddisfare il carico. Possiamo anche immaginare che il consumatore compri ogni anno un nuovo pannello, per aumentare la produzione. Un contatore reversibile farà quindi il bilancio tra "chilovattora" prodotti o assorbiti.

E' difficile prevedere quanto ci vorrà per raggiungere un livello di prezzi tale per cui il "chilovattora" fotovoltaico divenga competitivo con quello convenzionale, legato ai combustibili fossili (petrolio, gas o carbone). Ora come ora questa scelta è chiaramente praticabile solo con un forte sostegno pubblico, così come avviene nella maggior parte dei Paesi europei. Ma l'idea è così seducente che sempre più persone ne sono attratte e sono disponibili a partecipare alla dimostrazione che è possibile prodursi la propria elettricità da soli.

La presente pubblicazione è destinata a quelli come voi, che osano raccogliere questa sfida del futuro, avendo l'intenzione di installare dei moduli fotovoltaici sulla propria casa o sull'edificio in cui esercitano la propria attività. Noi speriamo che la vostra curiosità sarà soddisfatta e di riuscire ad aiutarvi a realizzare il vostro sogno.

Le domande che certamente vi ponete, come candidati alla realizzazione di un "tetto solare", ed alle quali cercheremo di rispondere nel modo più semplice, preciso e pratico, riguardano in primo luogo i principi di base che è necessario conoscere per capire che cos'è un tetto solare, seguiti da domande più precise sulle caratteristiche delle apparecchiature e dei collegamenti, alle quali risponderemo illustrando gli accorgimenti necessari per elaborare un progetto nelle migliori condizioni.

Una terza parte si propone di accompagnarvi passo-passo nello sviluppo del progetto, cercando di aiutarvi a superare gli scogli principali.

Gli aspetti non-tecnici (giuridici, finanziari, contrattuali,...), quelli specifici per l'Italia e soggetti ad evolvere rapidamente nel tempo, saranno affrontati nella quarta parte.

dopo delle testimonianze ed esempi concreti, una ricapitolazione sotto forma di "check-list" vi permetterà di verificare di non avere saltato alcuna tappa del vostro percorso.

# 1. I PRINCIPI DI BASE

## Perseus 1.1. Che cos'è una " fonte di energia rinnovabile " ?

Le fonti di energia convenzionali, come il nucleare o i combustibili fossili (carbone, petrolio e gas), derivano tutte da limitate riserve di materiali che devono essere estratti dal sottosuolo; inoltre sono responsabili dei danni più o meno gravi causati all'ambiente: inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici, contaminazioni radioattive. Le fonti rinnovabili di energia invece, hanno la

comune caratteristica di essere alimentate da flussi naturali che attraversano più o meno costantemente la Biosfera, scudo naturale di tutti i corpi viventi della terra, e dal momento che viene catturata solo una piccola parte dei flussi, tali fonti di energia sono considerate praticamente innocue per l'ambiente sia localmente sia globalmente ed hanno una durata infinita.

## Perseus 1.2. Quali sono le fonti rinnovabili di energia attualmente accessibili?

Ad eccezione dell'energia geotermica, che deriva dal sottosuolo, tutte le altre fonti rinnovabili sono alimentate, direttamente o indirettamente, dal sole, la cui radiazione può essere utilizzata in due modi:

- sfruttando il suo calore, che può anche essere concentrato, per riscaldare acqua sanitaria, edifici, e per produrre energia elettrica attraverso un alternatore;
- sfruttando la sua luce, che può essere trasformata direttamente in elettricità grazie alla

tecnologia fotovoltaica.

La grande quantità di energia fornita dal sole è indirettamente anche all'origine di fenomeni naturali più o meno complessi da cui è possibile ricavare energia attraverso una vasta gamma di tecnologie: vento, ciclo dell'acqua (attraverso l'evaporazione), onde e maree oceaniche (con l'aiuto della luna), crescita dei vegetali (attraverso la fotosintesi).

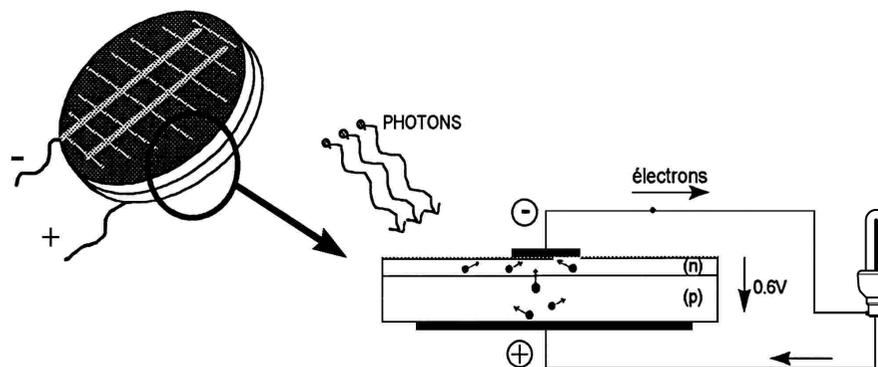
## Perseus 1.3. Come funziona un dispositivo fotovoltaico?

L'effetto fotovoltaico, scoperto per la prima volta intorno al 1860, è una caratteristica fisica dei materiali detti "semiconduttori", il più conosciuto dei quali è il silicio, usato anche nella produzione di componenti elettronici.

Quando un raggio luminoso colpisce un sottile strato di tale materiale, i fotoni, le particelle di

energia che compongono il raggio, trasferiscono la loro energia agli elettroni del materiale che immediatamente cominciano a muoversi in una direzione particolare creando una corrente elettrica continua; a questa corrente, fatta passare per fili metallici molto sottili, possono essere aggiunte altre correnti fino a raggiungere la potenza necessaria all'uso specifico desiderato.

Inizio di una cella fotovoltaica:



fonte Phébus

Le celle fotovoltaiche sono usualmente disposte strati sottili e piani collegati fra loro, oppure possono essere ottenute creando una pellicola sottile uniforme ottenuta distribuendo il materiale polverizzato direttamente su un supporto grazie alle tecnologie del vuoto. Poiché il materiale di cui è costituita una cella fotovoltaica è molto delicato, per sopportare le condizioni climatiche più estreme deve essere protetto sulla parte

superiore da un vetro, o da altro materiale trasparente e specificamente trattato.

Il dispositivo attualmente più utilizzato consiste in un pannello rettangolare, di pochi millimetri di spessore, con una superficie fra 0,1 e 3 m<sup>2</sup>, del peso di qualche Kg, con prestazioni differenti a seconda della qualità del materiale semiconduttore utilizzato e della relativa tecnologia di fabbricazione.

## Perseus 1.4. E' un sistema realmente ecologico per produrre energia?

La produzione di energia da fonte fotovoltaica ha un impatto sull'ambiente molto basso; la maggior parte di esso è dovuto alla fase di produzione, dove avviene consumo di energia ed uso di prodotti chimici. Per contro durante il funzionamento l'impatto è totalmente nullo. Va inoltre considerato che la maggior parte delle aziende produttrici di componenti fotovoltaici è certificata ISO 14000, quindi impegnata a recuperare e riciclare tutti i propri effluenti sotto attento controllo.

Al momento dello smantellamento finale dell'impianto, i materiali di base (alluminio, vetro, silicio, componenti elettronici) possono essere riciclati e riutilizzati.

Si può quindi sostenere che la tecnologia fotovoltaica è indubbiamente una delle più ecologiche tra quelle capaci di produrre energia elettrica, anche considerando l'intero ciclo di vita dei componenti.

## Perseus 1.5. Quali sono i vantaggi della tecnologia fotovoltaica?

La tecnologia fotovoltaica offre vantaggi particolari fra le varie sorgenti di energia rinnovabile:

- Può essere utilizzata ovunque, quando ci sia luce solare (non calore), in montagna come nella piccola isola tropicale, nel deserto come nella zona altamente urbanizzate.
- Possono essere evitate le perdite di energia dovute al trasporto, perché nella maggior parte dei casi i dispositivi fotovoltaici possono essere installati vicino agli apparecchi che ne utilizzano l'energia, così da eliminare le perdite dovute alla linea elettrica.
- E' possibile prevedere la produzione annuale di energia con un piccolo margine di errore, indipendentemente dalla variabilità di richiesta.
- Vi è una vasta gamma di applicazioni, da pochi milliwatt per il calcolatore tascabile, alla dozzina

di megawatt per le centrali, e la potenza dell'impianto può essere modificata in qualsiasi momento senza problemi.

- Non si produce inquinamento di alcun genere (acustico, atmosferico, ecc.), non vi sono sprechi e perturbazioni degli ecosistemi: il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici è assolutamente inoffensivo.
- La manutenzione è minima, non essendoci parti meccaniche in movimento.

Grazie a questi vantaggi, i dispositivi fotovoltaici sono particolarmente adatti ad essere installati nella maggior parte delle costruzioni, per qualsiasi utilizzo (abitazioni, uffici, fabbriche, zone commerciali...).

## Perseus 1.6. A cosa può servire il fotovoltaico?

Da quando, all'inizio degli anni '60, i dispositivi fotovoltaici venivano impiegati per fornire elettricità ai satelliti, si sono studiate e sviluppate diverse applicazioni: piccoli oggetti utili (calcolatori tascabili, giochi...), apparecchi professionali (segnali stradali ed aeroportuali, radio, applicazioni per telecomunicazioni, parchimetri, illuminazione delle cabine telefoniche e stradale), apparecchi per uso domestico (abitazioni isolate, elettrificazione di

zone agricole in paesi in via di sviluppo, rifugi di montagna, pompaggio delle acque ed irrigazione, unità sanitarie mobili...), rifornimento o integrazione di impianti collegati alla rete di distribuzione elettrica per i mezzi di trasporto quali automobili, barche, mezzi pubblici, dispositivi collegati alla rete elettrica installati su: tetti di abitazioni ed uffici, barriere anti-rumore, attrezzature per grandi impianti di produzione elettrica.

## Perseus 1.7. Qual è il futuro del fotovoltaico?

Considerando la straordinaria potenzialità di potere fornire elettricità pulita al 100% in svariati settori, le applicazioni fotovoltaiche sono da considerarsi tra le più importanti sorgenti di energia per il futuro. Questo discorso è valido sia per i paesi in via di sviluppo, dove le necessità individuali sono piccole ma numerose, sia per i paesi industrializzati, dove le disastrose conseguenze economico-ambientali dovute all'inquinamento da produzione di energia elettrica imporranno una drastica sostituzione dei combustibili fossili e nucleari. L'unico ostacolo alla grande diffusione della tecnologia fotovoltaica è il costo, relativamente alto se confrontato con la tecnologia convenzionale; questo costo comunque diminuisce da parecchi anni in misura, mediamente, del 5-10% all'anno. Un fattore che certamente accelera la diminuzione di questo costo elevato è la costruzione di impianti di produzione sempre più

grandi dedicati alla fabbricazione di celle e pannelli fotovoltaici. Considerando l'alto livello degli investimenti richiesti, questi possono essere sostenuti solo da grandi società, con un mercato sostenuto da programmi nazionali ed internazionali di lunga durata, che promuovano la tecnologia fotovoltaica. Negli ultimi dieci anni la maggior parte dei paesi industrializzati ha agito in questa direzione, anche grazie ai programmi comunitari, tenendo conto delle singole particolarità legate agli ambiti locali. Si comincia a pensare già da oggi all'integrazione delle celle fotovoltaiche nei tradizionali materiali da costruzione, come tegole, elementi di facciate, schermi e strutture protettive... ma anche all'integrazione del fotovoltaico come materia di studio nell'ambito della formazione di professionisti come architetti, ingegneri, elettricisti, installatori, costruttori edili...

## 2. IL TETTO SOLARE FOTOVOLTAICO IN NOVE DOMANDE

### Perseus 2.1. Cos'è un tetto solare fotovoltaico?

Un tetto solare fotovoltaico connesso alla rete (che d'ora in poi chiameremo "tetto solare") è un impianto fotovoltaico di piccole dimensioni, installato sulla residenza dell'utente finale e connesso alla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

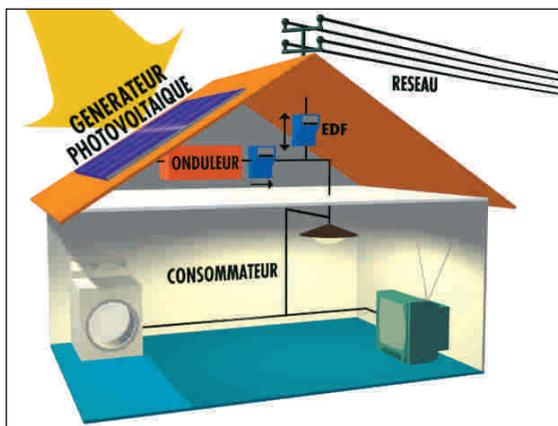
I componenti principali sono i campi fotovoltaici,

che producono corrente continua, e un inverter, necessario per trasformare la corrente continua in corrente alternata, che è l'energia utilizzabile dalla rete.

### Perseus 2.2. Come funziona?

Gli impianti solari fotovoltaici collegati alla rete hanno la particolarità di lavorare in regime di interscambio con la rete elettrica locale. In pratica, nelle ore di luce l'utente consuma l'energia elettrica prodotta dal proprio impianto, mentre quando la luce non c'è o non è sufficiente, oppure se l'utente richiede più energia di quella che l'impianto è in grado di fornire, sarà la rete elettrica che garantirà l'approvvigionamento dell'energia elettrica necessaria, fungendo da batteria di capacità infinita. Se succede che l'impianto solare produce più

energia di quella richiesta dall'utente, tale energia può essere immessa in rete. In questo caso si parla di "cessione delle eccedenze" all'azienda elettrica locale. Il passaggio tra queste diverse situazioni è completamente automatico. Tecnicamente un impianto fotovoltaico può essere installato sul tetto o sulla facciata di qualsiasi edificio con una sufficiente superficie disponibile (generalmente almeno 10 m<sup>2</sup>), possibilmente senza ombre in nessuna stagione, orientato a sud (+/-45°) e connesso alla rete elettrica.



Tetto solare collegato alla rete

Sul piano tariffario ci sono due diversi sistemi per contabilizzare lo scambio di corrente tra l'utente e la compagnia elettrica. Il sistema più semplice è quello del "contatore reversibile", dove il contatore che preleva usualmente l'energia dalla rete fa un conteggio inverso quando invece è la corrente fotovoltaica a essere iniettata nella rete (questo tipo di contatore è riconoscibile da un "disco" con la possibilità di "ritorno"). In Italia tuttavia i contatori a disco attualmente in uso sono stati modificati in modo da impedire la possibilità di conteggiare l'energia elettrica che fluisce in senso inverso. Il secondo sistema è quello di avere due contatori unidirezionali (in futuro saranno sempre elettronici)

### Perseus 2.3. A cosa serve un tetto solare ?

Spesso serve a coprire tutto o parte del consumo elettrico dell'edificio sul quale è installato. In pratica, la produzione solare ridurrà il bisogno di elettricità rimpiazzando una parte dell'energia proveniente da fonti combustibili (fossili o nucleari) con un'energia economica e rispettosa dell'ambiente, migliorando così anche modestamente, la qualità ecologica della corrente

che calcolano separatamente i kWh immessi nella rete e quelli da essa prelevati. La tariffa dell'energia elettrica prodotta può essere calcolata in due diversi modi. Nel primo modo il kWh solare è pagato allo stesso prezzo di quello venduto dalla rete (dipende perciò dal tipo di contratto e dal livello di consumo). Nel secondo modo si ha una tariffa di vendita ed una di acquisto differenziate ed il prezzo del kWh solare è fissato di solito ad un livello più elevato per sostenere lo sviluppo del fotovoltaico. Nel caso in cui la rete bloccasse il suo funzionamento (lavori della compagnia elettrica, guasti di rete, ecc.) l'inverter non potrà distribuire l'energia prodotta né nella rete né nel circuito interno.

### Perseus 2.4. Dove può essere installato?

Sul tetto o sulla facciata di qualsiasi edificio collegato alla rete con a disposizione una facciata

elettrica a livello del consumatore, ma anche a livello della società elettrica. Un tetto solare può infatti apportare un aiuto prezioso per migliorare la qualità della corrente fornita dalla società elettrica locale, soprattutto nelle zone difficilmente raggiungibili o con linee molto lunghe (che provocano abbassamenti di tensione ed interruzioni).

(o tetto) con un minimo di 10 m<sup>2</sup>), orientato il più possibile verso Sud (o, perlomeno, verso Sud-Est

o Sud-Ovest) e se possibile senza alcun ostacolo per i raggi solari durante tutto l'anno. Possono essere escogitati diversi tipi di soluzioni architettoniche e tecniche. Il modo di considerare il tetto solare sotto l'aspetto legale e finanziario è molto diverso da un paese all'altro generalmente

il suo utilizzo viene regolato da un contratto tra il proprietario ed il concessionario della rete elettrica di distribuzione locale, al quale si ricollega l'impianto. Il contratto impone inoltre il rispetto delle norme di qualità, sicurezza ed affidabilità, che garantiscono un funzionamento senza rischi.

Perseus

## 2.5. Quanta elettricità produce?

Nella maggior parte dei casi la produzione elettrica annua di un tetto solare può essere stimata, con un margine d'errore inferiore al 10%, attraverso un breve calcolo che dipende da:

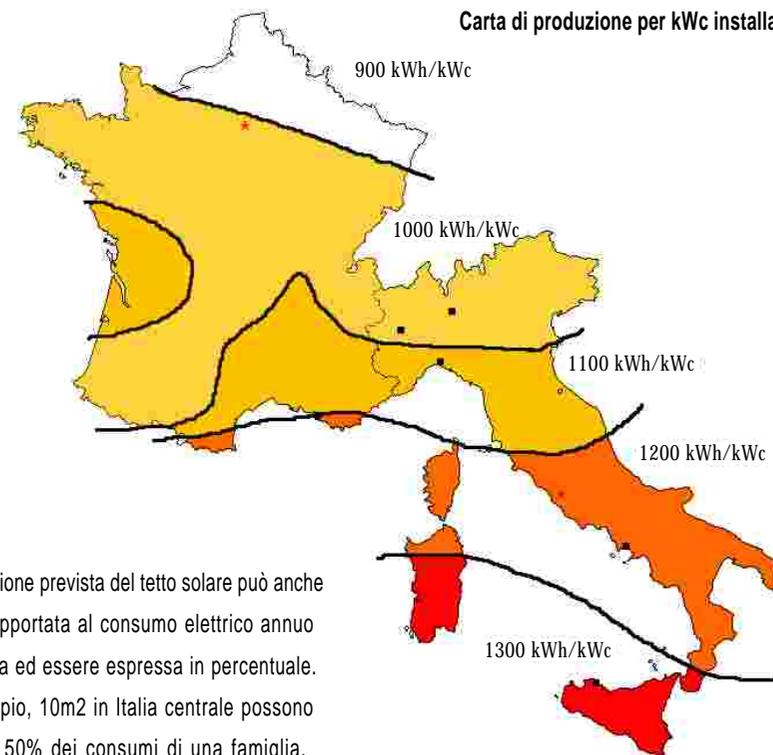
- la radiazione solare annuale del luogo, che può essere correttamente valutata in tutto il mondo;
- un fattore di correzione calcolato sulla base dell'orientamento a sud, dell'angolo d'inclinazione dell'impianto, ed eventuali ombre temporanee;
- le prestazioni tecniche dei moduli fotovoltaici

e dell'inverter;

La potenza di picco di un tetto solare si esprime in kWp (chilowatt di picco), cioè la potenza teorica massima che il tetto può produrre nelle condizioni standard di insolazione e temperatura.

La mappa sottostante mostra la produzione elettrica annua per un tetto solare fotovoltaico da 1 kWp (10m<sup>2</sup>), considerando le migliori condizioni locali d'installazione, con moduli policristallini d'uso corrente.

Carta di produzione per kWc installati:



source Phébus

Perseus

## 2.6. Quanto tempo può durare ?

Moduli: i moduli monocristallini e policristallini, che sono attualmente i più venduti nel mondo, hanno una durata di vita da 25 a 30 anni, con una diminuzione delle prestazioni energetiche inferiore al 5/10%. Generalmente la garanzia fornita dai produttori è di 5-10 anni.

I moduli amorfi di silicio, che sono meno costosi, hanno una perdita di rendimento del 30% nei primi

mesi, per poi stabilizzarsi gradualmente. La tecnologia più recente, quella dei "film sottili" dovrebbe unire i vantaggi di entrambe le vecchie tecnologie: il prezzo basso del silicio amorfo e l'alta efficienza e l'affidabilità dei prodotti cristallini.

Inverter: questi apparecchi ad elevata tecnologia hanno una durata nel tempo abbastanza lunga.

Tuttavia, la durata della garanzia può variare molto, a seconda della strategia del rivenditore e del fornitore.

Il prezzo dell'inverter rappresenta generalmente una parte fra il 10% ed il 20% dell'investimento globale; il costo della sostituzione nel caso di danno dopo il periodo di garanzia va considerato all'interno del tempo di ammortamento dell'investimento. Un tetto fotovoltaico è un

dispositivo completamente modulare, e la sostituzione di un qualsiasi componente è generalmente facile e veloce, anche quando il modulo è un tetto o una facciata integrata, a condizione che questa sostituzione sia prevista nella fase di progetto. Il futuro proprietario deve essere informato di queste cose al momento della stesura del progetto!

## Perseus 2.7. Chi può installare un tetto solare fotovoltaico connesso alla rete?

Anche se i componenti ed il sistema sono migliorati continuamente e standardizzati con l'obiettivo di renderne più agevole l'installazione, essa rimane un lavoro potenzialmente pericoloso se non realizzato in conformità con le prescrizioni della normativa. Così è necessario che almeno il collaudo e la messa in servizio siano effettuate da una persona esperta e autorizzata, o altrimenti che sia chiaramente dichiarata la responsabilità del proprietario dell'impianto.

Per quanto riguarda i lavori di posa e collegamento

dell'impianto, quali l'installazione dei supporti e dei pannelli, alla connessione alla rete elettrica domestica, la stesura dei collegamenti,... devono essere effettuati da un tecnico professionista (elettricista, installatore, costruttore edile,...) seguendo le usuali prescrizioni del settore edilizio. Nel caso di impianti di piccola taglia in abitazioni private, i lavori suddetti possono essere fatti dall'utente stesso, se esso è certo di saper soddisfare a tutte le norme di sicurezza e rinuncia alla garanzia sull'esecuzione dei lavori.

## Perseus 2.8. Quanto costa un tetto solare?

Il costo del materiale (pannelli ed inverter) è diminuito dal 5 al 10% all'anno per una decina d'anni: questa percentuale dovrebbe essere rinnovata nel prossimo decennio.

Il costo del lavoro può variare, a seconda della situazione locale: fabbricati nuovi o già esistenti, posa in sovrapposizione o integrazione della copertura, regolamentazioni specifiche per i permessi di costruzione, norme di allacciamento alla rete, distanza pannelli-inverter e inverter-quadro, partecipazione del proprietario dell'immobile ai lavori....

A inizio 2001, il costo minimo per un sistema completo di 1 kWp (10m<sup>2</sup>) si situa attorno ai 7.500 euro (Lire 14.500.000 circa), compreso il lavoro di posa. La maggior parte del costo è dovuta all'investimento in materiali, al cui interno i pannelli rappresentano la percentuale più alta (70-80%). I costi di manutenzione sono in generale abbastanza bassi, ma è comunque necessario

avere delle informazioni chiare al riguardo da parte del fornitore, nel caso di un progetto individuale, o da parte del responsabile del servizio (la società elettrica, il comune, un'associazione locale,...) nel caso di un programma organizzato in forma collettiva.

Il tempo di ritorno è determinato dall'ammontare dell'aiuto ottenuto dalle diverse autorità pubbliche (Commissione Europea, amministrazioni nazionali, regionali o locali) o da altri interlocutori (società elettriche, banche, fondazioni private, banche solari, ...)

Questo aiuto può essere apportato in vari modi: sovvenzioni dirette, prestiti a tasso agevolato, deduzioni d'imposta o bonus fiscali, tariffe d'acquisto favorevoli,...; i dispositivi di sostegno possono evolvere nel tempo, quindi il futuro proprietario è bene che si informi sugli aiuti disponibili nella propria regione.

## Perseus 2.9. Come si controlla se l'impianto funziona bene?

Il controllo si può fare in due modi: un modo manuale ed uno automatico, a distanza. Nel primo caso si fa una verifica "a orecchio" (con un piccolo segnale sonoro) o "a occhio" (con una luce colorata

o un visore di controllo sul davanti dell'inverter). Un contatore elettrico in uscita dall'inverter può essere utile, anche se aumenta un po' i costi. Si può anche verificare la bolletta elettrica, stando

attenti se si ha un improvviso aumento di consumo, che è un segnale di allarme preoccupante. Il controllo a distanza libera da questi compiti, ma richiede un investimento maggiore per

l'attrezzatura di trasmissione dati, il collegamento telefonico coi relativi costi di gestione ed il contratto di lunga durata con la società che esegue il telecontrollo.

### 3. LE TAPPE PER OTTENERE UN TETTO FOTOVOLTAICO DI SUCCESSO

Al fine di ottenere le migliori prestazioni da un tetto solare bisogna considerarlo come la pietra iniziale di una costruzione globale volta a diminuire la pressione del consumo (e dunque della

produzione) di energia elettrica sull'ambiente, puntando ad una integrazione nel contesto sociale, finanziario e culturale.

#### Perseus 3.1. Valutazione del proprio consumo energetico

La prima tappa del percorso non può che essere una attenta cura a eliminare i consumi elettrici non essenziali.

Per minimizzare gli sprechi occorre valutare bene le applicazioni, per cui l'uso di elettricità è inevitabile (come le apparecchiature elettroniche o i motori), in modo da escluderne l'impiego quando sono invece possibili delle soluzioni alternative, come per esempio nel caso del riscaldamento (di acqua, degli ambienti) o per la cottura. Una volta che si siano esclusi - o almeno ridotti - gli utilizzi non razionali dell'elettricità, si può

rivolgere l'attenzione alla valutazione dei consumi elettrici minimi della propria utenza.

A tale scopo può essere utile un inventario dettagliato del numero di apparecchi per ogni uso, della loro potenza nominale e della loro durata media di funzionamento. Ma un modo più semplice, anche se meno rigoroso, è quello di guardare la bolletta, e paragonare il consumo cumulativo elettrico annuale (in kWh) con quello medio del proprio paese (per l'Italia 2000-2400 kWh all'anno per famiglia).

Se la differenza tra i due consumi è consistente,

sarà necessario concentrare gli sforzi sulle possibilità di risparmio di elettricità. Le sorgenti più comuni di spreco possono essere le seguenti:

- frigorifero inefficiente, con un motore rumoroso e sempre in funzione, con grande produzione di brina. Poiché è uno degli apparecchi che consumano di più, deve essere sostituito urgentemente da un nuovo apparecchio appartenente alla classe energetica A o B;
- lampade ad incandescenza o lampade

alogene il cui maggior consumo viene inutilmente speso per riscaldare la stanza. Devono essere sostituite da lampadine a basso-consumo, con priorità per quelle che vengono accese di frequente e per lunghi periodi.

- inutili "standby" (la condizione di attesa caratterizzata in genere da una lucina rossa) di molti dispositivi domestici come la TV, i calcolatori o i videoregistratori. Questi dispositivi devono essere collegati ad una presa tramite una "ciabatta" dotata di interruttore, preferibilmente luminoso, che consente di spegnerli completamente.

#### Perseus 3.2. Ubicazione dell'impianto fotovoltaico

Considerando che un impianto fotovoltaico connesso alla rete ha una superficie compresa tra 10 e 30 m<sup>2</sup>, il futuro utente deve per prima cosa scegliere l'esatto punto della casa dove installare l'impianto.

La situazione ideale è l'orientamento a sud, con un angolo d'inclinazione tra 15° e 45° per i paesi dell'Europa meridionale, e tra 25° e 60° per i paesi dell'Europa settentrionale, ma bisogna dare importanza anche ad altri parametri come l'orientamento della costruzione, l'inclinazione del tetto, le ombre inevitabili, il rischio di vandalismo, le regole architettoniche dell'edificio (soprattutto in caso di palazzo storico), l'accessibilità fisica. Alla conclusione di queste considerazioni la scelta

finale probabilmente non sarà altro che un compromesso. In caso di costruzione di un nuovo edificio, tali prescrizioni possono essere considerate già durante la fase progettuale. Anche altre strutture come pergolati, coperture per parcheggi, costruzioni annesse ad edifici, possono essere ben adattate all'installazione di un impianto fotovoltaico.

**Le cinque principali soluzioni tecniche per l'installazione di un impianto sono:**

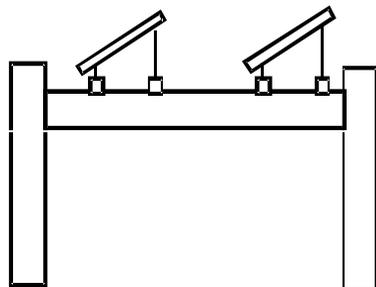
- **la posa su terrazzo;**
- **la posa sopra il tetto classico**
- **la posa integrata nella copertura**
- **la posa integrata in facciata verticale (perdita di rendimento maggiore del 30% rispetto all'inclinazione ideale)**

Le cinque principali soluzioni tecniche per l'installazione di un impianto sono:

### 1. la posa su terrazzo



fonte Phébus

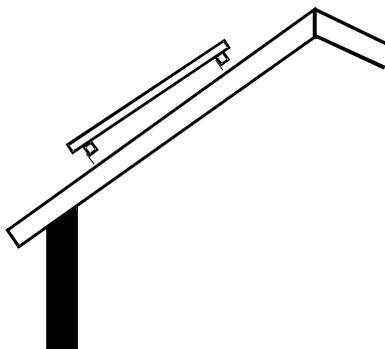


Problemi da risolvere:	Soluzioni
Preservare la tenuta all'acqua (evitare infiltrazioni) garantendo nel frattempo un buon ancoraggio. Peso (plinti, ghiaia)	Fissaggio sulle parti verticali (facciate, muri, ...)
Controllare che i pannelli non si facciano ombra a vicenda	Distanziare sufficientemente i pannelli

### 2. la posa su una copertura a falde (inclinata):



fonte Phébus

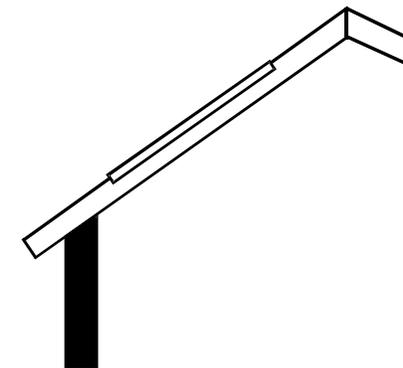


Problemi da risolvere:	Soluzioni
Assicurarsi che i pannelli siano ben fissati senza danneggiare la tenuta stagna della copertura.	Agganci in acciaio inox che si infilano sotto le tegole e vanno a fissarsi sui travi del tetto.
Assicurare una circolazione dell'aria sufficiente nella parte posteriore dei pannelli.	Lasciare uno spazio di circa 5-10 cm tra il pannello e la copertura (tetto).

### 3. Posa integrata su una copertura inclinata



fonte Phébus

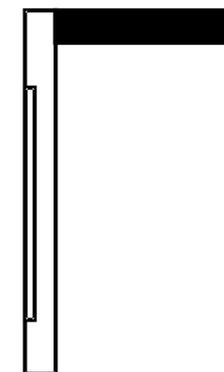


Problemi da risolvere:	Soluzioni
Tenuta stagna dei giunti tra pannelli e della scossalina tra moduli e copertura.	Chiedere ad un lattoniere esperto; utilizzare dei prodotti speciali (tegole o ardesie solari, captatori integrati ma occhio all'aumento di prezzo!)

### 4. la posa integrata in facciata verticale (perdita di rendimento maggiore del 30% rispetto all'inclinazione ideale)



fonte Saint Gobain



### 5. Posa su una struttura indipendente: da riservarsi nel caso non ci siano altre soluzioni (estetica, vandalismo, rischio di choc,...)

Alcune strutture come i terrazzi, i parcheggi, i garage, le coperture delle dependance possono essere dei buoni supporti per i pannelli fotovoltaici.

Per ottenere un corretto funzionamento bisogna evitare ogni ombra sui moduli durante le ore di sole al variare delle stagioni.

Attenzione! Se un solo modulo in una serie è ombreggiato, anche solo in parte, tutta la produzione della serie viene diminuita.

Spesso è impossibile escludere le ombre (montagne, alberi, camini, pali della luce). In questi casi è utile misurare le perdite di produzione grazie ad un "diagramma delle ombre", che potrete ottenere da specialisti del solare (vedi indirizzi in appendice).

Persens **3.3.** Calcolo del potenziale fotovoltaico

Una volta trovato un ragionevole compromesso per la collocazione dei moduli, la produzione (in kWh per kWp all'anno) può essere valutata applicando una correzione alla produzione teorica,

che è riportata al § 2.5. Il fattore di correzione per un progetto specifico può essere dedotto dall'orientamento e dai differenti angoli di inclinazione secondo la seguente tabella.

FATTORI DI CORREZIONE PER LE DIVERSE SITUAZIONI DI INCLINAZIONE E ORIENTAMENTO				
INCLINAZIONE \ ORIENTAMENTO	0° —	30° /	60° /	90°
Est	<b>0,93</b>	<b>0,90</b>	<b>0,78</b>	<b>0,55</b>
Sud-Est	<b>0,93</b>	<b>0,96</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>
Sud	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>	<b>0,91</b>	<b>0,68</b>
Sud-Ouest	<b>0,93</b>	<b>0,96</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>
Ouest	<b>0,93</b>	<b>0,90</b>	<b>0,78</b>	<b>0,55</b>

fonte: Phébus

: position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

**3.4.** Schema di connessione dei diversi elementi dell'impianto

Esistono tre maniere di progettare un tetto solare:

- come sistema centralizzato, con un solo inverter dimensionato per la potenza totale dei pannelli
- come sistema "modulare", con tanti piccoli inverter, ciascuno legato ad una serie di pannelli
- con dei pannelli già predisposti per produrre corrente alternata, in cui ogni pannello è equipaggiato con un piccolo inverter al posto della scatola di connessione abituale.

Ogni sistema ha i suoi vantaggi ed i suoi inconvenienti e la scelta può essere fatta sulla

base di criteri tecnici, finanziari o commerciali.

Il sistema modulare sembrerebbe meglio adattarsi alle piccole installazioni perché più flessibile, con delle prestazioni migliori.

In ogni caso il campo dei pannelli e gli inverter devono essere correttamente dimensionati gli uni in rapporto agli altri, al fine di ottimizzare tecnicamente ed economicamente l'installazione. La regola generale è che la potenza nominale del campo fotovoltaico deve essere da 1 a 1,4 volte quella degli inverter (1,6 per le facciate solari). Evitare in ogni caso che la potenza nominale del campo fotovoltaico scenda sotto quella dell'inverter.

*N.B. questo prospetto non include eventuali ombre, che potrebbero ridurre la produzione annuale. Aiutati da questo fattore, è possibile dedurre che la produzione media è data semplicemente dalla moltiplicazione delle cifre per la potenza nominale (degli esempi di calcolo del potenziale fotovoltaico sono in allegato).*

## 3.5. Scelta dei materiali

### 3.5.1. Moduli fotovoltaici

I moduli possono essere: mono-cristallini Per produrre 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., poli-cristallini 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 direzione 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 leggermente l'efficienza di conversione fotovoltaica. Dopo il taglio si ottengono wafer di forma quadrata. o amorfi I moduli in silicio amorfo si ottengono mediante deposizione di uno strato di silicio dello spessore di 400, 500 micrometri 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 1m<sup>2</sup>, 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. (fonte Adiconsum) , opachi o trasparenti, con o senza cornice in alluminio.

Attualmente, il miglior compromesso a livello commerciale tra efficienza, affidabilità e prezzo, è raggiunto dai moduli policristallini. Stanno affacciandosi sul mercato anche altre tipologie, come le pellicole fotovoltaiche. Le pellicole fotovoltaiche si possono ottenere per deposizione chimica sottovuoto su pellicole di plastica. E' possibile depositare fino a tre strati di silicio, drogato con elementi diversi, in modo da avere una sensibilità dell'effetto fotovoltaico a tre bande diverse di colore (cosiddetta "tripla giunzione"). I film sono poi completati da sottili fili conduttori e da un film trasparente di copertura e sono perfettamente flessibili. E' bene comunque raccomandare all'utente di porre sempre molta attenzione alla qualità ed alla durata della garanzia offerta da produttori e rivenditori. Altre caratteristiche che possono influenzare la scelta sono: il voltaggio, la potenza, la superficie unitaria, l'ubicazione e la grandezza delle scatole di connessione, il colore, l'estetica...

### 3.5.2. Dispositivi di connessione

E' previsto che un impianto fotovoltaico duri per diversi decenni. Di conseguenza è di grande importanza la qualità delle giunzioni elettriche, individuate da due parametri principali che devono essere sempre controllati:

- i cavi elettrici esterni (tra i pannelli e dai pannelli all'inverter) devono essere di qualità appropriata. Sono raccomandati i cavi a doppio isolamento e resistenti ai raggi UV.
- le connessioni propriamente dette e l'ingresso nelle scatole e nell'inverter devono essere realizzati con grande cura per assicurare lunga durata e resistenza all'acqua.

Una buona soluzione è l'uso di pannelli pre-cablati e di cavi speciali estensibili dotati di dispositivi di connessione rapida, polarizzati ed impermeabili.

Il loro maggior costo è ampiamente compensato dalla facilità e rapidità di posa.

I moduli fotovoltaici generalmente producono un basso voltaggio e un'alta corrente, perciò, al fine di evitare grosse perdite lungo i cavi, occorre prestare attenzione ad alcuni elementi:

- Le sezioni dei cavi devono essere attentamente calcolate; così facendo si possono ridurre le perdite sotto il 2%.
- La disposizione dei pannelli in serie è preferibile al parallelo, al fine di aumentare la tensione nominale del campo. Si diminuiscono le perdite, ma occhio alle ombre (vedi punto 3.2)! Prima che i lavori vengano consegnati è importante verificare che il fornitore o l'installatore siano stati attenti a questi accorgimenti.

### 3.5.3. Inverter

L'inverter deve sottostare ad alcune norme tecniche che sfortunatamente non sono standardizzate per tutta Europa, quindi il futuro proprietario di un tetto fotovoltaico deve verificare l'effettiva compatibilità dell'inverter con le norme del proprio paese, prima di considerare qualsiasi altro criterio di scelta. I criteri di qualità sono: tensione, frequenza e sfasamento della corrente, sicurezza (scollegare la rete in caso di black-out) e affidabilità nel tempo.

Inoltre va verificato:

- che il rendimento sia pari al 90% a un livello di potenza superiore del 5% a quello nominale (è il livello medio degli apparecchi sul mercato);
- che siano regolabili all'interno i parametri per adattarsi alla rete elettrica locale (da riaggiustare dopo qualche mese dall'avvio);
- che ci sia una protezione (interna o esterna) da sovratensioni di rete (fulmini). Questo è uno dei punti delicati da verificare, perché è la principale causa di panne.

## 3.6. Dove collocare i diversi elementi dell'impianto

Questa localizzazione risulterà nella maggior parte dei casi un compromesso fra vincoli talora contraddittori. Le regole di base da rispettare sono:

- Al di là dei vincoli tecnici, la scelta del posizionamento dei pannelli deve tener conto dell'impatto visivo ed estetico, diminuendo al massimo la distanza pannelli-inverter per evitare delle perdite di linea troppo pesanti.
- Gli inverter vanno collocati in luoghi aerati ed accessibili, protetti dalla pioggia e dai raggi diretti del sole.

- Ovunque sia situato l'inverter, deve essere fornito di un dispositivo specifico di intercettazione verso la rete (fusibile, interruttore, sezionatore) che deve essere facilmente accessibile all'esterno della casa, in modo da essere rapidamente azionato in caso di emergenza.
- Benché non sia prevedibile un funzionamento notturno, l'avvio dell'inverter di prima mattina può risvegliare chi dorme, in un ambiente silenzioso. Meglio non metterlo in camera da letto

## 4. ASPETTI NON TECNICI

### 4.1. Obblighi amministrativi

Situazione comune: in linea di principio un tetto fotovoltaico può essere installato senza alcuna autorizzazione: è sufficiente una semplice dichiarazione di inizio attività, che consente di fatto un'autorizzazione automatica, come richiesto per qualsiasi tipo di lavoro di manutenzione straordinaria. Nel caso di un edificio in costruzione è preferibile integrare il tetto solare nella licenza stessa dell'edificio in costruzione. In ogni caso, è sempre preferibile informarsi presso gli uffici del comune per verificare che non ci siano ulteriori problemi riguardanti, ad esempio, la tinteggiatura dell'intonaco o l'aspetto esterno dell'immobile.

Aree protette: nel caso in cui l'impianto sia in un'area

protetta (incluse le zone immediatamente esterne alle aree protette), o di vincoli storico artistici bisogna prendere tutte le necessarie precauzioni in anticipo. L'autorità competente sul territorio (l'ente locale, l'ente parco, la sovrintendenza ai beni culturali,...) dovrà seguire la situazione nella sua particolarità. Condomini: la maggiore difficoltà in questo caso sta nel convincere la maggioranza dei condomini a concedere l'autorizzazione all'installazione del tetto solare in un luogo adatto. Converterà quindi valutare gli aspetti giuridici, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo dell'elettricità prodotta, che non può essere utilizzata da un utente diverso dal proprietario.

## 4.2. Contratto con la società elettrica

Bisogna innanzitutto identificare la compagnia elettrica alla quale indirizzarsi per la stipula del contratto: di solito si tratta di quella che fornisce l'elettricità prima dell'installazione del tetto solare. L'accordo viene definito secondo un contratto detto di scambio di elettricità secondo i seguenti principi (definiti in Italia dal Decreto Ministeriale del 20 dicembre 2000 e da una delibera apposita dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, entrambi in corso di approvazione definitiva alla data di stampa del presente libretto):

- Obbligo di acquisto fino a 50 kWp (misurati a livello dell'inverter)
- Riferimento agli standard di qualità (es: in

Germania è DIN VDE 0126)

- Doppio contatore: il secondo viene installato dalla società si deve pagare un contributo per il servizio dell'ordine di 50.000 £./anno)
- Tariffa di acquisto pari a quella di vendita (praticamente viene ricalcolata la bolletta sulla base della differenza fra consumo e produzione fotovoltaica). Per un utente domestico da 3kW che consuma 2500 kWh all'anno, la tariffa è tra 300 e 400 £/kWh.

La società elettrica deve consegnare il dettaglio specifico delle condizioni contrattuali, sia in termini tecnici (modalità di connessione e di messa in servizio) che commerciali (gestione del contratto).

### 4.3. Aspetti finanziari

Gli aspetti finanziari di un tetto solare non sono limitati ai fondi per l'investimento iniziale. Va considerato il saldo annuale dovuto allo scambio di energia elettrica tra il produttore (utente) e la rete, che produce, almeno in parte, un rimborso dei costi. Ma questo scambio, nel caso in cui il bilancio è positivo per l'utente, può essere assimilato da un'attività commerciale, quindi essere soggetto ad un'imposizione fiscale. Questo è il

motivo per cui in genere il contratto con la società elettrica esclude un saldo annuale dello scambio di elettricità positivo per l'utente.

Come spiegato prima, un tetto solare necessita di sussidi o d'altre forme di supporto per diventare un investimento ragionevole. Nei diversi Stati Membri della Comunità Europea sono stati inseriti diversi meccanismi di supporto:

- Sovvenzioni dirette all'investimento, previste da programmi comunitari di ricerca e sviluppo, significativi in termini finanziari, ma limitati come volume. Questi contributi possono essere aggiunti a quelli a livello locale, regionale o nazionale, ma possono coprire solo il 50% del totale.
- I programmi nazionali che in alcuni casi hanno la forma di finanziamento iniziale come nel precedente, in altri hanno la forma di premi sulle tariffe elettriche, specificatamente riguardanti il fotovoltaico.
- I programmi regionali che possono essere piuttosto interessanti per quel che riguarda le regioni interessate dall'obiettivo 1, dove i fondi strutturali, in particolare quello denominato "Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale", accoppiato ad altre risorse regionali o nazionali, possono fornire un significativo contributo agli impianti di energie rinnovabili (contattate l'Assessorato alla Programmazione della vostra regione).
- Due tipi di incentivi fiscali possono venir utilizzati dai contribuenti: i) la deduzione dal reddito di una percentuale dell'investimento energetico realizzato, rimasto a carico dell'utente in più anni fiscali; ii) l'aliquota I.V.A. ridotta per lavori di

ristrutturazione della casa, secondo specifiche condizioni che variano da stato a stato (se il lavoro è stato eseguito da un installatore). Per le imprese è anche possibile applicare un'accelerazione degli ammortamenti annui.

- I prestiti per i tetti solari, che sono interessanti nel settore dell'edilizia: si può chiedere alla propria banca o ad un esperto in edilizia
- Infine la riduzione della bolletta elettrica (vedi sopra), che contribuisce a rimborsare parte dell'investimento.

Considerando tutti questi elementi, a volte complicati se fatti contemporaneamente e variabili da stato a stato, il ritorno dell'investimento è calcolabile tra 10 e 30 anni nel caso di un utente privato, mentre per un'azienda non è facilmente calcolabile senza altri elementi più specifici.

Senza alcun supporto, il ritorno totale dell'investimento si aggira attorno ai 50 anni, visti i costi odierni. In Spagna e Germania è di 15-20 anni, visto che i due stati hanno scelto delle tariffe di acquisto piuttosto convenienti per chi produce con le energie rinnovabili.

nel settore delle costruzioni: considerate che i vostri interlocutori possono essere semplici venditori, senza esperienza di installazione.

Prendetevi quindi il tempo per analizzare le offerte ricevute, sia dal punto di vista tecnico che da quello commerciale. La presente guida deriva da una lunga esperienza, maturata a contatto con gli utenti, ma è importante chiedere chiarimenti (in caso di bisogno) al vostro interlocutore, o ad altre fonti (agenzie pubbliche, associazioni locali specializzate,...)

Le responsabilità dell'installazione, come i limiti e la durata della garanzia, devono essere ben chiarite nel contratto. Questo è molto importante per definire le responsabilità di ciascun operatore

che interviene nell'installazione (muratore, elettricista,...).

Altri servizi complementari, come una garanzia di risultato o un contratto di manutenzione possono essere molto utili all'inizio, ma i loro dettagliati meccanismi e l'ammontare dei possibili costi in più devono essere studiati molto attentamente prima di essere accettati.

Un controllo finale del lavoro da parte dell'utente è una tappa molto importante, onde evitare futuri problemi ed ottenere le migliori prestazioni dal proprio tetto solare. Questo non significa creare troppa confidenza con l'operatore, ma stare piuttosto attenti durante la fase d'installazione, che dovrebbe essere sempre effettuata da personale qualificato e certificato.

## La situazione italiana: il programma "Tetti Fotovoltaici"

Il decreto riguardante il programma "Tetti fotovoltaici" (ancora non pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale al momento della stampa della presente guida) prevede finanziamenti di 60 miliardi di lire: venti miliardi andranno ad enti locali e pubblici (il finanziamento sarà erogato dal Ministero dell'Ambiente), mentre gli altri quaranta andranno ai privati (finanziamento che avverrà tramite le regioni). Il finanziamento sarà a fondo perduto e coprirà il 75% dell'importo dei lavori, con un massimale di 10,5 milioni di lire per kWp. I bandi saranno di due tipi: uno rivolto ai capoluoghi di provincia, alle province ed altri enti pubblici, l'altro alle regioni. Queste ultime dovrebbero quindi emettere dei bandi rivolti ai privati, aumentando

l'importo del finanziamento statale di 1/3 (ai 40 miliardi statali saranno aggiunti 12 miliardi dalle regioni). Saranno ammessi impianti da 1kW a 50kW. Per quanto riguarda l'energia prodotta e non consumata, questa potrà essere "venduta" alla rete, con un prezzo di cessione corrispondente alla tariffa di acquisto dell'energia elettrica dalla rete. Non sarà necessario richiedere la licenza edilizia né possedere la partita I.V.A. (basterà presentare al comune una domanda con allegata la relazione di un tecnico abilitato).

Per garantire quindi la piena efficienza degli impianti fotovoltaici, l'Enea avrà il compito di assicurare il monitoraggio attraverso un apposito protocollo.

L'utente finale deve essere molto cauto nelle sue relazioni con fornitori ed installatori, poiché

l'equipaggiamento è piuttosto costoso e non molto diffuso, e vi è scarsa professionalità sul fotovoltaico

## 5. TESTIMONIANZE DI UTENTI ED ESEMPI DI INSTALLAZIONE

### Perseus 5.1. Impianto fotovoltaico in un condominio nel centro di Grenoble



fonte Phébus

Vincent Fristot descrive all'interno di un sito internet gli obiettivi ed i principi della sua realizzazione, i risultati periodici e sue caratteristiche. Vincent spiega che il carico elettrico ha dovuto essere ottimizzato, per ottenere un uso più razionale dell'energia. Il freezer fu rimpiazzato da uno di migliore qualità, le lampadine tradizionali

furono cambiate con le fluo-compacte, lo stand-by di molti elettrodomestici (tv, stereo, ecc.) eliminato, risparmiando in tutto più del 40% dei consumi.

Il signor Fristot racconta la sua soddisfazione mostrando come è possibile produrre l'equivalente del consumo di tre persone in una casa in grado di garantire il livello di benessere richiesto al giorno d'oggi. Questi obiettivi sono addirittura aumentati del 15% in due anni, creando così molta soddisfazione nel constatare il miglioramento avvenuto utilizzando l'energia autoprodotta, senza nessun consumo di origine fossile o inquinamento dell'aria.

### Perseus 5.2. Impianto fotovoltaico in una scuola superiore di Carpi

Il Professor Covezzi illustra l'impianto fotovoltaico installato nella scuola in cui insegna, l'istituto tecnico statale "Leonardo da Vinci" di Carpi, in provincia di Modena.

L'idea era quella di sensibilizzare gli studenti in materia di "energia pulita", facendoli partecipare al disegno ed alla realizzazione della struttura dove appoggiare i pannelli fotovoltaici. Il design è stato fatto in base all'inclinazione che avrebbero dovuto avere i pannelli ed al posizionamento sul

tetto. Successivamente, il lavoro è stato effettuato da un'azienda del settore, sempre con la supervisione degli studenti. L'impianto è stato recentemente maggiorato da un'altra sezione di 1kWp, che è stato inaugurato durante il "Sun-Day" (17 marzo 2000), con una celebrazione ufficiale fra autorità locali, studenti, genitori ed amici. "L'impianto ha avuto un impatto davvero positivo per l'approccio degli studenti con l'energia" spiega il Prof. Covezzi "gli studenti sono consapevoli di

ciò che significa produrre energia: loro sentono questo impianto fotovoltaico come di loro proprietà, e sono davvero fieri di aver partecipato alla realizzazione del primo tetto solare della città".

Installazione fotovoltaica in Vendée (Francia) Patrick e Brigitte Deville raccontano la storia del loro impianto fotovoltaico: "17 Marzo 1998, ore 23:00: il tecnico dell'associazione "Phebus", dopo aver terminato con successo la verifica dell'impianto, controllò che l'inverter desse il suo consenso, producendo il primo Wh (quel giorno furono prodotti 3 kWh). Per la prima volta il contatore della società elettrica girò al contrario. Da tempo stavamo cercando una soluzione per ridurre il consumo dell'energia proveniente dalla rete, producendola con un nostro impianto, ma scartavamo tutte le possibilità perché inquinavano, mentre volevamo ottenere un sistema davvero ecologico. Finalmente nell'agosto 1997 sentimmo parlare di un'iniziativa Phebus e quindi decidemmo di sfruttare questa opportunità. Fu richiesto uno studio in vista della realizzazione e dell'installazione. Il tetto della casa, orientato verso Sud-Est, aveva un'inclinazione di circa 20 gradi. Da questo studio di base calcolammo che la perdita di rendimento era dell'8% ; ordinammo quindi un sistema da 1100Wp (10m2) alla fine di settembre.

Il materiale arrivò all'inizio di gennaio (1998) e



fonte Phébus

procedemmo con l'installazione dei moduli durante le nostre vacanze di febbraio. Non incontrammo alcun tipo di difficoltà: il materiale era confezionato bene e le spiegazioni per l'installazione semplici e chiare. Siamo stati aiutati nel lavoro da un nostro amico che aveva da poco installato un tetto solare a casa sua. In quel momento, l'unico finanziamento possibile era quello da parte dell'Europa, grazie al progetto gestito da Phebus (circa 1800 Euro) ed una riduzione delle tasse grazie al fatto che si produceva energia rinnovabile (1150 Euro). Il nostro tetto solare costò quindi meno di 5250 Euro, tutto compreso. Dopo due anni e mezzo possiamo affermare di non aver avuto alcun tipo di inconveniente: ha prodotto 2600 kWh fino ad oggi, inoltre il nostro consumo energetico dall'installazione è diminuito del 30%, riducendosi da 2000 a 1400 kWh. Abbiamo eliminato gli inutili stand-by dei vari apparecchi domestici e sostituito tutte le lampadine con quelle a risparmio energetico. Siamo sempre contenti quindi di mostrare il nostro impianto agli amici che ce lo chiedono, soprattutto quando il contatore gira a nostro favore!

## 5.3. Analisi economica di una installazione

Il costo di un tetto solare varia in base ad alcune condizioni (vedere punto 2.8). Di seguito vengono considerate due diverse tipologie di installazione, con differenze di costi e sovvenzioni. I calcoli sono stati fatti in base ai contratti standard che si fanno con la Società Elettrica. **Scenari:**

- "favorito": la casa è posizionata in una regione con una buona esposizione al sole (vedi 2.5), l'impianto beneficia del contributo per tetti fotovoltaici e della detrazione fiscale del 36%;
- "non favorito": l'impianto beneficia del solo contributo del 75%, regione con bassa esposizione solare (v.2.5).

### Caso n°1

Costo totale IVA esclusa (mln di £.)	21,0	
Spesa totale con IVA (mln di £.)	23,1	
Contributo pubblico (75% con plafond a 10,5 M€/kWp) (mln di £.)	15,8	
Scenario	sfavorevole	favorevole
Deduzione 36% (mln di £.)	2,6	0
Resa a carico	4,7	7,4
Produzione annua (kWh)	1800	1500
Risparmio annuale (£)	630.000	525.000
Tempo di ritorno semplice (anni)	7,5	14,0

### Caso n°2

Costo totale IVA esclusa (mln di £.)	29,4	
Spesa totale con IVA (mln di £.)	32,3	
Contributo pubblico (75% con plafond a 10,5 M€/kWp) (mln di £.)	15,8	
Scenario	sfavorevole	favorevole
Deduzione 36% (mln di £.)	6,0	0
Resa a carico	10,6	16,6
Produzione annua (kWh)	1800	1500
Risparmio annuale (£)	630.000	525.000
Tempo di ritorno semplice (anni)	16,9	31,6

### Caso n. 1:

- Installazione su un edificio di due anni (I.V.A. 10%). Posa dei moduli sovrapposta al tetto (non integrata nella copertura).

Moduli fotovoltaici tradizionali con cornice di alluminio. Supporti in profilato di alluminio.

### Caso n. 2

Casa nuova in costruzione (IVA 20%). Integrazione nella copertura con tenuta alla pioggia. Pannelli senza cornici integrati entro profili di alluminio ovvero prodotti speciali tipo "tegole fotovoltaiche" (sovraccosto stimato in un 20%).

## 6. CHECK-LIST PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE DI UN TETTO SOLARE

Per guidarvi nel vostro progetto, vi proponiamo una check-list, in modo da ricordarvi i passi più importanti nel design e nella realizzazione, e per aiutarvi nelle decisioni da prendere.

### 1. FASE DEL DESIGN DELL'IMPIANTO

**Etape n° 1 :** *valutazione dei bisogni energetici.*

Annotare il consumo elettrico derivante dalla rete.

Stimare le possibili economie elettriche (punto 3.1).

Valutare i bisogni minimi di elettricità.

**Etape n° 2 :** *stima della produzione di energia da fotovoltaico (ottenibile dall'installatore).*

Calcolare la produzione (standard) raggiungibile (punto 2.5)

Applicare i fattori di correzione per inclinazione, orientamento ed ombre (3.2, 3.3).

Accertare la facciata adatta all'installazione.

Stimare la produzione annua.

Calcolare la frazione solare rispetto al consumo elettrico.

**Etape n° 3 :** *selezionare un installatore e farsi fare un'offerta.*

Stabilire la taglia dell'impianto (espresso in kWp, tenendo conto della capacità di investimento).

Chiedere offerte dettagliate (compresi i costi) con anche la produzione annua.

Confrontare le offerte ricevute dagli installatori.

Valutare finanziariamente il progetto.

**Etape n°4 :** *Decidere se installare un tetto fotovoltaico.*

Decidere in base alle analisi finanziarie.

Se la decisione è positiva, scegliere l'installatore.

## 2. FASE DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

(cose da verificare durante la preparazione e la realizzazione)

**1:** *I componenti :*  
*Moduli :*

Controllare i certificati di qualità.

Verificare la durata ed il livello di garanzia.

Definire la qualità della connessione (pre-assemblato?)

*Connessioni :*

Verificare la tenuta dell'acqua.

Valutare la qualità dei cavi (specie se per uso esterno).

Sono previsti dispositivi speciali? Chiedere le caratteristiche dettagliate.

*Inverter :*

Verificare la corrispondenza alle normative

Verificare il rapporto tra potenza della schiera di moduli e la potenza dell'inverter

Meno di 1 =inverter sovradimensionato

Tra 1 e 1.4 (1.6 in caso di installazione verticale) = corretto

Controllare la protezione luminosa.

**2:** *Installazione*  
*Schiera dei moduli :*

*Regolamenti edilizi :*

Preparare ed inviare la dichiarazione di inizio lavori

Ottenere il permesso di costruzione, se richiesto

Verificare di aver provveduto ad ogni procedura particolare

Verificare la solidità del fissaggio

Controllare la tenuta dell'acqua della copertura del tetto

*Inverter*

Considerare la massima distanza possibile tra i moduli :

Meno di 20 metri: nessun problema

Più di 20 metri: controllare la sezione dei cavi di collegamento

Verificare le condizioni di accesso alla zona dell'inverter

Controllare l'esistenza della possibilità esterna di disconnettere l'inverter dalla rete.

Considerare i possibili problemi di rumore quand'è in funzione.

*Altro:* Identificare il corso dei cavi lungo il tetto, i muri o il pavimento.

**3:** *Relazioni con la società elettrica locale:*

Chiedere ed annotare le richieste tecniche per la connessione alla rete

Chiedere un contratto standard per l'elettricità prodotta da impianto fotovoltaico

Firmare il contratto

**4:** *Collaudo:*

Far eseguire il collaudo ad un tecnico abilitato

Acquisire tutte le garanzie e documenti tecnici

Inviare al Comune la dichiarazione di fine attività

## 7. CONCLUSIONE

Con questa guida, speriamo di avervi fornito abbastanza informazioni per convincervi dell'opportunità di installare un tetto fotovoltaico in casa vostra, se siete un privato o sulla vostra sede, se siete un'impresa.

Questa guida forse non sarà in grado di rispondere a tutte le vostre domande, ma un numero elevato di persone qualificate sono al vostro servizio per darvi maggiori e specifiche informazioni: una lista apposita è stata redatta nel prossimo capitolo.

Oltre agli argomenti razionali, il desiderio di iniziare una produzione propria di elettricità è una buona motivazione. Con il vostro tetto solare, potrete coprire parte dei vostri consumi elettrici grazie all'aiuto del sole, una risorsa pulita e rinnovabile. Voi così entrerete a far parte della comunità degli utenti di sistemi fotovoltaici, partecipando concretamente alla protezione dell'ambiente ed alla costruzione di uno sviluppo davvero sostenibile. Siamo convinti che il vostro tetto solare vi darà soddisfazione e ve lo auguriamo di cuore.

## Réseau des Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement (RARE)

Les Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement animent et mettent en œuvre les politiques régionales dans le domaine de la maîtrise de l'énergie, du développement des énergies renouvelables et de la protection de l'environnement.

### Agence de Développement Economique de la Corse (ADEC)

19 route Sartène - 20090 AJACCIO - Tél. : 04 95 23 77 00 - Fax : 04 95 23 38 86

### Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME)

Hôtel de Région

201 avenue de Pompignane - 34064 MONTPELLIER Cedex 2 - Tél. : 04 67 22 90 62 - Fax : 04 67 22 94 05

### Agence Poitou-Charentes Energie Déchets Eau (A.P.C.E.D.E.)

6 rue de l'Ancienne Comédie - BP 452 - 86011 POITIERS Cedex - Tél. : 05 49 50 12 12 - Fax : 05 49 41 61 11

### Agence Régionale de l'Energie (ARE) Nord Pas de Calais

50 rue Gustave Delory - 59000 LILLE - Tél. : 03 20 88 64 30 - Fax : 03 20 88 64 40

### Agence Régionale de l'Energie Provence-Alpes-Côte d'Azur (ARENE PACA)

2 rue Henri Barbusse - 13241 MARSEILLE CEDEX 01 - Tél. : 04 91 91 53 00 - Fax : 04 91 91 94 36

### Agence Régionale de l'Environnement de Haute-Normandie (AREHN)

Cloître des Pénitents - 8, allée Daniel Lavallée - 76000 ROUEN - Tél. : 02.35.15.78.00 - Fax : 02.35.15.78.20

### Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies (ARENE) Ile de France

94 bis avenue de Suffren - 75015 PARIS - Tél. : 01 53 85 61 75 - Fax : 01 40 65 90 41

### Agence Régionale Pour l'Environnement (ARPE) Midi Pyrénées

14 rue de Tivoli - 31068 TOULOUSE CEDEX - Tél.: 05 61 33 53 09 - Fax: 05 34 31 18 42

### Office d'Environnement de la Corse

Avenue Jean Nicoli - 20250 CORTE - Tél. : 04 95 45 04 00 - Fax : 04 95 45 04 01

### Réseau Aquitain de l'Environnement

Cité Mondiale - Centre Régional Technologique

23 parvis des Chartrons - 33074 BORDEAUX cedex - Tél. : 05 57 57 06 30 - Fax : 05 56 01 78 89

### Rhône-Alpénergie-Environnement

10 rue des Archers - 69002 LYON - Tél. : 04 78 37 29 14 - Fax : 04 78 37 64 91

## ADEME (Agence Regionale de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie)

### Alsace

8, rue Adolphe Seyboth - 67000 Strasbourg - Tél. : 03 88 15 46 46 - Fax : 03 88 15 46 47

### Aquitaine

31, rue de l'Ecole Normale - 33200 Bordeaux - Tél. : 05 56 08 78 79 - Fax : 05 56 02 09 02

### Auvergne

63, boulevard Berthelot - 63000 Clermont-Ferrand - Tél. : 04 73 31 52 80 - Fax : 04 73 31 52 85

### Basse Normandie

"Le Pentacle" av. de Tsukuba - 14209 Hérouville St-Clair cedex - Tél. : 02 31 46 81 00 - Fax : 02 31 46 81 01

### Bourgogne

"Le Mazarin" 10, av. Foch - BP 51562 - 21015 Dijon cedex - Tél. : 03 80 76 89 76 - Fax : 03 80 76 89 70

### Bretagne

33, Boulevard Solférino - BP 196 - 35004 Rennes cedex - Tél. : 02 99 85 87 00 - Fax : 02 99 31 44 06

### Centre

22, rue d'Alsace-Lorraine - 45058 Orléans cedex 1 - Tél. : 02 38 24 00 00 - Fax : 02 38 53 74 76

### Centre de Paris

Vanves - Siège social - 27, rue Louis Vicat - 75737 Paris cedex 15 - Tél. : 01 47 65 20 00 - Fax : 01 46 45 52 36

### Centre d'Angers

2, Square Lafayette - BP 406 - 49004 Angers cedex 01 - Tél. : 02 41 20 41 20 - Fax : 02 47 87 23 50

### Centre de Valbonne

500, route des Lucioles - 06560 Sophia-Antipolis cedex - Tél. : 04 93 95 79 00 - Fax : 04 93 65 31 96

### Champagne-Ardenne

116, avenue de Paris - 51038 Châlons-en-Champagne cedex - Tél. : 03 26 69 20 96 - Fax : 03 26 65 07 6

### Corse

8, rue Sainte-Claire - BP 314 - 20182 Ajaccio cedex - Tél. : 04 95 51 77 00 - Fax : 04 95 51 26 23

### Franche Comté

25, rue Gambetta - BP 26367 - 25018 Besançon Cedex 6 - Tél. : 03 81 25 50 00 - Fax : 03 81 81 87 90

### Guadeloupe

Immeuble Cafe Center, rue Ferdinand Forest - 97122 Baie Mahault - Tél. : 05 90 26 78 05 - Fax : 05 90 26 87 15

### Guyane

28, avenue Léopold Heder - 97300 Cayenne - Tél. : 05 94 29 73 60 - Fax : 05 94 30 76 69

### Haute Normandie

"Les Galées du Roi" - 30, rue Gadeau de Kerville - 76000 Rouen - Tél. : 02 35 62 24 42 - Fax : 02 35 63 38 69

### Ile de France

6/8, rue Jean Jaurès - 92807 Puteaux cedex - Tél. : 01 49 01 45 47 - Fax : 01 49 00 06 84

### Languedoc-Roussillon

205, rue de l'Acropole, Le Parthéna II - Antigone - 34965 Montpellier cedex 2 - Tél. : 04 67 99 89 79 - Fax : 04 67 64 30 89

### Limousin

38 ter, avenue de la libération - 87000 Limoges - Tél. : 05 55 79 39 34 - Fax : 05 55 77 13 62

### Lorraine

34, avenue André Malraux - 57000 Metz - Tél. : 03 87 20 02 90 - Fax : 03 87 50 26 48

### Martinique

42, rue Garnier Pagès - 97200 Fort-de-France - Tél. : 05 96 63 51 42 - Fax : 05 96 70 60 76

### Midi-Pyrénées

29, voie l'Occitane, Labège Innopole - BP 672 - 31319 Labège cedex - Tél. : 05 62 24 35 36 - Fax : 05 62 24 34 61

### Nord-Pas de Calais

Centre Tertiaire de l'Arsenal - 20, rue du Prieuré - 59500 Douai - Tél. : 03 27 95 89 70 - Fax : 03 27 95 89 71

### Nouvelle Calédonie

SME - BP 465 - 98845 Nouméa cedex - Tél. : 00 687 27 39 44 - Fax : 00 687 27 23 45

### Pays de la Loire

"Sigma 2000" 5, boulevard V. Gâche - BP 16202 - 44262 Nantes cedex 02 - Tél. : 02 40 35 68 00 - Fax : 02 40 35 27 21

### Picardie

2, rue Delpech - 80000 Amiens - Tél. : 03 22 45 18 90 - Fax : 03 22 45 19 47

### Poitou-Charentes

6, rue de l'Ancienne Comédie - BP 452 - 86011 Poitiers cedex - Tél. : 05 49 50 12 12 - Fax : 05 49 41 61 11

### Polynésie française

DAT - BP 115 Papeete - Tél. : 00 689 46 84 51 - Fax : 00 689 46 84 49

### Provence-Alpes-Côte d'Azur

141, avenue du Prado - 13417 Marseille cedex 08 - Tél. : 04 91 78 91 85 - Fax : 04 91 80 30 85

### Réunion

Parc 2000 - 3, avenue Théodore Drouhet - BP 380 - 97829 LE PORT cedex - Tél. : 02 62 71 11 30 - Fax : 02 62 71 11 31

### Rhône-Alpes

10, rue des Émeraudes - 69006 Lyon - Tél. : 04 72 83 46 00 - Fax : 04 72 83 46 26

### Saint-Pierre et Miquelon

DAF - 3, rue A. Briand - BP 4244 - 97500 St-Pierre et Miquelon - Tél. : 05 08 41 33 96 - Fax : 05 08 41 48 25

### Associations pour la promotion des énergies renouvelables :

#### CLER

Comité de Liaison des Energies Renouvelables

2 B rue Jules Ferry - 93100 MONTREUIL - Tél. : 01 55 86 80 00 - Fax : 01 55 86 80 01

Coordonnées des associations locales pour la promotion des énergies renouvelables disponibles à cette adresse

#### PHEBUS (Energie photovoltaïque raccordée au réseau et efficacité énergétique)

114 bld du 11 novembre 1918 - 69100 VILLEURBANNE - Tél. : 04 37 47 80 90 - Fax : 04 37 47 80 99

### Association professionnelle d'entreprises européennes installant des panneaux photovoltaïques et des éoliennes

#### TECHNOSOLAR

Secrétariat - S/c Jura Energie Solaire - 39800 COLONNE - Tél. : 03 84 37 57 00 - Fax : 03 84 37 59 73

#### TECHNOSOLAR

Présidence - S/c SOLARTE - RN 116 - Carrefour Sirach - 66500 RIA - Tél. : 04 68 05 27 26 - Fax : 04 68 05 29 24

### Industriels et fournisseurs de matériel PV

#### APEX

4 rue de l'Industrie - 34880 LAVERUNE - Tél. : 04 67 07 02 02 - Fax : 04 67 69 17 34

#### PHOTOWATT INTERNATIONAL SA

33 rue Saint Honoré - Champfleuri - 38300 BOURGOIN JALLIEU - Tél. : 04 74 93 80 20 - Fax : 04 74 93 80 40

#### SHELL INTERNATIONAL RENEWABLES

89 bd Franklin Roosevelt - 92564 RUEIL MALMAISON cedex - Tél. : 01 47 14 83 61 - Fax : 01 47 14 80 96

#### SUNWATT France

18 rue René Cassin - 74240 GAILLARD - Tél. : 04 50 31 35 85 - Fax : 04 50 31 36 85

#### TOTAL Energie

12/14 allée du Levant - 69890 LA TOUR DE SALVAGNY - Tél. : 04 78 48 88 50 - Fax : 04 78 19 44 83

## 9. ALLEGATI

### Perscus 9.1. Esempio di calcolo del potenziale fotovoltaico

#### ESEMPIO 1:

Una facciata di 11 kWc orientata a Sud-Ovest situato a Roma, 120 m<sup>2</sup> di pannelli.

La città è situata nella zona arancio della cartina 2.5, la produzione media annuale sarà quindi di 1150 kWp per kWc alle condizioni ottimali. Secondo la tabella della parte 3.3, il fattore di correzione è stimato a 0,66, la facciata produrrà quindi annualmente 1150x0,66=759 kWh per kWc, in totale 759x11=8349.

#### ESEMPIO 2:

Un tetto di 2,2 kWc a Torino, orientato verso Sud, inclinato a 30°.

Torino è situata nella zona gialla. Dal momento che l'orientamento e l'inclinazione sono ottimali, la produzione sarà di 950x2,2=2090 kWh all'anno (arrotondato a 2100).

Con un'inclinazione di 60°, lo stesso campo dei pannelli produrrà 2090x0,91=1901, arrotondato a 1900 kWh all'anno.

Se, al contrario, il futuro utente ha l'obiettivo di coprire una certa parte del suo consumo con la produzione fotovoltaica, la superficie dei pannelli è piuttosto facile da calcolare a partire da queste cifre. Nell'esempio 1, vediamo che il consumo annuale (dati ricavati dalle fatture della società elettrica) arriva a 3500 kWh, e che l'utente vuole produrre abbastanza elettricità da coprire metà del suo consumo.

- La potenza necessaria dei pannelli sarà quindi 3500/2=1750 kWh (il consumo totale diviso due).
- 1750/759 (759 è la produzione per 1 kWc)=2,3.
- Avrà quindi bisogno di 2,3 kWc (circa 23 m<sup>2</sup>)
- Con 4,6 kWc (46 m<sup>2</sup>), l'utente produrrà il totale del suo consumo annuo.

## 9.2. Stima dell'economia elettrica della produzione annuale del campo dei pannelli, valutazione finanziaria.

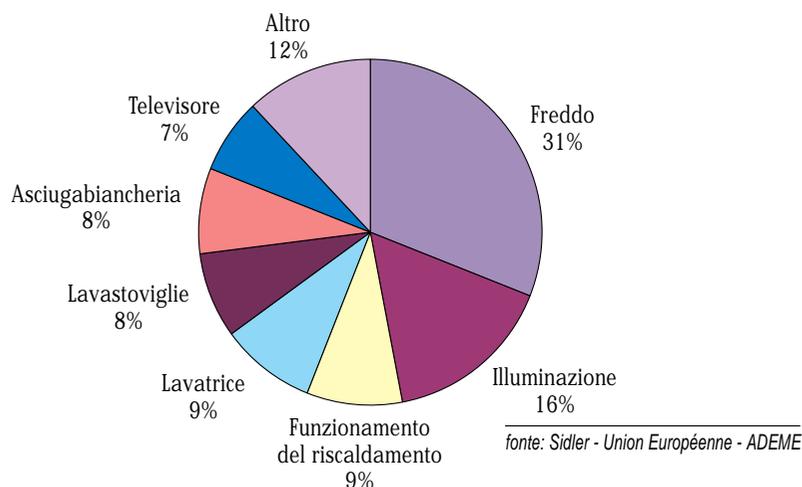
**Tappa 1:** valutazione del bisogno elettrico

### 1. Consumo annuale grezzo (in kWc):

Somma dei kWh fatturati in un anno dalla compagnia elettrica (cifre ricavate dalle fatture)  
CA=

#### • Paragone con la media nazionale:

Ripartizione dei consumi d'elettricità per un consumo medio:



Consumo medio di elettricità per una famiglia in Francia: da 2500 a 3000 kWh l'anno. Se il vostro consumo è superiore a questa media, esaminate le seguenti possibilità di economia:

**Riscaldamento, acqua calda e piani di cottura:** cambiare il tipo d'energia utilizzata (non dimenticarsi di studiare le soluzioni riguardanti le "energie rinnovabili": per il riscaldamento è l'acqua calda è interessante la tecnologia dei pannelli solari termici). Esaminate il gas, per la cucina.

**Freddo:** se il vostro frigorifero o il vostro congelatore ha più di cinque anni, potete rimpiazzarlo con un modello più recente di classe A. **Esempio di economia realizzata:**

	Consumo standard	Consumo di un modello "classe A"
Frigorifero	350 kWh/anno	90 kWh/anno
Congelatore	500 kWh/anno	180 kWh/anno

**Illuminazione:** cambiate le lampadine tradizionali con quelle a basso consumo, dette "fluorescenti-compatte" (efficacia energetica superiore di 4-5 volte di una lampadina normale). E' possibile passare da un consumo medio di 460 kWh/anno per un appartamento a 120 kWh/anno utilizzando il più possibile le lampade fluoro-compatte.

**Lavatrice e lavastoviglie:** rimpiazzarli con degli apparecchi dalle prestazioni ottimali ed alimentarli direttamente con acqua calda (verificare che accettino l'alimentazione con acqua calda).

**Hi-Fi, TV, computer:** eliminategli inutili stand-by degli apparecchi nel caso di non utilizzo.

**Tappa 2:** Calcolo della produzione annuale del tetto solare:

Produzione attesa per 1 kWc nelle condizioni standard (in kWc) (punto 2.5):

**P**

Inclinazione (° in rapporto all'orizzontale):

Orientamento (° in rapporto a Sud):

Fattore di correzione (vedere punto 3.3):

**FC**

Produzione specifica attesa per kWc:

**PS = P x FC =**

Superficie massima disponibile (in m2):

**SD**

Potenza massima dei pannelli (in kWc):

**PM = SD / 10 =**

Produzione annua (in kWc)

**PA = PS x PM =**

Queste cifre danno la produzione media del vostro tetto solare, senza tener conto delle eventuali ombre. Se ci sono degli ostacoli che rischiano di creare ombre sui pannelli, si deve correggere questo valore moltiplicando per un fattore inferiore a 1. Per avere informazioni più precise, chiedere una stima ad un fornitore di materiale o ad un'associazione competente (vedere gli indirizzi al capitolo 8).

## VALUTAZIONE FINANZIARIA:

Costo totale (IVA compresa)

**CT**

### Sovvenzioni all'investimento:

Europa

**SE**

Stato

**SA**

Regione

**SR**

Altro

**AS**

Total delle sovvenzioni

**TS**

Costo finale:

**CF = CT - TS =**

Produzione annuale attesa

**PA**

Prezzo di vendita del kWc TTC (contratto con l'Enel)

**PV**

Ritorno lordo annuale

**RB = PA x PV =**

Interessi annuali del prestito

**IE**

Costi di manutenzione (contratto?)

**CM**

Ritorno netto :

**RN = RB - IE - CM =**

Tempo di ritorno lordo :

**TRB = CF : RN =**