

ENERGIA DAL VENTO

___Indice___

Introduzione >

Impianti eolici >

Le wind farm onshore

Le wind farm offshore

La mappa eolica

Tipi di impianti eolici

Ambiente e territorio >

Impatto visivo

Rumore

Effetti su flora e fauna

ENERGIA DAL VENTO

Introduzione

La più importante forma di impiego dell'energia eolica è quella relativa alla produzione di energia elettrica attraverso i generatori eolici, ovvero aerogeneratori. L'energia elettrica si ottiene sfruttando l'energia cinetica del vento: le masse d'aria in movimento ad una velocità superiore ai 10 chilometri orari fanno girare le pale di un'elica; queste a loro volta sono collegate ad un generatore che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.

Impianti eolici

Esistono aerogeneratori diversi per forma e dimensione. Possono, infatti, avere una, due o tre pale di varie lunghezze: quelli con pale lunghe 50 centimetri vengono utilizzati come caricabatteria, quelli con pale lunghe circa 30 metri sono in grado di erogare una potenza di 1500 chilowatt, riuscendo a soddisfare il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 1000 famiglie. Il più diffuso aerogeneratore è costituito da una torre di acciaio di altezze che si aggirano tra i 60 e i 100 metri, con due o tre pale lunghe circa 20 metri e genera una potenza di 600 chilowatt che equivale al fabbisogno elettrico giornaliero di 500 famiglie.

Le pale del generatore eolico sono fissate su un elemento meccanico chiamato **mozzo** a formare l'elemento dell'aerogeneratore chiamato **rotore**. A seconda della posizione dell'asse attorno a cui ruota questo meccanismo, si distinguono **rotori ad asse orizzontale** e **rotori ad asse verticale**. I primi sono i più noti e diffusi, i secondi sono stati utilizzati fin dall'antichità, ma solo ultimamente sono oggetto di studi e ricerche per migliorarne l'efficienza (i principali vantaggi dell'asse verticale sono: il costante funzionamento indipendentemente dalla direzione del vento, la migliore resistenza anche alle alte velocità dei venti e alla loro turbolenza).

La struttura di un generatore eolico con rotore ad asse orizzontale è semplice: un sostegno (formato da fondamenta e torre) che reca alla sua sommità una **gondola** o **navicella**. In questo involucro sono contenuti l'**albero di trasmissione** lento, il **moltiplicatore di giri**, l'**albero veloce**, il **generatore elettrico** e i **dispositivi ausiliari** (sistema frenante e sistema di controllo). All'estremità dell'albero lento è fissato il **rotore** (costituito dal mozzo sul quale sono montate le pale).

La forma delle pale è disegnata in modo che il flusso dell'aria che le investe azioni il rotore. Dal rotore, l'energia cinetica del vento viene trasmessa a un generatore di corrente. Il generatore eolico funziona a seconda della forza del vento. Al di sotto dei 4/5 metri al secondo non può partire. La velocità minima che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto è 10/12 metri al secondo per qualche centinaio di chilowatt. Ad elevate velocità (20/25 metri al secondo) l'aerogeneratore viene spento per ragioni di sicurezza.

I progressi nel disegno dei rotori eolici degli ultimi 10 anni permettono a questi di operare anche a velocità del vento inferiori, imbrigliando una quantità maggiore di energia e raccogliendola ad altezze maggiori, aumentando la quantità di energia eolica sfruttabile.

Sono stati messi a punto anche dei rotor con pale “**mobili**”: variando l’inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dall’aerogeneratore.

Le wind farm onshore

Più aerogeneratori collegati insieme formano le **wind farm**, le “**fattorie del vento**”, che sono delle vere e proprie centrali elettriche. Una *wind farm* è costituita da un gruppo di turbine eoliche situate nello stesso luogo, interconnesse tra loro da una rete di collegamento a medio voltaggio, che raccoglie l’energia prodotta da ciascuna turbina e la convoglia ad una stazione di raccolta, dove un trasformatore converte la corrente elettrica a medio voltaggio in corrente ad alta tensione e la immette nel sistema di trasmissione e distribuzione. Una grande *wind farm* può consistere di dozzine di generatori eolici, fino a più di cento turbine singole, e copre un’area di diversi km²: poiché, però, l’area occupata dai singoli generatori eolici è molto piccola, tutte le zone tra una turbina e l’altra possono essere destinate ad altro uso, come, per esempio, l’agricoltura o l’allevamento di bestiame. Nelle *wind farm* la distanza tra gli aerogeneratori non è casuale, ma viene calcolata per evitare interferenze reciproche che potrebbero causare diminuzioni di produzione di energia. Di regola gli aerogeneratori vengono situati ad una distanza di almeno cinque-dieci volte il diametro delle pale. Nel caso di un aerogeneratore medio, con pale lunghe circa 20 metri, questo significa installarne uno ogni 200 metri circa.

Le wind farm offshore

Le *wind farm* più recenti tendono ad essere situate **offshore**, cioè in mare, lontano dalle coste, dove è possibile sfruttare i forti venti che soffiano, senza essere rallentati da ostacoli, sulla superficie dei mari, degli oceani, ma anche di grandi laghi. I costi di realizzazione e di manutenzione di *wind farm offshore* sono molto più elevati di quelle *onshore*, a causa dei costi di trasporto dei materiali, delle difficoltà costruttive, dei problemi di ancorare le torri al fondale (tecnicamente, con una profondità massima di 200 m, ma in genere non più di 20 m e a non più di 20 km dalla costa, per tenere bassi i costi) e dei problemi legati alla corrosione ad opera delle acque marine sulle strutture, ma i vantaggi in termini di produttività sono molto elevati. Sulla superficie di mari e oceani, infatti, i venti non trovano ostacoli e soffiano con velocità maggiori e con maggior costanza.

Il posizionamento *offshore* di grandi *wind farm* risolve anche i problemi di impatto estetico e acustico, poiché le torri sono situate oltre la linea dell’orizzonte visibile, ad almeno 3 km dalla costa, e anche i problemi ambientali legati al pericolo costituito dalle torri per gli uccelli, rapaci e migratori in particolare, e per i pipistrelli sono molto più limitati. Le centrali in mare rappresentano, inoltre, un’utile soluzione per quei paesi densamente popolati e con forte impegno del territorio che si trovano vicino al mare. Alcuni ricercatori sostengono persino che la creazione di piattaforme e sistemi di piloni e cavi sottomarini potrebbe creare, nel tempo, zone di ripopolamento e di biodiversità sui fondali, come accade per le pile e gli ancoraggi delle piattaforme petrolifere. Gli impianti *offshore* rappresentano quindi, secondo la maggior parte degli esperti del settore, il vero futuro dell’energia eolica, sia in termini ambientali sia di potenziale produttivo.

In Europa Regno Unito e Germania possiedono il maggior numero di *wind farm offshore*, seguiti da Danimarca e Paesi Bassi. Vi sono grandi progetti per l'eolico *offshore*: il Regno Unito ha pianificato di illuminare ogni abitazione del Paese con energia prodotta da *wind farm offshore* entro il 2020 mentre il Canada sta progettando la realizzazione di *wind farm offshore* nella regione dei Grandi Laghi. La più grande *wind farm offshore* del mondo, denominata London Array, è stata costruita nell'estuario del Tamigi, con una potenza installata di 1 GW, e fornisce energia a 600.000 abitazioni grazie a 175 turbine.

La mappa eolica

Per produrre energia elettrica in quantità sufficiente è necessario che il luogo dove si installa l'aerogeneratore sia molto ventoso. La valutazione della potenzialità produttiva di un impianto eolico è un'operazione difficile e complessa, che dipende dalle caratteristiche dei venti che soffiano nel luogo dove l'impianto verrà realizzato. La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento. Eventuali ostacoli possono influenzare profondamente velocità, potenza, direzione e distribuzione dei venti. Per quanto riguarda i rilievi montuosi, si è constatato che, mentre i pendii ripidi creano turbolenze pericolose per la stabilità e negative per il rendimento del generatore eolico, quelli più gradualmente favoriscono la concentrazione del vento.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno con un numero non eccessivo di ostacoli con una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi. Il vento deve superare la velocità di almeno 5,5 metri al secondo e deve soffiare in modo costante per gran parte dell'anno. Per quanto riguarda i siti eolici *offshore*, i migliori sono quelli con venti che superano la velocità di 7-8 metri al secondo, che hanno bassi fondali (da 4 a 40 metri) e che distano oltre 3 chilometri dalla costa.

La creazione di un impianto presuppone la conoscenza della "mappa eolica" del luogo, indicativa di quanto e come soffia il vento. Inoltre, prima di costruire un impianto, vengono realizzate registrazioni sistematiche e per prolungati periodi di tempo di grandezze, come velocità e traiettorie dei venti che soffiano nei luoghi prescelti.

Tipi di impianti eolici

L'energia elettrica può essere utilizzata attraverso due grandi categorie di impianto: impianti per utenze isolate e impianti concepiti per essere allacciati a reti elettriche già esistenti. Un primo tipo di impianto è quello per la produzione di energia elettrica "di servizio" fornita da piccoli aerogeneratori di potenza inferiore a 1 chilowatt (rotore di 1-2 m.) per l'alimentazione di apparecchiature poste in luoghi isolati, come ripetitori radio, rilevatori, impianti di segnalazione, ecc.; questi utilizzi sono spesso concorrenziali o utilizzati insieme ai sistemi fotovoltaici. Inoltre, esiste una produzione di elettricità per l'alimentazione di case sparse o insediamenti isolati non allacciati alla rete. Tali impianti sono costituiti da aerogeneratori di piccola taglia (3-20 chilowatt) e un sistema di accumulo (batteria) dell'energia elettrica prodotta nei momenti di vento favorevole. Queste applicazioni hanno diffusione limitata nei Paesi industrializzati, ma potrebbero avere prospettive interessanti nei Paesi in via di sviluppo con elevata ventosità.

Il secondo tipo di impianti eolici è connesso alla rete e si suddivide in due categorie: quello per la produzione di elettricità per l'alimentazione di piccole reti e quello collegato alla rete nazionale. Nel primo caso si tratta impianti situati su piccole isole o in aree remote che sono alimentate da sistemi elettrici non connessi con la rete nazionale. Anche per questa tipologia di sistemi si può prevedere l'impiego congiunto di eolico e fotovoltaico (impianti ibridi), che potrebbero, in alcuni casi, integrarsi a vicenda su base annua.

L'applicazione di maggior interesse per l'eolico è invece l'alimentazione delle grandi reti nazionali; per questo scopo sono utilizzate macchine di taglia medio-grande installate singolarmente o in gruppi di unità (*wind farm*) con potenze totali dell'ordine di alcuni megawatt o di alcune decine di megawatt.

Ambiente e territorio

Il vento in sé è abbondante, economico, inesauribile, ampiamente distribuito e l'energia eolica è una fonte rinnovabile che non produce alcuna emissione inquinante. Pertanto, soprattutto nell'ambito della produzione di energia elettrica, una sua maggiore diffusione può contribuire in maniera significativa alla riduzione delle emissioni dei cosiddetti "gas serra". Inoltre, rispetto a quella solare e a quella geotermica, l'energia eolica presenta il vantaggio di essere disponibile sotto forma meccanica e quindi facilmente trasformabile in elettricità. I generatori eolici, inoltre, non producono sostanze radioattive o chimiche inquinanti, dal momento che sono costituiti solo da materie plastiche e metalliche.

Occorre anche considerare che l'energia prodotta da un aerogeneratore durante il corso della sua vita media (circa 20 anni per gli impianti *onshore* e più di 25 anni per gli impianti *offshore*), è circa 80 volte superiore a quella necessaria alla sua costruzione, manutenzione, esercizio, smantellamento e rottamazione. Si è calcolato che sono sufficienti due o tre mesi per recuperare tutta l'energia spesa per costruire l'aerogeneratore e mantenerlo in esercizio.

L'energia eolica presenta anche alcuni svantaggi. In primo luogo, si tratta di una fonte intermittente su base stagionale e giornaliera. Per questo motivo installare 100 MW di turbine eoliche non significa avere a disposizione 100 MW di potenza in continuo, ma una potenza inferiore. La capacità annuale effettiva risulta essere pari al 45% di quella nominale nelle zone più ventose, attestandosi su una media del 30% a livello globale. In altre parole, per disporre di 100MW effettivi occorre installare 250 MW. Un altro problema da affrontare è costituito dalle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia a cui sono collegati gli impianti eolici, che devono essere predisposte a ricevere un flusso elettrico intermittente a media tensione. Le reti di distribuzione attualmente presenti nei paesi industrializzati sono concepite in maniera opposta, poiché sono collegate a pochi grandi impianti di grande potenza con flussi di energia controllati e prevedibili. Il passaggio a una produzione di energia proveniente da molti impianti di piccola taglia, eolici e non solo, richiede adeguate e costose modifiche della rete di distribuzione elettrica.

Impatto visivo

L'impatto visivo di un aerogeneratore alto dai 40 ai 60 metri è evidente, ma può essere ridimensionato realizzando gli impianti a una certa distanza dai centri abitati più vicini. Oggi si tende a diminuire l'impatto visivo disponendo le macchine su una sola fila e utilizzando i colori neutri (come il bianco). Il minor impatto ambientale-paesaggistico si ottiene anche collocando gli impianti in mare aperto oltre l'orizzonte visibile dalle coste. Sono comunque allo studio soluzioni costruttive meno visibili anche per le installazioni terrestri. Si può ricorrere al mimetismo di carattere cromatico che consiste nel rendere i colori delle torri eoliche simili a quelli del paesaggio circostante (per esempio la parte inferiore che si mimetizza con il verde della campagna, mentre la parte superiore gradatamente azzurra come il cielo), oppure al mimetismo delle forme integrando i sistemi eolici su strutture preesistenti.

Occupazione del territorio. Il terreno necessario per realizzare un impianto eolico è complessivamente vasto, dal momento che bisogna calcolare anche la distanza fra un generatore e l'altro. Da questo punto di vista, la densità di potenza (10 watt per metro quadrato) è piuttosto bassa. Se, però, si tiene conto del fatto che le macchine eoliche e le opere di supporto occupano solo il 2 - 3% del territorio, la densità cresce a centinaia di watt per metro quadrato e lo spazio tra una macchina e l'altra può comunque essere impiegato per l'agricoltura o la pastorizia.

Rumore

L'inquinamento acustico potenziale degli aerogeneratori è legato a due tipi di rumori: quello meccanico proveniente dal generatore e quello aerodinamico proveniente dalle pale del rotore. Per quanto riguarda il rumore, in termini di decibel, il ronzio degli aerogeneratori è ben al di sotto del rumore che si percepisce in città. Allontanandosi di trecento metri da una wind farm si rilevano gli stessi decibel che si avvertono normalmente stando nel traffico o nelle vicinanze di molte industrie. Attualmente, comunque, gli aerogeneratori ad alta tecnologia sono molto silenziosi. Si è calcolato che, ad una distanza superiore a circa 200 metri circa, il rumore della rotazione dovuto alle pale del rotore si confonde completamente col rumore del vento che attraversa la vegetazione circostante.

Effetti elettromagnetici. Le possibili interferenze ai danni di apparecchi di telecomunicazione sono poco rilevanti. Come qualsiasi ostacolo, infatti, anche la macchina eolica può interferire con la propagazione delle telecomunicazioni, ma un'adeguata distanza rende tale interferenza trascurabile.

Effetti su flora e fauna

Quanto alle possibili alterazioni di flora e fauna, sulla base delle informazioni disponibili, si è verificato che le possibili interferenze di qualche rilievo riguardano solo l'impatto dei volatili con il rotore delle macchine. In genere le collisioni sono rare e per lo più limitate ai rapaci. Gli uccelli migratori sembrano, invece, adattarsi alla presenza di questi ostacoli. Secondo la *US Fish and Wildlife Service* la prima causa di mortalità tra gli uccelli è da imputare ai gatti (circa un miliardo di esemplari all'anno), a seguire gli edifici (poco meno di un miliardo), i cacciatori (circa 100 milioni l'anno) e infine i veicoli, le torri per gli impianti di telecomunicazione, i pesticidi e le linee ad alta tensione (ciascuna

categoria con un contributo che va da 60 a 80 milioni di esemplari l'anno); il contributo relativo agli impianti eolici risulta una frazione estremamente modesta.

L'impatto sulla vegetazione si verifica soprattutto in fase di realizzazione dell'impianto, con la costruzione delle strade e delle fondazioni, nonché con le movimentazioni dei materiali. Esistono delle misure per mitigare gli impatti sul territorio, ad esempio ripristinando la vegetazione al termine della fase di cantiere o compensando l'impatto con il miglioramento delle aree vicine per avere un bilancio complessivo positivo. In conclusione, se si rispettano alcune accortezze nella fase di progettazione di una wind farm, tra tutte le industrie produttrici di energia, quella eolica è fra le più pulite e sicure. Durante il funzionamento non produce sostanze inquinanti, polveri e calore e anche dopo lo smantellamento tutto può tornare come prima, senza lasciare traccia né danni all'ambiente e alle persone.

Testo aggiornato ad agosto 2022