

**Test**  
*non consumatori*

periodico settimanale di informazione  
e studi su consumi, servizi, ambiente

Anno XVIII - Supplemento al numero 45 - 28 luglio 2006

Spedizione in abbonamento postale D.L. 353/2003

(conv. in L. 46/2004) art. 1, comma 2, DCB Roma

**LA GUIDA  
DEL CONSUMATORE**  
*Adiconsum*

# Energia elettrica dal vento e dall'acqua

## Impianti micro-eolici e micro-hydro

Progetto "Mi manda Adiconsum"

  
**ADICONSUM**  
associazione difesa  
consumatori e ambiente

CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA  
ARTIGIANATO ED AGRICOLTURA  
NAPOLI



# Energia elettrica dal vento e dall'acqua

## Impianti micro-eolici e micro-hydro

Testi di  
**Pieraldo Isolani**



TEST noi consumatori - anno XVIII - supplemento al numero 45 - 28 luglio 2006

Direttore: Paolo Landi • Direttore responsabile: Francesco Guzzardi • Comitato di redazione: Paolo Landi, Angelo Motta, Fabio Picciolini • Progetto grafico e impaginazione: Claudio Lucchetta • Amministrazione: Adiconsum, Via Lancisi 25, 00161 Roma • Registrazione Tribunale di Roma n. 350 del 9.06.88 • Spedizione in abbonamento postale D.L. 353/2003 (conv. in L. 46/2004) art. 1, comma 2, DCB Roma • Stampa: Arti Grafiche S. Lorenzo, Via dei Reti 36, 00185 Roma • Finito di stampare in novembre 2006



# Introduzione

*La Conferenza di Kyoto ha impegnato tutti i Paesi a sviluppare l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per contenere il consumo di combustibili fossili e ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera, che provocano il pericoloso effetto serra.*

*Fra le fonti energetiche rinnovabili, il vento è una risorsa disponibile, ecologica e sostenibile. In questi ultimi anni in Europa sono notevolmente aumentati i siti per la produzione di energia elettrica dal vento (Wind Farm), nei luoghi dove le condizioni climatiche, orografiche e ambientali permettono il migliore sfruttamento della risorsa vento. Ciò ha contribuito ad affinare le tecnologie ed a ridurre i costi delle attrezzature eoliche: attualmente infatti sono disponibili sul mercato macchine eoliche di tutte le taglie, sicure e tecnologicamente affidabili.*

*Anche lo sfruttamento della forza dell'acqua è considerato un mezzo sicuro ed affidabile per produrre energia, sin dall'inizio della rivoluzione industriale. Si pensi ai mulini ad acqua utilizzati per macinare i cereali, per muovere segherie o telai, oppure per spremere l'olio. Attualmente la forza idraulica viene utilizzata essenzialmente per la produzione di energia elettrica. Da quasi un secolo e mezzo dighe e centrali idroelettriche fanno parte del paesaggio delle nostre montagne, contribuendo a consolidare nel nostro immaginario l'idea che l'idroelettrico è una risorsa energetica pulita, disponibile e rinnovabile.*

*Eppure gli impianti di grosse dimensioni con invasi per milioni di metri cubi d'acqua, pur sfruttando una fonte di energia rinnovabile, hanno anche un impatto negativo sull'ambiente. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia (micro-hydro), al di sotto dei 100 kW di potenza, garantiscono invece notevoli benefici, potendo fornire energia elettrica a zone altrimenti isolate o raggiungibili solo con opere di maggiore impatto ambientale. Gli impianti micro-hydro rappresentano quindi una importante fonte energetica rinnovabile e possono contribuire attivamente allo sviluppo sostenibile del territorio in cui sono inseriti.*

*Questa guida è stata realizzata da Adiconsum per far conoscere ai cittadini ed agli altri soggetti interessati le potenzialità dei piccoli impianti eolici ed idrici nella produzione di energia elettrica.*

# Sommario

Dal vento all'energia elettrica .....	<b>5</b>
Dall'acqua all'energia elettrica .....	<b>17</b>
Micro-eolico e micro-hydro: il ruolo delle PA locali .....	<b>28</b>

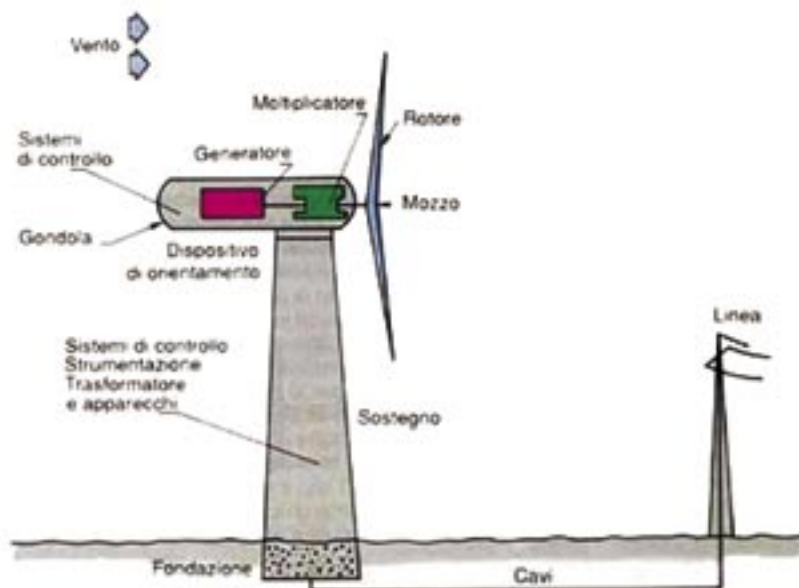
# Dal vento all'energia elettrica

## I grandi impianti eolici

Un impianto eolico di dimensioni industriali è costituito da una o più macchine (**aerogeneratori**) poste ad adeguata distanza le une dalle altre, in modo da non interferire tra loro dal punto di vista aerodinamico, disposte sul territorio (su file, a gruppi) secondo un disegno funzionale all'esposizione del vento e all'impatto visivo.

Gli aerogeneratori sono collegati, mediante cavi interrati alla rete di trasmissione presso cui viene realizzato il punto di consegna dell'energia.

Le macchine eoliche, al di là delle particolarità dei modelli e degli sviluppi tecnologici apportati dalle diverse aziende costruttrici, funzionano con la forza del vento, che aziona le **pale della macchina** (in numero da uno a tre) fissate su di un **mozzo**. L'insieme delle pale e del mozzo costituisce il **rotore**. Il mozzo, a sua volta, è collegato ad un primo albero (detto **albero lento**) che ruota alla stessa velocità impressa dal vento al rotore.



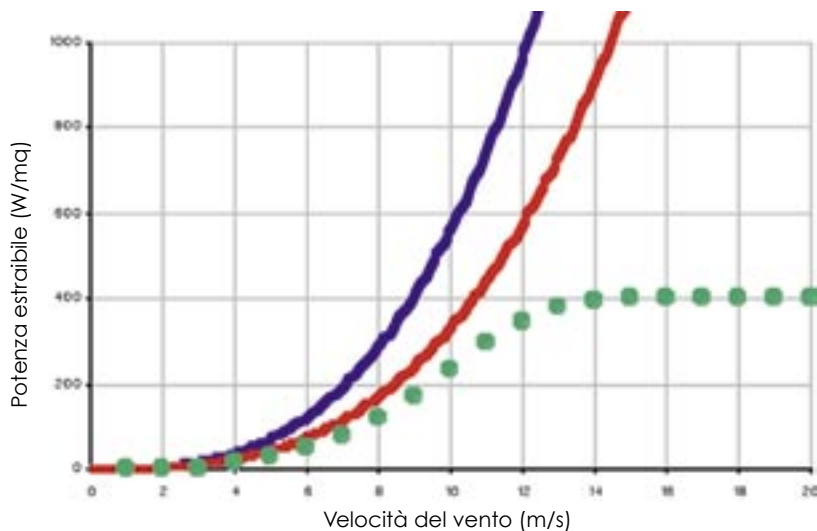
Schema di aerogeneratore e di un impianto eolico.

L'albero lento è collegato ad un **moltiplicatore di giri**, da cui si diparte un **albero veloce** che ruota con una velocità maggiore (data dal prodotto di quella dell'albero lento per il moltiplicatore di giri). Sull'albero veloce si trova il **generatore elettrico** che produce l'energia elettrica convogliata dai cavi alla rete. Tutti questi elementi sono ubicati in una cabina detta **navicella o gondola**, la quale a sua volta è posizionata su di un supporto-cuscinetto, che si orienta in base alla direzione del vento.

La navicella è completata da un sistema di **controllo di potenza** e da uno di **controllo dell'imbardata**. Il primo ha il duplice scopo di regolare la potenza in funzione della velocità istantanea del vento (così da far funzionare la turbina il più possibile vicino alla sua potenza nominale) e di interrompere il funzionamento della macchina in caso di vento eccessivo. Il secondo invece consiste in un controllo continuo del parallelismo tra l'asse della macchina e la direzione del vento. L'intera navicella è posta su di una **torre** a traliccio o tubolare conica, ancorata al terreno tramite un'opportuna fondazione in calcestruzzo armato.

## Il rendimento degli aerogeneratori

Il rendimento delle macchine eoliche dipende dall'intensità del vento: a parità di diametro delle pale, con l'aumento della velocità del vento, la potenza teoricamente estraibile aumenta in modo più che proporzionale.



Potenza estraibile per metro quadrato di area spazzata dal rotore

Pertanto, prima di decidere l'installazione di un impianto eolico è indispensabile un'accurata conoscenza delle caratteristiche del vento nel sito in cui si intendono installare gli aerogeneratori. Tali conoscenze si ottengono realizzando preventivamente un accurato studio anemologico (cioè della frequenza, della velocità, della durata e della direzione del vento).

L'intensità del vento dipende dalle caratteristiche orografiche del terreno. Un primo elemento è la rugosità del suolo: in pianura o al mare il vento spira con intensità maggiore che in campagna o nelle città. Un altro è in funzione dell'altezza dal suolo: più ci si alza, maggiore è la velocità del vento.

Le macchine eoliche funzionano entro parametri minimi e massimi della velocità del vento. In linea generale:

- possono essere avviate con vento variabile da 2 a 4 m/s (**velocità di cut-in**);
- quando il vento raggiunge velocità di 10-14 m/s (**velocità di taglio o nominale**), entra in funzione un dispositivo di controllo della potenza;
- vengono messe fuori servizio quando la velocità del vento supera i 20-25 m/s (**velocità di cut-off**).

### **Gli impianti eolici in Italia**

Nel 2001 in Italia erano installati circa 1.250 aerogeneratori, per una potenza di circa 700 MW ed una produzione annua di energia elettrica attorno ai 1.150 GWh. La taglia delle centrali eoliche italiane è compresa tra poco meno di 1 MW e 35-36 MW; la media si attesta intorno ai 10-15 MW di potenza.

Gli impianti si concentrano prevalentemente nell'Italia meridionale, con predominanza in Campania e Puglia (rispettivamente 223 e 222 MW installati). Circa il 90% delle macchine si trova in zone montuose ad altezze variabili tra 600 e 700 m sul livello del mare.

I programmi nazionali di sviluppo dell'eolico (Libro Bianco e Verde) puntano alla realizzazione di 3.000 MW entro il 2010.

### **Il potenziale del micro-eolico in Italia**

Anche se non esiste una classificazione convenzionale che definisca gli impianti micro-eolici, la presente Guida prende in considerazione quelli con una potenza installata inferiore a 100 kW.



Le macchine micro-eoliche, pur essendo simili agli aerogeneratori più grandi, costituiscono un settore tecnologicamente distinto da quello delle macchine di media e grande taglia: il micro-eolico è rivolto a specifici mercati di nicchia, con applicazioni che richiedono soluzioni tecniche semplificate e concepite ad hoc. Generalmente, gli impianti al di sotto di 20-30 kW servono a produrre energia elettrica per autoconsumo, mentre in quelli di taglia maggiore una parte dell'energia prodotta è destinata alla vendita.

Le possibilità di espansione del micro-eolico in Italia sono abbastanza ampie: pur se con diverse potenzialità (in termini geografici e stagionali) la risorsa vento è abbastanza diffusa e le applicazioni possibili sono numerose. I luoghi in cui sono installabili microimpianti eolici sono svariati, anche perché gli aerogeneratori di piccola taglia sono molto versatili e si installano con molte meno difficoltà rispetto a quelli grandi.



*Aerogeneratore tripala*

### **Micro-eolico e ambiente**

L'impatto ambientale del micro-eolico è abbastanza basso: le microturbine hanno dimensioni notevolmente minori rispetto ai grandi aerogeneratori, necessitano di spazi limitati e sono relativamente poco visibili. Inoltre le turbine micro eoliche sono molto avanzate in termini tecnici, economici ed applicativi.

Tuttavia, quando sono installate in prossimità delle utenze, occorre valutare bene l'impatto acustico: per attenuare il rumore bisogna effettuare una scelta ponderata del modello di turbina e del luogo di installazione. Di gran lunga superiori sono i benefici: favoriscono la generazione diffusa di energia elettrica; evitano il ricorso ad altre forme di energia più inquinanti; rappresentano una forma di generazione elettrica distribuita, semplice e spesso conveniente; permettono soluzioni di connessione alla rete difficilmente attuabili altrimenti.



*Aerogeneratore bipala*

Inoltre, le applicazioni micro-eoliche sono favorite dalla crescente sensibilità alle problematiche energetiche e ambientali. Questa nuova coscienza induce i cittadini a dare un contributo diretto alla sostenibilità, adottando per le proprie esigenze civili o di piccola imprenditoria (agriturismi, fattorie, rifugi, utenze domestiche isolate, seconde case, ecc.) microimpianti da fonti rinnovabili, anziché sistemi di generazione tradizionali.

### **Le caratteristiche delle turbine micro-eoliche**

La stragrande maggioranza dei microgeneratori eolici è del tipo tripala ad asse orizzontale con il rotore sopravento rispetto alla torre (il vento incontra prima le pale e successivamente il sostegno).

La maggior parte delle **turbine micro-eoliche** utilizza pale realizzate in poliestere di vetro rinforzato, dotate di timone direzionale per orientare il rotore in direzione del vento, con alternatori a magneti permanenti, semplici e robusti. Le dimensioni ridotte non consentono l'alloggio dei motori di imbardata di cui sono dotate le turbine di taglia maggiore.



*Aerogeneratore multipala*



*Macchina Savonius*

Un'altra turbina ad asse verticale è la **Darrieus**: fornita di pale di tipo aerodinamico, è caratterizzata da grande semplicità di costruzione e da alto rendimento. Il regime di rotazione è molto elevato, mentre la coppia di spunto è molto bassa e non permette a questa macchina di avviarsi spontaneamente.

Per avere un buon rendimento le turbine devono essere posizionate in luoghi sottoposti a venti consistenti, quindi la robustezza delle macchine è fondamentale. Quando il vento è molto forte le turbine vengono disattivate con un sistema di posizionamento passivo del rotore che ne disallinea l'asse rispetto a quello di rotazione della pala.



*Macchina Darrieus*

Fra le turbine ad asse verticale, la **macchina Savonius** è impiegata soprattutto per il pompaggio dell'acqua, ed in qualche caso anche per la produzione di energia elettrica. Si tratta di una macchina molto robusta e semplice dal punto di vista costruttivo e di funzionamento.

Ha il vantaggio di avere una forte coppia di spunto, che gli consente di avviarsi anche con vento debole, mentre è poco adatta ai venti forti.

## **Modalità di posa e scelta localizzativa**

Il sito per l'installazione della turbina deve essere scelto con attenzione. La vicinanza all'utenza ha il vantaggio di ridurre i costi di cablaggio, ma può essere penalizzante per la funzionalità della macchina per l'interferenza al vento (dovuta alla prossimità di edifici) e per l'impatto legato al rumore. La lontananza riduce l'impatto ambientale, ma aumenta la dispersione di energia ed i costi di cablaggio e di interrimento delle linee elettriche.

La posa degli aerogeneratori sui tetti delle abitazioni è controversa: da una parte il montaggio è molto semplice, dall'altra esiste il problema delle vibrazioni trasmesse dalla turbina alle strutture su cui viene montata, e quelli legati alla turbolenza che si crea intorno ai tetti. La modalità di posa più comune è la torre, che può essere di tipo a traliccio, tubolare o ad aste strallate.



## Le applicazioni del micro-eolico

Gli impianti micro-eolici di potenza inferiore a 20 kW, per le loro caratteristiche di adattabilità, semplicità tecnologica e costi contenuti, trovano applicazione soprattutto per l'alimentazione di utenze isolate dal punto di vista elettrico, dove non è economicamente conveniente il collegamento alla rete.

Anche in Italia esistono, seppur non numerose, utenze civili private o infrastrutture turistiche (agriturismi, fattorie, campeggi, rifugi, utenze domestiche isolate in montagna, al mare o su isole) non collegate alla rete. In queste situazioni si possono usare aerogeneratori di piccola



*Sistema ibrido per utenza isolata*

taglia in combinazione con pannelli fotovoltaici e generatori diesel (sistemi ibridi), dotati di sistemi di accumulo (batterie). Altre applicazioni sono legate all'alimentazione di sistemi di telecomunicazione (ripetitori, antenne di telefonia mobile installate a distanza dalla rete elettrica), sistemi di pompaggio e drenaggio di siti da bonificare, utenze di illuminazione pubblica distanti dalla rete elettrica (strade, viadotti, gallerie, fari, piattaforme, impianti semaforici, etc.).

## Il micro-eolico nelle Aree Naturali Protette

Il micro-eolico può avere un discreto potenziale applicativo anche nelle aree naturali protette, che costituiscono circa il 10% del territorio nazionale (Parchi Nazionali e Regionali, Riserve Naturali Statali e Regionali, Aree marine Protette ed Aree Protette provinciali, comunali e di vario genere).

L'alimentazione di utenze isolate all'interno di queste aree con piccoli impianti elettrici alimentati da fonti energetiche rinnovabili, potrebbe avere un ruolo importante per la comunicazione e la formazione del pubblico sull'uso delle Fonti Energetiche Rinnovabili.

Il Protocollo di intesa tra ENEL, Federparchi e il Ministero dell' Ambiente, siglato nel febbraio 2001, ha previsto che i crescenti fabbisogni energetici all'interno dei parchi, siano soddisfatti attraverso impianti di Fonti Energetiche Rinnovabili di piccola taglia.

Un'altra importante area di potenziale applicazione del micro-eolico è quella delle reti locali nelle isole minori, che sono più di quaranta in Italia ed alcune centinaia nell'intero Mediterraneo. Su molte di queste isole l'intensità del vento è favorevole all'installazione di macchine eoliche di piccola taglia. Si tratta

tuttavia di applicazioni di una certa complessità, che richiedono nella fase preliminare un'attenta valutazione dell'insieme dell'impianto e della sua gestione.



*Sistema ibrido nel parco naturale*

## **Cosa fare per realizzare un impianto micro-eolico**

Le azioni da intraprendere per realizzare un microimpianto eolico sono differenti per gli impianti di potenza **inferiore a 20 kW**, rispetto alle centrali elettriche di taglia superiore.

Alla taglia è legata anche la funzione e la modalità di esercizio dell'impianto: applicazioni sotto i 20 kW sono per utenze **stand-alone**, cioè senza connessione alla rete elettrica nazionale; quelle di taglie maggiori invece sono considerate Officine Elettriche, soggette ad imposizione fiscale, e generalmente connesse in rete (**grid connected**), con la possibilità di vendere le eccedenze di energia rispetto all'autoconsumo.

In questa pubblicazione daremo alcuni cenni soltanto sulla procedura tipo da seguire per la costruzione di un impianto di potenza inferiore a 20 kW, considerando che le centrali di potenza superiore interessino soggetti con motivazioni industriali e che pertanto si affidano a strutture specializzate.

Pur considerando che chi desidera installare un impianto di potenza inferiore a 20 kW è ispirato da motivazioni di tipo ambientale o di risparmio energetico, più che da interessi commerciali, si suggerisce di verificare la fattibilità del progetto seguendo le seguenti fasi:

1. **Scelta del sito** (disponibilità dei terreni, verifica delle proprietà, dei vincoli, ecc.);
2. **Studio anemologico** per valutare l'intensità del vento;
3. **Analisi delle autorizzazioni richieste**, chiedendo informazioni ai costruttori o ai professionisti del luogo che conoscono le realtà locali;
4. **Studio di fattibilità dell'impianto e verifica dei costi**, per accertare che l'impianto abbia un rapporto costi/ricavi adeguato alle aspettative;
5. **Scelta del progettista e del costruttore**;
6. **Gestione e manutenzione dell'impianto**.

### **La scelta del sito**

La verifica dell'intensità del vento nel sito in cui si intende installare l'impianto eolico è essenziale per la sua corretta funzionalità. La scelta del sito dovrebbe basarsi su dati oggettivi, quali i dati anemometrici disponibili in aree contigue, il ricorso a mappe di ventosità del territorio nazionale oppure ai dati dell'Aeronautica Militare o della Marina. Tuttavia, la valutazione finale della fattibilità o meno del progetto deve avvenire attraverso un'affidabile campagna di rilevazione anemometrica.

Con le macchine attualmente disponibili in Italia, la condizione di ventosità necessaria all'installazione di un impianto, è identificata con una velocità media annuale del vento **non inferiore a 4 m/s**, ma preferibilmente **superiore a 6 m/s**.

Nella scelta localizzativa dell'aerogeneratore è importante tener conto dei fenomeni di turbolenza che si vengono a creare nelle zone circostanti, per la eventuale presenza di costruzioni, alberi, ostruzioni di varia natura, che possono diminuire il rendimento delle macchine. Particolare attenzione deve essere posta nella installazione di macchine nelle zone collinose, dove l'orografia del terreno può influenzare notevolmente la distribuzione del vento.



## **Verifica dei costi, gestione e manutenzione dell'impianto**

Lo studio di fattibilità di un impianto è un compito da affidare ai progettisti, ai consulenti o ai costruttori stessi. Si tratta infatti di un'attività piuttosto complessa che deve tenere in considerazione, fra l'altro, l'entità dei costi ed il loro rientro economico, la scelta delle macchine più appropriate ed il loro dimensionamento.

A titolo esemplificativo, si segnala che il costo di un impianto eolico di potenza inferiore a 100 KW può variare da 1.000 a 3.000 €/kW. Qualora il risultato economico derivante dallo studio di fattibilità fornisca un risultato accettabile, si passa alla fase autorizzativa e di costruzione.

Consolidata l'intenzione di realizzare un microimpianto eolico è opportuno prendere preliminare contatto con i produttori di aerogeneratori (possibilmente più di uno).

Attraverso la loro esperienza, e mediante il confronto diretto tra le possibili soluzioni relative allo specifico sito, ci si potrà orientare verso le scelte tecniche più opportune.



Spesso nelle applicazioni di piccola scala i produttori sono anche in grado di fornire una consulenza nella fase di progettazione delle opere connesse, così da consegnare un progetto chiavi in mano.

Data la semplicità costruttiva di un microimpianto, la manutenzione e la gestione sono abbastanza semplici. Infatti le micro-macchine eoliche oggi in commercio sono state svi-

luppate anche con l'obiettivo di ridurre al minimo gli interventi.

Generalmente le operazioni di manutenzione possono essere effettuate dall'utente stesso; in alternativa molti costruttori offrono contratti di manutenzione a costi ragionevoli.



La gestione può anche avvenire in remoto, attraverso sistemi di comando e telecontrollo che consentono, mediante un personal computer, di ricevere dati e fornire comandi all'impianto.

# Dall'acqua all'energia elettrica

## L'energia dell'acqua

L'energia posseduta dall'acqua nel momento del salto tra il livello a monte (pelo libero superiore) e quello a valle (pelo libero inferiore), viene sfruttata dalle turbine idrauliche, messe in rotazione dalla massa d'acqua che transita al loro interno, che trasformano l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica.

La potenza meccanica della turbina è impiegata normalmente per produrre energia elettrica, collegando l'asse della turbina ad un generatore di elettricità (alternatore), che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.



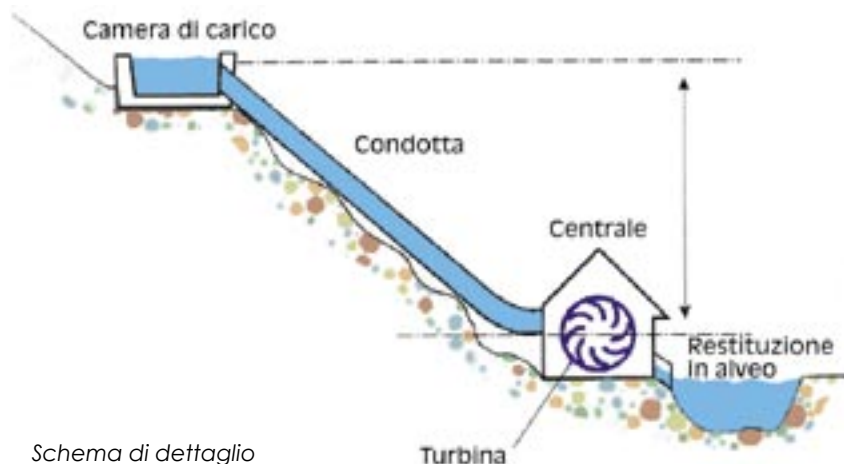
Schema di un impianto idroelettrico

In un impianto idroelettrico l'acqua viene convogliata alla vasca di carico posta al livello superiore: da questo punto, per mezzo di condotte forzate, l'acqua viene portata alla turbina che si trova più in basso.

L'energia dell'acqua, passando attraverso la turbina, determina la rotazione del girante della turbina medesima.

L'albero del girante in rotazione è collegato all'alternatore che produce l'energia elettrica. La potenza elettrica ottenibile da un impianto idroelettrico è determinata dalla quantità di acqua convogliata nella turbina, dall'altezza del salto, nonché dal rendimento elettrico del generatore.

L'acqua in uscita dalla turbina viene rilasciata nel suo alveo originario ad un livello più basso, rispetto a quelle in cui è stata presa.



### Le grandi centrali idroelettriche

Secondo il Gestore della Rete (GRTN) in Italia nel 2000 erano installati 1965 impianti idroelettrici, di cui circa 1120 di potenza inferiore a 1 MW, per un totale di 373 MW installati. La produzione energetica lorda è stata per l'anno 2000 di circa 51 TWh.



Canalizzazioni idriche

Molti esperti convengono nell'affermare che il territorio italiano ha una potenzialità idroelettrica annua di circa 65 TWh. Si può quindi affermare che si è quasi giunti al limite di sfruttamento, avendo già realizzato impianti in ogni sito conveniente dal punto di vista tecnico ed economico.

La restante quota di potenzialità (14 TWh) sembra che non possa essere utilizzata dalle grandi centrali idroelettriche a causa di insuperabili problemi autorizzativi e degli elevatissimi impatti ambientali che provocherebbero.

### ***Gli impianti idroelettrici di piccola taglia***

Gli impianti di piccola taglia (micro-hydro) di potenza inferiore a 100 kW, invece, sono più versatili e privi di effetti negativi sull'ambiente. In Italia i luoghi adatti allo sviluppo dell'energia idraulica in microscala sono assai numerosi, anche in considerazione del fatto che è molto varia la tipologia dei possibili utenti: enti locali, parchi naturali, utenze isolate, nuclei familiari, borgate, aziende agricole e agriturismi, artigiani, imprese industriali, ecc..

Anche se è difficile quantificare il potenziale micro-hydro disponibile in Italia (sarebbero necessari studi del territorio molto dettagliati), è presumibile che il residuo potenziale di 14 TWh, stimato dagli esperti, possa essere utilizzato dalle centrali idroelettriche di piccola taglia.

Tuttavia il pregio delle microcentrali idroelettriche distribuite nel territorio, non consiste tanto nel contributo energetico che possono



dare al fabbisogno elettrico nazionale, quanto piuttosto nel valore dell'utilizzo della risorsa idrica a livello locale.

L'idroelettrico di piccola scala, se ben proporzionato e ubicato, risulta economicamente competitivo rispetto alle altre fonti energetiche rinnovabili e, considerando gli effettivi costi globali, anche rispetto alle fonti energetiche tradizionali.

Gli impianti micro-hydro rappresentano quindi una forma di energia pregiata, perché con un bassissimo impatto ambientale, sfruttano una fonte energetica rinnovabile, che altrimenti andrebbe dispersa.



### ***I vantaggi dei micro-impianti idroelettrici***

- Sfruttano appieno tutte le risorse idriche disponibili, poiché i siti localizzativi sono molteplici e la loro installazione è molto semplice.
- Necessitano di una limitata risorsa idrica per produrre energia elettrica.
- Attraverso una generazione distribuita producono energia elettrica vicino alle utenze.
- Sono poco ingombranti e, per la loro struttura compatta, sono relativamente semplici da trasportare anche in luoghi inaccessibili.

## Le macchine per il micro-hydro

Secondo la terminologia adottata in sede internazionale, vengono denominati micro-impianti (micro-hydro) le centrali elettriche di potenza inferiore a 100 kW, che in genere sfruttano portate contenute, su salti modesti.

### Alcune tipologie di turbine adatte alle centrali micro-hydro

- **Microturbina Pelton o a flusso incrociato.**

Molto simile alle turbine utilizzate negli impianti di taglia maggiore, la Pelton può essere ad asse orizzontale o verticale e, per il numero di giri relativamente basso, è adatta per impianti con salti d'acqua di qualche centinaio di metri. Di costruzione semplice e robusta, con ingombro ridotto ed un ottimo rendimento, lavora a pressione atmosferica e non pone problemi di tenuta. È dotata di pale a doppio cucchiaino, con un numero di getti fino a 6. Generalmente tutte le principali parti meccaniche sono realizzate in acciaio inox. Le turbine Pelton sono quelle maggiormente impiegate nei micro-impianti, perché meglio si adattano a sfruttare il potenziale connesso con portate limitate.



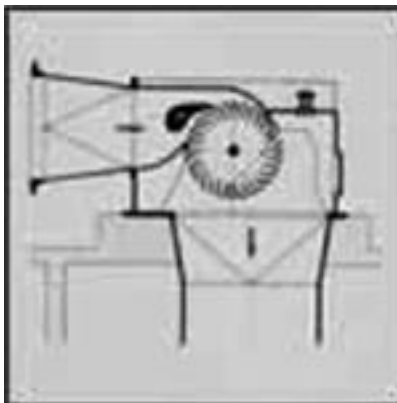
- **Microturbina Turgo.**

È una turbina con un'azione simile alla Pelton ed è adatta a salti da 30 a 300 m. I costruttori la consigliano per situazioni con notevoli variazioni di afflussi d'acqua e quando le acque sono torbide.



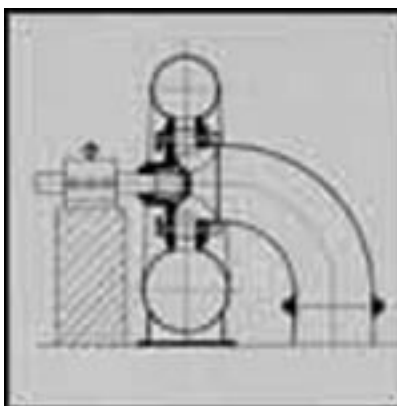
- **Microturbina a flusso radiale o incrociato.**

È una macchina utilizzata esclusivamente per impianti di piccola potenza, poiché è adatta per salti da pochi metri fino a 100 metri e per portate da 20 a 1000 litri/secondo. Si tratta di una macchina ad ingresso radiale dell'acqua, caratterizzata da una doppia azione del fluido sulle pale. La trasmissione del moto al generatore è affidata ad una cinghia dentata. Generalmente i componenti metallici sono realizzati in acciaio inox. Il rendimento delle turbine a flusso incrociato è minore delle turbine Pelton, ma hanno una maggiore facilità costruttiva ed una migliore adattabilità ai piccoli salti.



- **Miniturbina Francis.**

La miniturbina Francis è una turbina a reazione valida per centrali di media grandezza, con potenza attorno ai 100 kW. La concezione costruttiva è molto simile alle turbine per impianti di taglia maggiore. Il vantaggio di questa macchina consiste nello sfruttamento di tutto il salto disponibile, fino al canale di scarico. La costruzione complessa, l'alta velocità di rotazione che provoca attrito e usura, e taluni problemi di tenuta, rendono problematica l'installazione di queste turbine nei piccoli impianti.



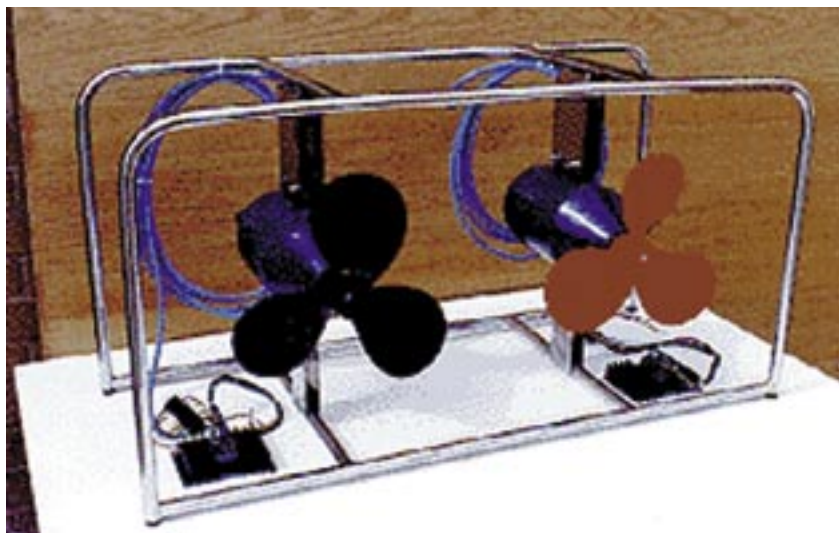
## **Le applicazioni del micro-hydro**

Gli impianti micro-hydro trovano applicazione laddove c'è un fabbisogno energetico da soddisfare ed esiste la disponibilità di una portata d'acqua, anche limitata, con un salto anche di pochi metri. In queste circostanze gli impianti micro-hydro hanno un impatto limitato e non modificano l'uso del corso d'acqua.



La maggiore diffusione degli impianti di piccola taglia è nelle aree montane non servite dalla rete nazionale. In queste zone possono essere realizzate microcentrali su corsi d'acqua a regime torrentizio o permanente, a servizio di piccole comunità locali, fattorie o alberghi isolati.

Quando servono solo alcuni kW per alimentare un frigorifero, una radio o l'illuminazione di un rifugio o di una baita, si può inserire direttamente nell'alveo di un piccolo corso d'acqua una turbina ed un alternatore stagni, con il cavo della energia elettrica che giunge direttamente al rifugio o alla malga.



### ***Turbine per il recupero energetico***

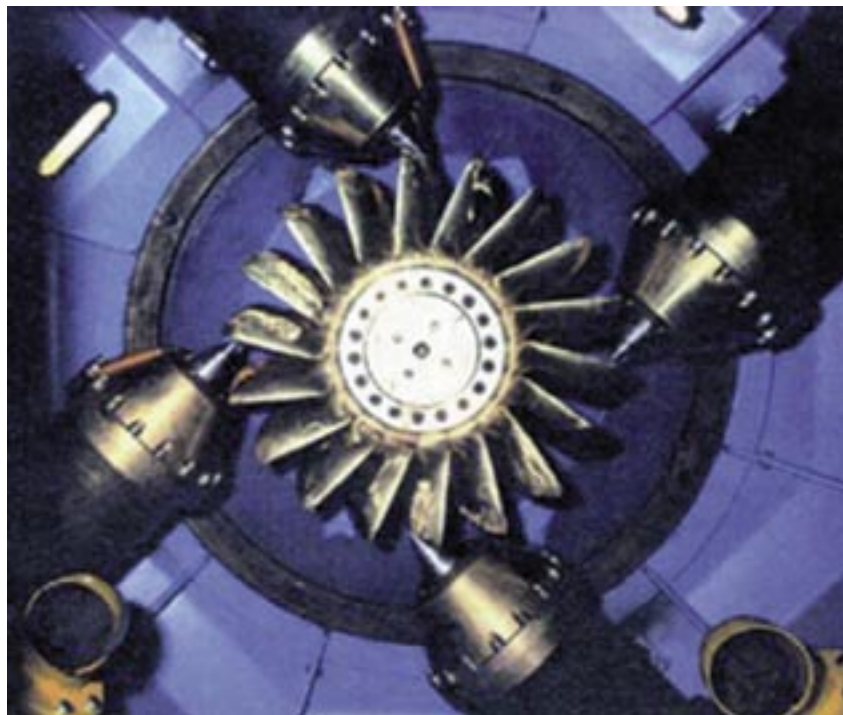
Un altro settore di applicazione del micro-hydro in crescente sviluppo è quello del recupero energetico. Nei sistemi idrici che, per regolare e controllare la portata, disperdono a valle una parte dell'acqua, è possibile installare una turbina per il recupero energetico. I sistemi idrici nei quali esiste una simile possibilità sono tanti, ad esempio:

- acquedotti uso potabile, industriale, irriguo, ricreativo, etc.;
- canali di bonifica ed irrigui;
- canali o condotte di deflusso per i superi di portata;
- circuiti di raffreddamento di condensatori di impianti a motori termici.



In pratica però la realizzazione di un micro-impianto su sistemi idrici di questo tipo è conveniente dal punto di vista economico se le condotte già esistono e laddove i salti e le portate sono significativi.

Altre applicazioni sono possibili infine presso gli impianti idroelettrici di pompaggio, dove il generatore funziona come un motore e consente di pompare l'acqua da un bacino inferiore a quello superiore durante la notte, quando la disponibilità energetica è maggiore.



### **Cosa fare per realizzare un impianto micro-hydro**

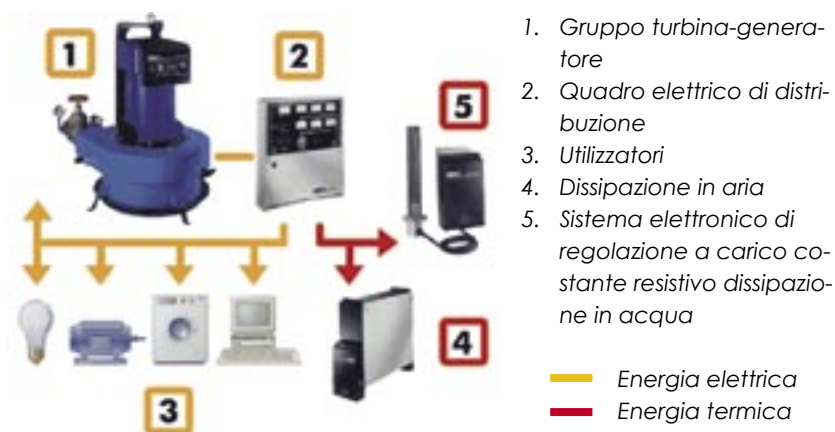
Le azioni da intraprendere per realizzare un micro-impianto idroelettrico sono differenti per gli impianti di potenza inferiore a 20 kW, rispetto alle centrali elettriche di taglia superiore.

Alla taglia è legata anche la funzione e la modalità di esercizio dell'impianto: applicazioni sotto i 20 kW sono per utenze stand-alone, cioè senza connessione alla rete; quelle di taglie maggiori invece sono considerate Officine Elettriche, soggette ad imposizione fiscale, e generalmente connesse in rete (grid connected), con la possibilità di vendere le eccedenze di energia rispetto all'autoconsumo.

In questa pubblicazione daremo alcuni cenni soltanto sulla procedura tipo da seguire per la costruzione di un impianto di potenza inferiore a 20 kW, considerando che le centrali di potenza superiore interessino soggetti con motivazioni industriali e che pertanto si affideranno a società specializzate.

Pur considerando che chi desidera installare un impianto di potenza inferiore a 20 kW è ispirato da motivazioni di tipo ambientale o di risparmio energetico, più che da interessi commerciali, si suggerisce di verificare la fattibilità del progetto seguendo le seguenti fasi:

1. **Scelta del sito** (disponibilità dei terreni, verifica delle proprietà, dei vincoli, ecc.);
2. **Valutazione delle grandezze utili** (portata e salto disponibili, calcolo della potenza dell'impianto);
3. **Analisi delle autorizzazioni richieste**, chiedendo informazioni ai costruttori o ai professionisti del luogo che conoscono le realtà locali;
4. **Studio di fattibilità** dell'impianto e verifica dei costi, per accertare che l'impianto abbia un rapporto costi/ricavi adeguato alle aspettative;
5. **Scelta del progettista e del costruttore;**
6. **Gestione e manutenzione dell'impianto.**



Componenti per microcentrale idroelettrica

Consolidata l'intenzione di realizzare un micro-impianto idroelettrico è opportuno prendere un contatto preliminare con i produttori di macchine (possibilmente più di uno).

Attraverso la loro esperienza, e mediante il confronto diretto tra le possibili soluzioni relative allo specifico sito, ci si potrà orientare verso le scelte tecniche più opportune.

Spesso i costruttori di turbine sono anche in grado di fornire una consulenza alla progettazione delle opere idrauliche e civili, così da consegnare un progetto "chiavi in mano".

In base alle caratteristiche stimate di salto e portata si può individuare la tipologia di turbina e la taglia più adatte, tenendo conto che la turbina stessa deve essere dimensionata facendo un compromesso tra la portata media dell'anno e la portata di picco dei periodi con maggiore disponibilità d'acqua.

Data la modesta complessità costruttiva di un micro-impianto, la manutenzione e la gestione sono molto semplificate rispetto agli impianti di taglia maggiore. Non è richiesta la presenza di un custode fisso, ma soltanto un operatore che saltuariamente verifichi la corretta funzionalità delle opere idrauliche (di presa e di filtraggio) e di quelle elettromeccaniche (turbina-alternatore). La gestione avviene normalmente in remoto, attraverso sistemi di comando e telecontrollo che consentono di ricevere dati e fornire comandi all'impianto.



*Pc di telegestione dati*

## Concessione idroelettrica

Nella stragrande maggioranza dei casi le acque sono pubbliche: qualora si intenda procedere alla realizzazione di un impianto idroelettrico, anche di piccola taglia, occorre preventivamente fare richiesta di concessione all'uso delle acque e pagare i relativi canoni.

## Micro-eolico e micro-hydro: il ruolo delle PA locali

### *Promuovere il decentramento della produzione di energia*

Le Pubbliche Amministrazioni locali, i professionisti e quanti si occupano di energia e ambiente, svolgono un ruolo decisivo per lo sviluppo dei sistemi micro-eolici e micro-hydro per la produzione decentrata di energia elettrica.

Da un lato i dirigenti locali responsabili delle linee guida in tema di energia e ambiente hanno la possibilità di favorire la diffusione nel territorio di piccoli impianti eolici ed idroelettrici, attraverso gli strumenti della programmazione, della facilitazione degli iter autorizzativi, degli incentivi, dell'adesione a progetti e iniziative su base locale.



Dall'altro lato i professionisti hanno il compito di individuare le potenzialità del territorio, studiare come integrare questi sistemi nell'ambiente tipico locale, definire progetti pilota che concorrano alla determinazione e diffusione di uno

standard applicabile su base locale, con l'obiettivo di contribuire a mitigare gli effetti conseguenti all'uso incontrollato di combustibili fossili.

## Sistemi ibridi

I sistemi ibridi sono l'associazione di due o più sistemi di generazione, in parte convenzionali (es. diesel) per garantire una base di continuità del servizio elettrico, e in parte da fonte rinnovabile (eolico, fotovoltaico, idroelettrico, ecc.), completati da sistemi di accumulo (batterie), di condizionamento della potenza (inverter, raddrizzatori, regolatori di carica) e di regolazione e controllo.

Tali sistemi sono una valida soluzione alle esigenze di energia elettrica nelle aree remote non elettrificate, dove in passato venivano utilizzati esclusivamente generatori diesel, che hanno una ridotta efficienza di funzionamento, alti oneri di manutenzione e una breve vita dell'impianto.

I sistemi ibridi invece consentono di sfruttare le risorse rinnovabili esistenti sul territorio e costituiscono una concreta opzione compatibile sul piano ambientale e sociale.

Attualmente si progettano sistemi ibridi dove le fonti rinnovabili e l'accumulo forniscano fino all'80-90% dei fabbisogni energetici, lasciando al diesel solo la funzione di soccorso.



*Sistema ibrido su torre*

## Leggi regionali

Si consiglia di prendere in considerazione con particolare attenzione la legislazione vigente a livello regionale e provinciale, prima di intraprendere un'iniziativa nel campo del micro-eolico o del micro-hydro.

Gli Enti Locali infatti rivestono oggi un ruolo determinante in campo energetico, ed in particolare nella promozione delle fonti rinnovabili a livello locale.

## Incentivazioni

Il micro-eolico ed il micro-hydro, come tutti gli altri impianti elettrici da fonte rinnovabile di piccola taglia, sono soggetti ad una distinzione in base alla soglia di potenza dei 20 kW. La Legge 133/99 infatti ha decretato l'assenza di imposizione fiscale per i micro-impianti al di sotto dei 20 kW.

Nell'individuazione delle forme di incentivazione di un micro-impianto occorre quindi fare riferimento a due diversi regimi, cui tra l'altro corrispondono differenti finalità e benefici.



Diga gonfiabile





**Impianti micro-eolici e micro-hydro di potenza nominale inferiore a 20 kW.** Sono impianti destinati al solo autoconsumo; non sono considerate Officine Elettriche e conseguentemente non hanno diritto alla vendita dell'energia prodotta.

L'incentivo fondamentale è che, ai sensi della Legge 133/99, non vi è imposizione fiscale sull'energia elettrica prodotta e pertanto non è necessaria la denuncia all'Ufficio Tecnico di Finanza.

**Impianti micro-eolici e micro-hydro di potenza nominale superiore a 20 kW.** Sono impianti destinati all'autoconsumo dell'energia prodotta, ma possono anche venderne le eccedenze.

Sono considerate Officine Elettriche e quindi è richiesta la denuncia all'U.T.F., con la conseguente imposizione fiscale sull'energia elettrica prodotta.

Gli incentivi sono uguali a quelli degli impianti idroelettrici di taglia maggiore, e cioè:



- **Priorità di dispacciamento** in quanto impianti alimentati da Fonti Energetiche Rinnovabili.
- **Vendita dell'energia ad un prezzo incentivato**, definito dall'Autorità per l'energia.
- **Possibilità di ottenere e di vendere i Certificati Verdi ed i Certificati RECS**, qualora la produzione di energia elettrica annua superi i 50 MWh.



## Net metering

I micro-impianti eolici o idroelettrici di potenza superiore a 20 kW devono essere denunciati all'Ufficio Tecnico di Finanza come Officine Elettriche. In quanto tali, possono essere connessi alla rete nazionale di Bassa Tensione (grid-connected) con il net metering.

Il net metering infatti è un sistema di scambio con la rete elettrica nazionale che consente di cedere energia quando la propria produzione è in eccesso e di riceverla quando non è sufficiente. Il sistema funziona mediante l'utilizzo di contatori reversibili che contabilizzano sia l'energia ceduta, che quella prelevata.

Il net metering attualmente è applicato soltanto all'energia elettrica prodotta con i moduli fotovoltaici, ma sarebbe necessario adottarlo anche per tutte le altre fonti rinnovabili, poiché è un importante strumento per il loro sviluppo.

Adiconsum ha chiesto all'Autorità per l'energia di emanare una delibera che permetta di collegare alla rete elettrica nazionale gli impianti microeolici e micro-hydro con il sistema net metering.

Progetto finanziato interamente da



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA  
ARTIGIANATO ED AGRICOLTURA  
NAPOLI

Promosso e realizzato da



Titolo Progetto "Mi manda Adiconsum"

Responsabile  
Luigi Matera

Coordinamento scientifico  
Rossella Colantuono