



*Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*



PROGETTO OPERATIVO AMBIENTE

**P.O.N. ATAS 2000 -2006**  
Programma Operativo Nazionale  
di Assistenza Tecnica ed Azioni di Sistema



**sfruttamento delle  
fonti energetiche rinnovabili  
all'interno delle aree naturali protette  
delle zone ad Obiettivo 1**

**energia fotovoltaica**  
linee guida

---

Questo studio nasce dall'esigenza di fornire un inquadramento unitario ed a tutto campo in una materia, quella del ricorso alle fonti energetiche rinnovabili, che viene spesso affrontata e sviluppata con strumenti di altissima qualità dal punto di vista tecnico, ma con un approccio molto specialistico, che finisce per offuscare o sottovalutare gli elementi del contesto socio-culturale in cui si inserisce e gli ostacoli ma anche le opportunità che esso genera al fine di promuovere il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili all'interno delle aree naturali protette ricomprese nelle Regioni facenti parte dei Programmi di finanziamento comunitario destinati alle aree Obiettivo 1.

Nell'ambito degli impegni assunti dal nostro Paese nel quadro della Convenzione sui cambiamenti climatici che ha portato alla sottoscrizione del protocollo di Kyoto, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, sia direttamente che attraverso una Convenzione quadro con Enea, l'Enel e il Ministero delle Attività Produttive si è adoperato, nel corso degli ultimi anni, per promuovere le fonti energetiche alternative e per dare un impulso, anche attraverso un massiccio ricorso a strumenti incentivanti, alla loro diffusione sul territorio nazionale.

L'insieme dei testi di ricerca (*nda* d'ora in poi definite come *linee guida*) del "progetto operativo ambiente" è stato elaborato rispetto ad uno specifico gruppo di destinatari delle informazioni raccolte: il riferimento principale dei testi è l'Ente Parco, sia nella sua veste di decisore che in quella più propriamente tecnica.

Le "linee guida" sono supportate da tre diversi formati:

- *un documento di inquadramento generale del tema*
- *un testo di manualistica d'utilizzo corrente*
- *un cd-rom navigabile dagli utenti contenente, oltre all'inquadramento generale ed al manuale, tutti gli allegati tecnici utili per l'approfondimento, e link attivi ai principali siti di riferimento operativo*

Le linee guida forniscono all'Ente Parco non già gli elementi esaustivi per la realizzazione di un intervento, ma piuttosto i parametri fondamentali per valutarne la fattibilità e verificare un processo di "progettazione" che quasi certamente sarà esterno all'ente stesso.

Le informazioni del testo di manualistica corrente, sia in formato cartaceo che informatico, sono fornite attraverso lo svolgersi di un percorso logico di avvicinamento alla materia pur sapendo in anticipo che alcune delle attività necessarie per la realizzazione degli impianti dovranno essere demandate a tecnici e/o esperti; le linee guida consentono comunque agli addetti di seguire percorsi logici e di programmare in maniera efficiente il susseguirsi ed il coordinamento delle attività di progettazione-finanziamento-realizzazione, nonché di valutare e controllare la validità delle scelte strategiche intraprese.

## Indice del manuale

1. le fonti energetiche rinnovabili nelle aree protette
2. l'energia fotovoltaica
3. l'effetto fotovoltaico
4. componenti dell'impianto fotovoltaico
5. le applicazioni dell'energia fotovoltaica
6. quadro normativo di riferimento
7. il mercato dell'energia e degli impianti fotovoltaici
8. Progettazione
9. fonti di finanziamento
10. modelli e metodologie d'intervento
11. le fonti di informazione e approfondimento

©  
Il testo è soggetto a protezione internazionale.  
Qualsiasi forma di utilizzo, anche parziale, deve essere autorizzata



## Lo sviluppo sostenibile nelle aree naturali protette

Un approccio dinamico al problema della Conservazione della natura concepisce la tutela del territorio non solo come un vincolo che inibisce determinate destinazioni d'uso del suolo, ma anche e soprattutto come un potente motore dello sviluppo locale, in forme che rispondono ai dettami della sostenibilità ambientale e in qualche modo anticipano anche dal punto di vista tecnologico - le modalità di una riconversione ecologica destinata a investire nel tempo tutte le forme della vita associata su tutto il territorio del Pianeta.

Le aree naturali protette sono, o dovrebbero essere, soprattutto un laboratorio in cui sperimentare le soluzioni più avanzate di un percorso di fuoriuscita dagli inconvenienti indotti dallo sviluppo industriale e dai rischi planetari connessi alla riproduzione dell'attuale modello di sviluppo.

L'innescio di processi virtuosi di uso delle risorse rinnovabili all'interno delle aree naturali protette può avvenire grazie all'utilizzo di molteplici strumenti: dalle semplici campagne di informazione, sensibilizzazione, animazione dei referenti degli Enti a modelli più raffinati di intervento che comprendano lo sviluppo di "progetti esemplari" con un grado di flessibilità tale da poter essere riprodotti con successo in contesti analoghi.

La strategia adottata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, in cui questa pubblicazione si inserisce, prevede di utilizzare la figura dell'Ente responsabile come "promotore" di progetti di impianti di utilizzo del fotovoltaico di scala medio-piccola, aventi caratteristiche tali da poter essere agevolmente utilizzati dai soggetti privati operanti all'interno del parco.

# 1

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 1  
"Le fonti energetiche rinnovabili  
nelle aree protette"

---

In questo modo gli Enti Parco potranno acquisire esperienze e capacità tali da assumere un ruolo attivo di promotori dello sviluppo sostenibile e sfruttare al meglio i rapporti e le sinergie attivabili non solo con le aziende e gli imprenditori presenti nel perimetro delle aree naturali protette, ma anche con i residenti attraverso attività di informazione/animazione e consulting.

Occorre ricordare che sia il ricorso alle energie rinnovabili che il risparmio energetico, attraverso una maggiore efficienza degli utilizzi, sono attività ad elevata intensità di lavoro e particolarmente adatti ai processi di start-up e di creazione di nuove imprese.

Un discorso che vale per l'energia fotovoltaica - nonostante il suo costo ancora estremamente elevato ma in via di continua diminuzione e drasticamente ridotto, per altri versi, dagli incentivi messi a disposizione dal Ministero dell'Ambiente e nonostante gli inconvenienti connessi al suo impatto visivo, che possono costituire fattore di disturbo in zone di elevato pregio naturalistico, costituisce pur sempre la soluzione ottimale come hanno dimostrato numerosi esempi, in Italia e all'estero, dove si è seguita questa via - per rifornire di energia elettrica installazioni ed edifici isolati: evitando i costi e l'impatto ambientale ben più significativo di un allacciamento alla rete o di una generazione autonoma in loco con motori a combustione interna.



Rispetto alle loro potenzialità, l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nelle aree naturali protette dell'Italia, ed in particolare, l'utilizzo di impianti fotovoltaici, appare decisamente ridotto; anche se negli ultimi tempi si è registrato un aumento di interesse e di iniziative, grazie soprattutto ai finanziamenti messi a disposizione dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito delle politiche di promozione delle energie alternative previste dalla delibera CIPE del 1999, che delinea la politica di attuazione nel nostro Paese degli Accordi di Kyoto.

---

In generale, l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nelle **aree naturali protette italiane** presenta un quadro complessivo contrassegnato dal sottoutilizzo, sia rispetto alle potenzialità offerte dal territorio alle esigenze proprie di ambienti particolarmente sensibili, sia rispetto al ruolo "esemplare" di laboratorio della sostenibilità ambientale, che costituisce una delle missioni strategiche delle aree protette.

È stata pertanto condotta un'indagine che ha dato origine ad uno studio che è di per sé sufficiente a dimostrare, in linea teorica, le ampie potenzialità di utilizzo offerte dalle fonti rinnovabili, per fare fronte a problematiche che sono sì specifiche delle aree protette, ma che a loro volta rimandano a problemi di carattere generale e che, proprio per questo, sono al tempo stesso in grado di delineare in termini pratici la strada o alcune strade da percorrere per raggiungere un modello di economia sostenibile per tutto il territorio nazionale, che non dipenda più in forma esclusiva o prevalente dalle fonti energetiche di origine fossile.

L'indagine non ha la pretesa di essere esaustiva, ma è comunque sufficiente a fornire un quadro di prima approssimazione dello "stato dell'arte" in questo campo.

Si segnala in particolare lo scarto tra l'interesse per il tema mostrato dalla maggior parte dei tecnici intervistati, le idee progettuali segnalate e lo stato delle realizzazioni effettivamente portate a compimento.



## L'energia fotovoltaica

La scoperta dell'effetto fotovoltaico, ovvero la trasformazione dell'energia luminosa in energia elettrica, si deve al francese Edmond Becquerel che alla metà dell'800 scoprì che la corrente elettrica generata all'interno di una cella elettrolitica variava quando questa veniva esposta alla luce del sole.

In altre parole, quando un raggio luminoso colpiva la cella elettrolitica, le particelle di energia che compongono il raggio luminoso, i fotoni, riuscivano a trasferire parte della loro energia agli elettroni dell'elettrolita che aumentavano così la produzione di corrente elettrica della cella.

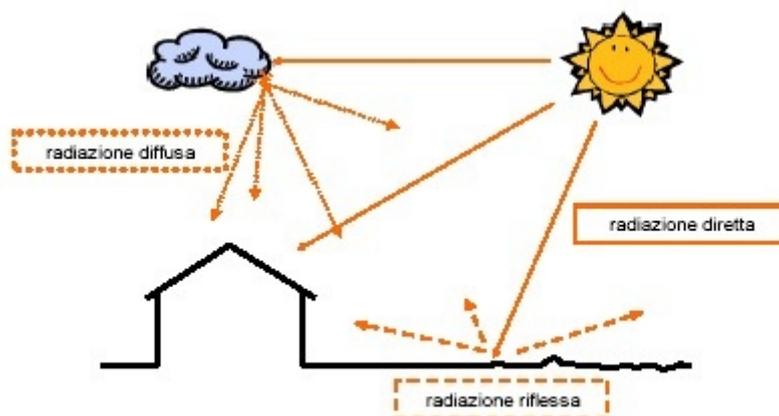
Dalla metà del secolo successivo, era circa il 1950, iniziò la sperimentazione finalizzata alla realizzazione di questi sistemi, che sono attualmente in una fase avanzata di produzione, a costi ragionevoli e con promettenti sviluppi per gli anni prossimi.

La radiazione solare che incide giornalmente sulla superficie terrestre è invece caratterizzata dalla variabilità che essa assume nel corso dell'anno.

Mentre la radiazione solare all'esterno dell'atmosfera è praticamente costante, la radiazione solare che raggiunge un osservatore sulla superficie della Terra varia grandemente con la latitudine, l'altezza dal suolo, la stagione, l'ora del giorno e può mutare rapidamente ed in modo discontinuo in seguito a variazioni di condizioni meteorologiche locali.

La radiazione solare che raggiunge il suolo terrestre è attenuata per effetto della diffusione e dell'assorbimento dell'atmosfera.

Tuttavia, considerando che mediamente in un anno solo un terzo dell'energia solare raggiunge la superficie terrestre e che il 70% di questa cade sugli oceani, l'energia solare annua incidente al suolo e che quindi può essere convertita quasi interamente in energia utilizzabile è pari a circa  $1,5 \cdot 10^{17}$  kWh, ovvero 1.536 volte il fabbisogno energetico mondiale annuo.

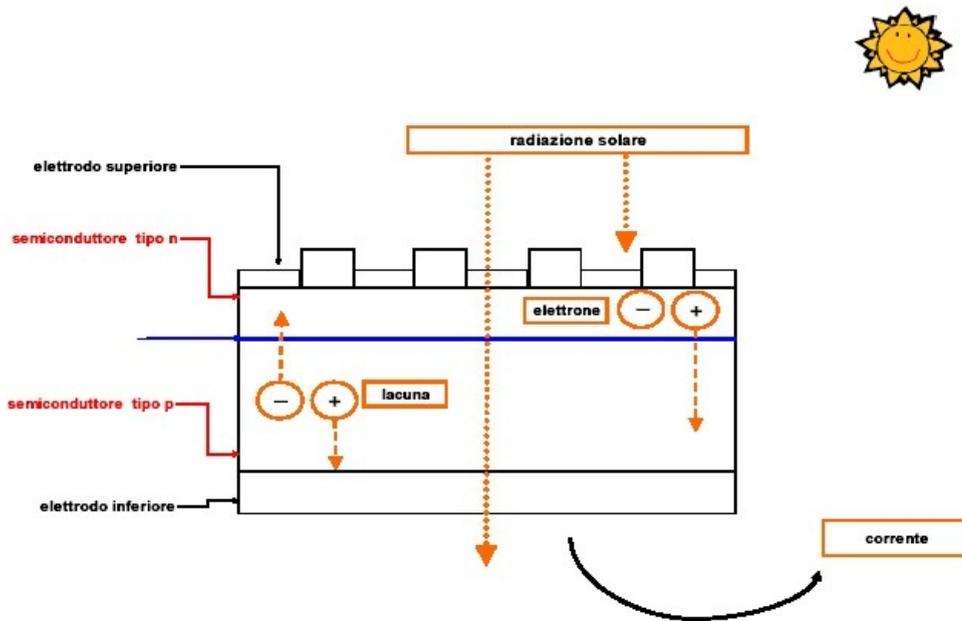


La **cella fotovoltaica** è l'elemento base del processo di trasformazione della radiazione solare in energia elettrica.

Essa sfrutta il fenomeno fisico denominato **effetto fotovoltaico**.



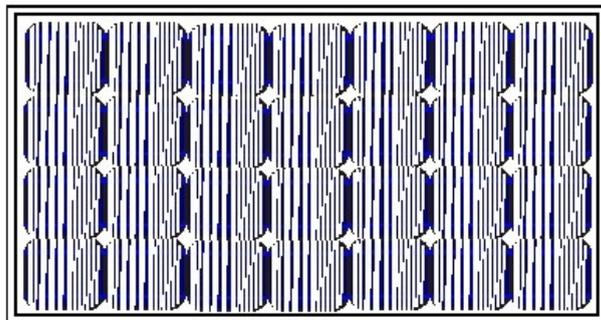
Linee guida per l'utilizzo  
delle fonti rinnovabili  
nelle aree naturali protette



Una cella fotovoltaica di  $10 \times 10$  cm è equivalente, ad un generatore di corrente continua in grado di erogare una corrente massima di circa  $2,5 \div 3$  A (corrispondente ad una densità di corrente di  $25 \div 30$  mA/cm<sup>2</sup>) ad una tensione di circa 0,55 V.

In altre parole, in queste condizioni la radiazione solare incidente su una superficie di 100 cm<sup>2</sup> è di 10 W, e dunque l'efficienza di conversione fotovoltaica si aggira mediamente attorno al  $12,5 \div 15\%$ .

Le celle, che sono piuttosto fragili, dopo essere state collegate elettricamente in serie e parallelo, vengono incapsulate all'interno di una struttura di protezione realizzata in vetro e particolari materiali plastici con una cornice in alluminio, a formare un **modulo fotovoltaico**, che è l'elemento base degli impianti fotovoltaici di qualsiasi taglia.



modulo fotovoltaico

## Impianti "stand alone" ed impianti "grid connected"

5

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 4  
"Componenti dell'impianto  
fotovoltaico"

### Impianti stand alone

Impianti **isolati** (stand alone), che in alcuni casi devono essere corredati da potenti batterie di accumulo ed anche da inverter quando i carichi che devono alimentare richiedono corrente alternata, mentre in alcune applicazioni possono rispondere alle esigenze senza l'uno o entrambi questi.

*Gli impianti stand-alone sono in genere più costosi a parità di potenza a causa del costo degli equipaggiamenti di accumulo; ma diventano decisamente economici quanto i carichi serviti non richiedono potenze elevate e il collegamento alla rete elettrica nazionale si rivela costoso o altamente impattante.*

*Da questo punto di vista le aree protette e soprattutto quelle ad elevato valore naturalistico sono il terreno ideale per la valorizzazione della tecnologia fotovoltaica, in quanto essa elimina completamente l'impatto ambientale e paesaggistico dell'allacciamento alla rete: pali, tralicci, cavi sospesi; ovvero cavi interrati con conseguente sconvolgimento del suolo che oltretutto hanno costi molto elevati e praticamente impossibili quando le distanze da coprire sono elevate e il territorio da attraversare è molto esposto alla vista.*

*Gli utilizzi più adatti a questo tipo di soluzioni sono riconducibili alle tipologie evidenziate all'interno delle "linee guida", cui possiamo aggiungere **autoclavi per il trattamento del latte, condizionatori e pompe di calore, movimentazione di acque** tramite pompe dove l'accumulo dell'energia impiegata viene effettuato eventualmente attraverso la massa dell'acqua sollevata e stoccata, e non attraverso le batterie dell'impianto.*

### Impianti grid connected

Collegati alla rete elettrica nazionale (grid-connected) e sempre dotati di inverter, per convertire la corrente continua generata dall'impianto in corrente alternata.

*La connessione alla rete è senz'altro conveniente, ma solo nel caso di impianti superiori ad una soglia minima di potenza: almeno 4-5 Kwp, ed in tutti i casi in cui l'allacciamento non presenta problemi di costo o di impatto rilevanti, come accade sempre all'interno o in prossimità dei centri abitati, o di una linea di trasmissione di corrente elettrica a bassa tensione.*

*In tutti questi casi, la connessione alla rete permette di evitare o di ridurre al minimo le attrezzature per l'accumulo dell'energia prodotta ed i relativi costi, che sono elevati; anche perché la durata media di una batteria è inferiore a quella dei pannelli e la sua sostituzione si rende quindi necessaria più volte durante la vita utile di un impianto fotovoltaico.*

*Pertanto il valore degli impianti grid connected per ora, e prevedibilmente per un consistente arco di anni a venire, è limitato ai risultati di carattere scientifico, dimostrativo o educativo che se ne possono ricavare: il che, per un'area protetta, costituisce un comunque un elemento di fondamentale importanza.*

*Importanza tale da giustificare non solo l'installazione di un piccolo impianto dimostrativo nella sede fisica di uno o più centri-visita, scelta che molte aree naturali protette hanno di fatto già adottato, diventando il terreno privilegiato di sperimentazione di riconversione energetica del territorio.*



Per approfondire gli utilizzi possibili ed il tipo di impianto più adatto da inserire nel contesto di riferimento viene presentato un capitolo che consente di analizzare alcuni modelli esemplificativi di intervento, specificando i vantaggi e le modalità di sfruttamento che permettono di ottimizzare l'energia prodotta.

Poiché la fonte energetica utilizzata negli impianti fotovoltaici è la radiazione solare, si tratta di una energia rinnovabile per eccellenza.

Per questo gli sviluppi della tecnologia fotovoltaica hanno suscitato e continuano a suscitare grandi aspettative, tanto che diversi esperti la collocano tra le principali risorse che potranno permettere, sul lungo periodo, la fuoriscita dall'economia delle fonti fossili.

---

Rispetto alle principali altre fonti di energia rinnovabile (idroelettrico, solare termico, eolico, biomasse e geotermico, che hanno già raggiunto, o stanno per raggiungere, per lo meno sotto determinate condizioni, costi competitivi con quelli delle fonti tradizionali), occorre riconoscere che la conversione fotovoltaica non è ancora una tecnologia matura.

### Applicazioni ad elevata convenienza

Si tratta di impieghi strettamente limitati al fabbisogno di energia elettrica, che non possono essere soddisfatti con fonti energetiche diverse, e in situazioni in cui la generazione elettrica mediante celle fotovoltaiche rappresenta la soluzione più economica, o comunque quella con impatti ambientali meno gravi.

*Si parla molto dell'automobile alimentata con l'idrogeno, che resta comunque un obiettivo di lungo periodo, per lo meno a livello di massa.*

*Intanto, in zone altamente sensibili, l'energia fotovoltaica può essere utilizzata per alimentare i propulsori elettrici di imbarcazioni impegnate nella navigazione in acque particolarmente sensibili, come si sta progettando di fare nel Parco di S. Rossore.*

*Anche gli apparati di rilevazione dei fumi per la prevenzione degli incendi boschivi possono essere alimentati con impianti di generazione fotovoltaica di ridotte dimensioni, che ne consentono la distribuzione su tutto il territorio controllato.*

*L'illuminazione e l'alimentazione di piccoli elettrodomestici bianchi, (per esempio frigoriferi) o "grigi" (Radio, radio ricetrasmittenti, TV, computer, Hi-fi, ricarica di telefoni cellulari, ecc.) in edifici isolati, distanti molti chilometri dalla più vicina possibilità di connessione con la rete elettrica nazionale, o in posizione tale per cui la posa di un cavo aereo o sotterraneo potrebbe avere impatti negativi rilevanti: per esempio rifugi, osservatori e centri-visita, case coloniche o alpeggi isolati;*

*L'energia fotovoltaica può rivelarsi molto utile negli alpeggi di alta montagna, che non possono essere raggiunte dalla rete elettrica nazionale, nell'alimentazione di munigtrici elettriche e di altre apparecchiature per la pastorizzazione e la prima lavorazione del latte.*

*In considerazione della ridotta potenza richiesta dal carico, l'energia fotovoltaica permette di alimentare impianti di trasmissione e di telecomunicazioni senza la necessità di allacciarli alla rete; altrettanto congeniale è l'utilizzazione dell'energia fotovoltaica per l'alimentazione di pompe per l'estrazione di acque sotterranee dalla falda in zone isolate e per l'alimentazione di impianti di desalinizzazione dell'acqua marina nelle isole minori;*



## Quadro normativo di riferimento

Un compendio esaustivo, completo anche delle Leggi Regionali sul tema è consultabile nella versione su CD-R del lavoro di ricerca

7

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 6  
"Quadro normativo di riferimento"

Le linee guida riportano una panoramica del corpus normativo che regola l'utilizzo dell'energia fotovoltaica, ma anche delle energie alternative in genere, in modo che sia più agevole, una volta individuato in linea di massima l'impianto che verrà installato, identificare le norme che ci consentano di intervenire con efficacia.

Occuparsi dell'utilizzo di fonti energetiche "alternative" all'interno di contesti territoriali quali le aree naturali protette, caratterizzati da forti sensibilità nei confronti del "problema ambiente", implica la conoscenza e l'utilizzo dei principali strumenti di orientamento sui temi della *sostenibilità dello sviluppo*.

In un contesto di mondializzazione dei traffici e dei sistemi economici, sviluppatasi nel corso degli ultimi cinquanta anni, si è prodotta quasi contemporaneamente la *globalizzazione del problema ambiente*.

---

A conclusione della **Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo** - riunita a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992, prende forma la "Dichiarazione di Rio" con lo scopo di instaurare una nuova ed equa partnership globale attraverso la creazione di nuovi livelli di cooperazione tra gli Stati, i settori chiave della società ed i popoli.

A livello Comunitario sono per lo più presenti documenti derivanti da summit e incontri, variamente adottati al livello dei singoli Stati Membri. In particolare vanno segnalati tra i documenti programmatici il libro bianco: "Energia per il futuro; le fonti energetiche rinnovabili", che fornisce un quadro abbastanza esaustivo della situazione europea ed il libro verde: "Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico" in quanto preparatorio alla Guida europea all'Agenda 21 Locale "La sostenibilità ambientale: linee guida per l'azione locale" disponibile nella traduzione italiana".

I documenti di indirizzo a livello Nazionale trovano riscontro nel **PATTO PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE** della IV Commissione Cnel e negli **ORIENTAMENTI PER IL PROGRAMMA DI SVILUPPO DEL MEZZOGIORNO 2000-2006** (Rapporto di sintesi predisposto dal Comitato nazionale per i fondi strutturali comunitari 2000-2006).

Per quanto riguarda la realizzazione delle politiche espresse nell'agenda 21 a livello nazionale possiamo citare la **Strategia Nazionale Ambientale per uno Sviluppo Sostenibile** e il **Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile** in attuazione dell'Agenda 21 del Ministero dell'Ambiente; dal punto di vista pratico è consigliabile consultare la GUIDA ANPA PER LE AGENDE 21 LOCALI.

Per quanto riguarda le politiche nei confronti delle aree naturali protette è utile consultare il documento **L'energia dei Parchi - PROTOCOLLO D'INTESA**, promosso da: Enel, Federazione Italiana dei Parchi e delle Riserve Naturali, Legambiente e Ministero dell'Ambiente.

Da citare inoltre il **Libro bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili** deliberato dal CIPE nel 1999.

### "Dichiarazione di Rio" \_ principio 9

*Gli Stati dovranno cooperare onde rafforzare le capacità istituzionali endogene per lo sviluppo sostenibile, migliorando la comprensione scientifica mediante scambi di conoscenze scientifiche e tecnologiche e facilitando la preparazione, l'adattamento, la diffusione ed il trasferimento di tecnologie, comprese le tecnologie nuove e innovative.*

### principio 11

*Gli Stati adotteranno misure legislative efficaci in materia ambientale.  
Gli standard ecologici, gli obiettivi e le priorità di gestione dell'ambiente dovranno riflettere il contesto ambientale e di sviluppo nel quale si applicano.  
Gli standard applicati da alcuni Paesi possono essere inadeguati per altri Paesi, in particolare per i paesi in via di sviluppo, e imporre loro un costo economico e sociale ingiustificato.*

## Il "mercato" dell'energia e degli impianti



Linee guida per l'utilizzo  
delle fonti rinnovabili  
nelle aree naturali protette

Le linee guida consentono di confrontare i possibili modelli di intervento con una serie di applicazioni, nonché di considerare lo sviluppo del mercato nel suo insieme attraverso i risultati delle forme di incentivazione utilizzate.

Un rapporto redatto dalla Banca svizzera SARASIN indica che nel 2001 la produzione mondiale di celle fotovoltaiche (FV) è stata pari a 396 MW e ne illustra la suddivisione per applicazione: il 51% è stato impiegato per utenze collegate alla rete, mentre il restante 49% (194 MW) è distribuito tra applicazioni relative ai sistemi di comunicazione (12%), utenze isolate (off-grid) nei Paesi in via di sviluppo (11%), prodotti di consumo (11%), sistemi ibridi FV/Diesel (9%), applicazioni residenziali off-grid nei Paesi OCSE (5%) e sistemi di produzione di elettricità superiori ai 100 kWp (1%).

L'unica tipologia di applicazione che ha aumentato la sua percentuale è quella relativa ai sistemi residenziali collegati alla rete (+ 9%).

Il rapporto SARASIN stima che nell'anno 2010 le installazioni annue ammonteranno a circa 1.450 MW e che le applicazioni collegate alla rete elettrica, in questi anni, trainate principalmente dai programmi nazionali giapponesi e tedeschi, rappresenteranno l'ambito principale di sviluppo del settore fotovoltaico, con circa 705,2 MW/anno installati.

Successivamente, il **programma Tetti Fotovoltaici** varato con Decreto del Ministero dell'ambiente nel 2000, con l'obiettivo di cofinanziare (fino al 75 per cento) 10.000 impianti, ha sostenuto 450 progetti nel 2001 e dovrebbe consentire l'installazione di sistemi per un totale di 20 MW per la fine del 2003.

Il **decreto 24 luglio 2002** del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio pubblicato sulla G.U. alla fine di agosto ha definito la ripartizione tra le Regioni delle nuove risorse finanziarie per il Programma Tetti Fotovoltaici.

Complessivamente il Ministero dell'Ambiente ha stanziato 13.894.268 euro, ripartiti in base al numero degli abitanti delle Regioni che hanno aderito al programma, impegnandosi a co-finanziarlo al 50%.

Ulteriori risorse già disponibili verranno stanziate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con uno specifico decreto che definirà anche le linee guida ed i tempi di pubblicazione dei nuovi bandi regionali, che si prevede verranno pubblicati entro la fine dell'anno.

Complessivamente il nuovo Programma "Tetti Fotovoltaici" disporrà di risorse pubbliche (ministeriali e regionali) per oltre

*Per quanto riguarda l'Italia, negli anni passati il settore è stato fortemente trascurato, nonostante che con le **leggi 9 e 10 del 1990** in attuazione del primo Piano Energetico Nazionale, anche il fotovoltaico rientrasse a pieno titolo tra le fonti energetiche di cui si doveva sostenere lo sviluppo.*

*Con l'approvazione della Legge-quadro sulle aree protette, il sostegno alle energie rinnovabili ha individuato in questo ambito un campo privilegiato di applicazione.*

*In coerenza con i principi di sviluppo sostenibile, già l'**art. 7 della Legge 394/91** prevedeva infatti, per le comunità residenti nelle aree sottoposte a vincoli, finanziamenti per tutti gli interventi volti a favorire l'uso di fonti rinnovabili, con l'obiettivo di soddisfare il fabbisogno energetico della popolazione, in quanto fattore indispensabile allo sviluppo, garantendo, al contempo, un impatto ambientale compatibile con la tutela del territorio.*

*Ha contribuito notevolmente alla diffusione di impianti fotovoltaici*

*In aree remote l'**iniziativa "Case Sparse"** nell'ambito della quale l'Enel ha stretto rapporti di collaborazione con il WWF e il CAI per la realizzazione di impianti sperimentali da installare presso oasi e rifugi. Anche se, dei 21 rifugi di proprietà del CAI alimentati dal fotovoltaico e realizzati tra il 1986 e il 1996, solo 3 risultano compresi in aree protette, è importante evidenziare che anche se non ricadano in territori tutelati, sono localizzati comunque in luoghi remoti caratterizzati da un elevatissimo valore ambientale.*

## Fattibilità e progettazione: i componenti dell'impianto

*Approfondimenti tematici e simulazioni di studi di fattibilità sono consultabili nella versione su CD-R del lavoro di ricerca*

# 9

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 8  
"Progettazione"

Le linee guida propongono uno schema di approccio alla strategia di intervento di progettazione di un impianto fotovoltaico; il capitolo non solo consente di valutare la fattibilità dell'impianto, ma anche di controllare la validità e la coerenza delle proposte che Vi potranno pervenire da ditte e tecnici specializzati.

Gli impianti fotovoltaici assumono diverse conformazioni in funzione del tipo di carico collegato; possono essere semplici, cioè costituiti solo dai moduli fotovoltaici e dal carico, come nell'alimentazione diretta di una pompa, oppure più complessi, come nell'alimentazione di un'abitazione.

Mentre una pompa idrica può essere messa in esercizio solo quando splende il sole, un impianto elettrico civile deve essere in funzione sia di giorno che di notte. Potrebbe dover alimentare carichi elettrici sia in corrente continua che in corrente alternata, e dovrebbe avere una riserva di corrente ed un generatore di emergenza.

In ogni caso, i componenti essenziali di un impianto fotovoltaico rimangono gli stessi. Gli impianti vengono adattati per rispondere a determinati fabbisogni energetici attraverso la variazione del tipo e della quantità degli elementi di base. Inoltre, poiché i sistemi sono modulari, possono sempre essere ampliati qualora i fabbisogni energetici aumentassero. I fattori che determinano gli specifici componenti necessari ed il modo di configurarli all'interno dell'impianto sono molteplici. Il tipo di carico elettrico da alimentare è tuttavia solo uno degli elementi da tenere in considerazione nel dimensionamento di un impianto fotovoltaico.

L'ubicazione del sistema, la distanza tra moduli e carico, sono aspetti altrettanto importanti.

### **Il campo fotovoltaico**

*Uno degli aspetti più importanti nella progettazione di un impianto fotovoltaico è la scelta di come connettere i pannelli in funzione delle caratteristiche elettriche della produzione di energia.*

*A parità di potenza, la distribuzione di energia elettrica in bassa tensione necessita, a causa delle alte correnti, di cavi di grossa sezione, mentre la distribuzione ad alta tensione necessita di organi di protezione di taglia maggiore.*

*Un corretta scelta della tensione e della corrente di generazione è dunque sinonimo di giusto rapporto tra costi di gestione e sicurezza dell'impianto.*

### **L'inverter**

*Il suo compito principale è quello trasformare l'energia prodotta in corrente continua dal campo fotovoltaico in energia in corrente alternata a una fase oppure trifase per raggiungere la tensione necessaria ad alimentare i carichi in corrente alternata.*

*L'inverter ha un certo rendimento di trasformazione che si aggira intorno al 75%.*

*A seconda della posizione dell'inverter nel circuito elettrico si possono presentare tre situazioni che presentano vantaggi e svantaggi di complessa valutazione e per il cui approfondimento ed esemplificazione si rimanda alle linee guida.*

## Fattibilità e progettazione: dimensionamento dell'impianto

Approfondimenti tematici e simulazioni di studi di fattibilità sono consultabili nella versione su CD-R del lavoro di ricerca

Il dimensionamento di un impianto fotovoltaico è un'attività complessa che richiede conoscenze approfondite e che non può essere esaurita nello spazio di poche righe.

Tuttavia, il dimensionamento di massima dei componenti principali di un impianto fotovoltaico può essere condotto utilizzando concetti semplificati ma scientificamente validi, con risultati accettabili.

Naturalmente i risultati prodotti hanno il solo scopo di valutare le possibilità operative di un impianto fotovoltaico, senza la pretesa di fornire risultati assolutamente definitivi ma relativi alle ipotesi semplificate, soprattutto sui dati di radiazione solare incidente.

### Dimensionamento del campo

Innanzitutto occorre *valutare*, in funzione della località in cui è posta l'utenza da alimentare, le **possibilità in termini di fornitura di energia**, del campo fotovoltaico.

Occorre, in altri termini, determinare la quantità di energia solare mediamente disponibile.

I dati mediamente disponibili si riferiscono, di norma, ai valori di radiazione solare sul piano orizzontale mentre il campo fotovoltaico avrà, generalmente, i pannelli inclinati sull'orizzontale di un determinato angolo e orientati di un altro angolo rispetto al Sud.

Sei valori di radiazione solare sono sufficienti si può stimare, a questo punto, il carico elettrico da alimentare.

Confrontando i dati di radiazione solare e di fabbisogno di energia medi giornalieri si valuta il mese con il rapporto peggiore fra energia assorbita dal carico ed energia solare disponibile.

In questo mese si determinano le condizioni più sfavorevoli, dunque il campo fotovoltaico deve essere dimensionato per fornire l'energia  $E_{gen}$  sufficiente in queste condizioni ad alimentare il carico.

### Dimensionamento delle batterie

L' *accumulatore* serve, come si è visto, ad alimentare con continuità il carico anche quando per qualsiasi ragione, il campo fotovoltaico non può farlo, per esempio durante le ore notturne, nei giorni senza sole o nelle "fermate" per guasti.

Occorre quindi, *valutare il tempo*, espresso in giorni, di indisponibilità dell'energia del campo fotovoltaico durante il quale le batterie devono erogare energia.

### Dimensionamento dell'inverter

L' *inverter* si dimensiona semplicemente sulla base dei valori di tensione di alimentazione in corrente continua e di potenza in uscita dal campo fotovoltaico, scegliendo il prodotto commerciale che per caratteristiche tecniche più si avvicina.



Linee guida per l'utilizzo  
delle fonti rinnovabili  
nelle aree naturali protette

## Fattibilità e progettazione: ruoli e professionalità

*Approfondimenti tematici e simulazioni di studi di fattibilità sono consultabili nella versione su CD-R del lavoro di ricerca*

11

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 8  
"Progettazione"

Il problema principale per l'industria fotovoltaica italiana è costituito dalle dimensioni ridotte della domanda.

Un problema non indifferente è inoltre determinato anche dalla scarsità di presenza sul mercato nazionale di imprese in grado di effettuare l'installazione degli impianti; larga parte del materiale installato è infatti di importazione.

In termini generali, date le dimensioni della domanda, è difficile immaginare un'azienda specializzata solo nella installazione di impianti fotovoltaici, anche perché una parte delle competenze coincide con quelle necessarie a operare sul mercato assai più consistente e destinato nell'immediato a crescere a ritmi assai più rapidi del solare termico.

Un'azienda ottimale di installazione di impianti fotovoltaici e solari termici è costituita da 7-8 addetti suddivisi in due squadre costituite da due installatori e un caposquadra, più un promoter, che può sbrigare anche le principali pratiche di ufficio.

Nell'impresa deve essere attivo almeno un operatore fornito di patentino secondo quanto prescritto dalla Legge 46/90.

La formazione di un installatore richiede un corso di formazione di almeno 200 ore sulle problematiche relative alla generazione elettrica e alla tecnologia fotovoltaica, più 50 ore specificamente dedicate alle questioni impiantistiche.

### Aspetti economici

*La stima del costo di un impianto fotovoltaico è un'attività complessa che richiede una conoscenza dettagliata dei componenti.*

*Tuttavia, in prima approssimazione, è possibile determinare un costo attendibile esprimendo il costo dei singoli componenti in funzione dei semplici valori ricavati dal dimensionamento di massima, in particolare in funzione della potenza dell'impianto, escludendo i costi relativi a progettazione, trasporto e montaggio, nonché alle imposte a qualsiasi titolo dovute.*

## Il sistema "aiuti e prestiti" dell'Unione Europea

Una panoramica esaustiva sul funzionamento del Sistema Aiuti e Prestiti dell'Unione Europea è disponibile nella versione su CD-R del lavoro di ricerca con link diretti ai principali siti documentali di riferimento

Per elaborare una strategia efficace di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, occorre elaborare modelli di intervento corredati dall'individuazione di strumenti finanziari di accompagnamento alla realizzazione.

*La Commissione Europea è l'Istituzione che rappresenta l'interesse generale della Comunità.*

*Suo infatti è il compito di preparare l'adozione di nuovi provvedimenti normativi, di sorvegliare sulla corretta applicazione del diritto comunitario, di assicurare il funzionamento e lo sviluppo delle politiche comunitarie di propria competenza.*

*Recentemente la struttura della Commissione è stata completamente rinnovata: le Direzioni Generali (DG) paragonabili ai nostri Ministeri, sono aumentate da 24 a 36, con una suddivisione basata su aree di competenza.*

*Ogni DG è presieduta da un direttore generale, che risponde direttamente al commissario responsabile.*

### Direzione Generale "Ambiente": programmi e strumenti finanziari

*Alla DG competono le attività in materia di ambiente, sicurezza nucleare e protezione civile.*

**Life-ambiente, Life-natura, Life-paesi terzi:**  
*il programma Life è destinato al finanziamento di progetti innovativi nel campo dello sviluppo sostenibile, alla conservazione degli habitat naturali e alla cooperazione con i paesi terzi in materia di politiche ambientali.*

**Programma SMAP:**  
*finanzia progetti a carattere ambientale attuati tra paesi delle due sponde del Mediterraneo.*

**Stanziamenti:**  
*destinati per le organizzazioni ambientaliste europee.*

### Direzione Generale "Energia e Trasporti": programmi e strumenti finanziari

*Detiene tutte le competenze in materia di sicurezza per quanto concerne l'approvvigionamento energetico secondo il principio della sostenibilità ambientale e di garanzia della competitività dei prezzi delle risorse.*

**Altener:**  
*per la promozione delle energie rinnovabili.*

**Carnot:**  
*per la ricerca.*

**Energie:**  
*riguardante le energie rinnovabili e l'uso razionale delle risorse.*

**Save:**  
*sostegno non tecnologico per l'energia ed il suo utilizzo, attraverso la diffusione di una cultura dell'energia fra i cittadini.*



Linee guida per l'utilizzo  
delle fonti rinnovabili  
nelle aree naturali protette

## Il sistema "aiuti e prestiti" dell'Unione Europea

Una panoramica esaustiva sul funzionamento del Sistema Aiuti e Prestiti dell'Unione Europea è disponibile nella versione su CD-R del lavoro di ricerca con link diretti ai principali siti documentali di riferimento

13

Energia fotovoltaica  
Linee guida

Capitolo 9  
"Fonti di finanziamento"

### Direzione Generale "Politica Regionale": programmi e strumenti finanziari

E' competente per la politica di coesione economica e sociale finalizzata a ridurre le disparità di sviluppo esistenti a livello regionale nell'UE.

Per attuare la politica di coesione economica e sociale, la DG Politica Regionale si serve dell'azione di due importanti Fondi Strutturali: il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) ed il Fondo di coesione.

Il **FESR** si occupa essenzialmente di assistere le regioni più povere incentivando gli investimenti, le infrastrutture e le piccole imprese; il Fondo di Coesione viene utilizzato per facilitare l'accesso all'unione monetaria ed economica di paesi a forte ritardo di sviluppo, i quali erano sino al 1999, la Grecia, il Portogallo, la Spagna e l'Irlanda.

In collaborazione con le autorità competenti regionali e/o nazionali degli Stati Membri, la DG Politica regionale si serve dei due Fondi per cofinanziare programmi e **progetti finalizzati all'assistenza strutturale nelle regioni più svantaggiate dell'Unione**, quali quelle individuate nell'ambito dei territori **Obiettivo 1 e Obiettivo 2**.

Infine è compito di questa DG coordinare gli interventi previsti nelle nuove iniziative comunitarie **URBAN** ed **INTERREG**.

### Obiettivo 1

Il suo scopo è promuovere **lo sviluppo e l'adeguamento strutturale delle regioni a ritardo di sviluppo**.

Per il periodo 2000-2006 rientrano nell'Obiettivo 1 le Regioni di **livello NUTS II** il cui prodotto interno lordo pro capite (espresso in parità di potere di acquisto) è inferiore al **75%** della media comunitaria.

Per l'Italia sono comprese la **Basilicata**, la **Calabria**, la **Campania**, la **Puglia**, la **Sardegna** e la **Sicilia**; il **Molise** rientra nel programma del sostegno transitorio.

Per le aree obiettivo 1 la Commissione definisce, sulla base del piano presentato dallo Stato Membro un **quadro comunitario di sostegno (QCS)** attuato programmi operativi (**PO**).

### Obiettivo 2

Il nuovo Obiettivo 2 sostituisce i vecchi Obiettivi 2 e 5b e contribuisce a favorire la **riconversione economica e sociale** delle zone con difficoltà strutturali, diverse da quelle presenti nelle zone Obiettivo 1.

L'Obiettivo 2 riguarda le aree appartenenti al livello NUTS III, corrispondenti in Italia alle Province: la lista è decisa in partenariato tra Commissione e Stato membro ed è valida per 7 anni, con possibilità di modifica nel 2003.

Per le aree **obiettivo 2** ed obiettivo 3 lo strumento direttore è un **documento unico di programmazione (DOCUP)** oppure un Programma Operativo Regionale/Multiregionale (**POR/POM**).

*Ministero dell'Ambiente  
e della Tutela del Territorio*



Per informazioni e chiarimenti in merito al progetto:  
*"Linee guida per lo sfruttamento  
delle fonti energetiche rinnovabili  
all'interno aree naturali protette  
Delle zone ad Obiettivo 1"*

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio  
Direzione generale per la Protezione della Natura  
Via Capitan Bavastro 174  
00147 ROMA

Tel. +39 06 572 284 03

*in collaborazione con:*

**GRUPPO  
SOGES**

*Supervisione ai gruppi di lavoro:*  
Fabrizio Gallante

*Coordinamento scientifico:*  
Anita Tournour Viron  
Guido Viale  
Vittorio Bocchio

*Coordinamento tecnico:*  
Massimo Chionetti