

ENERGIA EOLICA

Il vento.

Il vento è un fenomeno naturale che consiste nel movimento ordinato, quasi orizzontale, di masse d'aria dovuto alla differenza di pressione tra due punti dell'atmosfera. In presenza di due punti con differente pressione si origina una forza detta *forza del gradiente di pressione* o *forza di gradiente* che agisce premendo sulla massa d'aria per tentare di ristabilire l'equilibrio. Il flusso d'aria non corre in maniera diretta da un punto all'altro, cioè con stessa direzione della forza di gradiente, ma subisce una deviazione dovuta alla forza di Coriolis che tende a spostarlo verso destra nell'emisfero settentrionale e verso sinistra nell'emisfero meridionale della terra. La velocità del vento, o meglio la sua intensità, si misura con uno strumento chiamato anemometro e può essere espressa in: m/s, oppure in km/h, oppure, in ambiente navale in nodi.

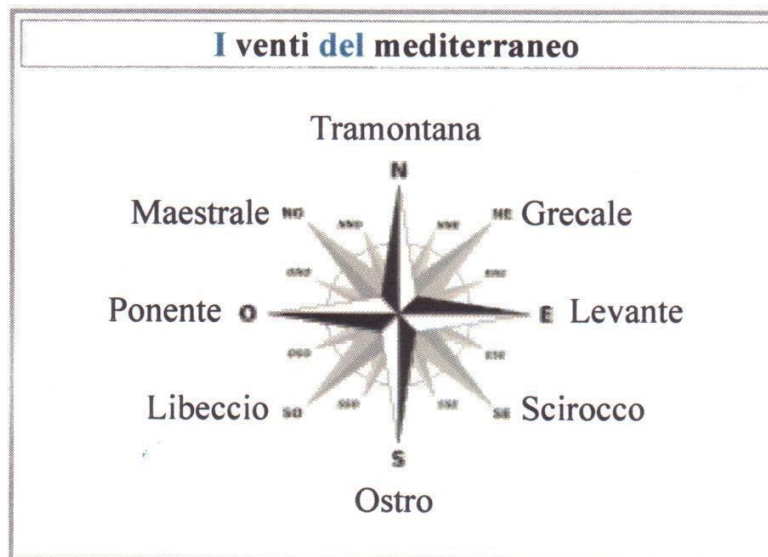
I venti si classificano in costanti, periodici, locali e ciclonici; i venti costanti sono quelli che soffiano tutto l'anno sempre nella stessa direzione e nello stesso senso. Tra questi vi sono gli alisei, i venti extratropicali e i venti occidentali. Gli alisei si generano nelle zone anticicloniche tropicali e convergono verso quelle equatoriali. I venti extratropicali spirano nelle fasce equatoriali dove, per effetto del riscaldamento, si formano masse ascendenti di aria calda e umida. I venti occidentali spirano tra i 35° e i 60° e da sud-ovest a nord-est nell'emisfero boreale e da nord-ovest a sud-est in quello australe.

Si dicono *venti periodici* quelli che invertono periodicamente il loro senso. Il periodo può essere stagionale come nel caso dei monsoni o degli etesi o anche semplicemente diurno come nel caso delle brezze. I monsoni sono caratteristici dell'Oceano Indiano e dei mari della Cina. Nel semestre estivo, tra aprile ed ottobre, spirano dall'Oceano verso terra mentre durante quello invernale tra Novembre ed Aprile soffiano dal continente verso il mare. Le brezze di monte e di valle soffiano invece dalla valle alla montagna durante il giorno e dalla montagna alla valle durante la notte.

I venti locali, tipici delle zone temperate dove soffiano irregolarmente quando si vengono a creare zone cicloniche e anticicloniche, sono moltissimi e spesso legati alla nomenclatura locale, a seconda delle zone in cui si generano.

Nell'area interessata dal mar Mediterraneo si usa classificare i venti a seconda della direzione da cui provengono sulla base schematica dettata dalla Rosa dei venti, riprendendo l'antica nomenclatura derivante dall'antica Grecia, che presumeva l'osservatore posto al centro del mar Jonio, a nord-ovest delle isole egee, in direzione della Sicilia. Ed è per questo che lo scirocco, il grecale ed il libeccio si chiamano così perché stando in quel punto la Siria è posta a sud-est, la Grecia a nord-est e la Libia a sud-ovest.

LA ROSA DEI VENTI



ENERGIA EOLICA

Allo spostamento delle masse d'aria, comunemente definite "vento", sono associabili le considerazioni fisiche sulla velocità e sulla potenza, e quindi sulla generazione di energia associata a questo spostamento e cioè : $E = \frac{1}{2} mv^2$; dove E è l'energia sviluppata, m è la massa d'aria e v è la velocità di tale massa in movimento.

Quindi, in base a questa semplice considerazione, è possibile avere energia dal movimento d'aria e questo tipo di energia è nota come "energia eolica".

SISTEMA EOLICO

Il sistema eolico è un insieme di sottosistemi integrati che ha la funzione di convertire l'energia del vento in un'altra forma direttamente utilizzabile (meccanica o elettrica). Tali sottosistemi sono:

1. Il vento
2. La turbina, cioè la macchina che trasforma energia meccanica di prima specie (energia cinetica delle masse d'aria) in lavoro meccanico. Essa è il componente primario del sistema eolico, composta a sua volta da: rotore (motore primo), sistema di accoppiamento elettromeccanico, sistemi di misura, controllo e regolazione, torre di sostegno e telai vari-
3. Il sistema di interfacciamento all'utenza o alla rete elettrica.
4. L'ambiente (aspetti ambientali e normativi).

Ma da cosa è composto, principalmente, un aerogeneratore? Vediamo insieme le parti principali.

IL ROTORE

Il rotore è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale . Le pale più utilizzate sono realizzate in fibra di vetro; i rotori a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate. Sono però più rumorosi e vibrano di più di quelli a tre pale. Tra i due la resa energetica è quasi equivalente; sono stati realizzati anche rotori con una sola pala, equilibrata da un contrappeso.

A parità di condizioni, questi rotori sono ancor più veloci dei bipala, ma hanno rese energetiche leggermente inferiori. Ci sono anche rotori con numerose pale, di solito 24, che vengono impiegati per l'azionamento diretto di macchine, come le pompe.

Sono stati messi a punto dei rotori con pale "mobili", cioè variando l'inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di energia prodotta dall'aerogeneratore.

IL SISTEMA FRENANTE

È costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale: un sistema di frenaggio aerodinamico e uno meccanico.

Il primo viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di sovra velocità del vento e per arrestare il rotore; il secondo viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

IL MOLTIPLICATORE DI GIRI

Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di energia elettrica.

IL GENERATORE

Il generatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. La potenza del generatore viene indicata in chilowatt (kW); è questa la macchina elettrica che produce energia, la quale verrà poi convogliata verso il sistema di trasporto ed utilizzo.

IL SISTEMA DI CONTROLLO

Il funzionamento di un aerogeneratore è gestito da un sistema di controllo che svolge due diverse funzioni.

Gestisce automaticamente l'aerogeneratore nelle diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza che blocca il funzionamento dell'aerogeneratore in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento.

LA NAVICELLA E IL SISTEMA DI IMBARDATA

La navicella è una cabina in cui sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore, ad eccezione, naturalmente, del rotore e del mozzo; essa è posizionata sulla cima della torre e può girare di 180° sul proprio asse.

Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento.

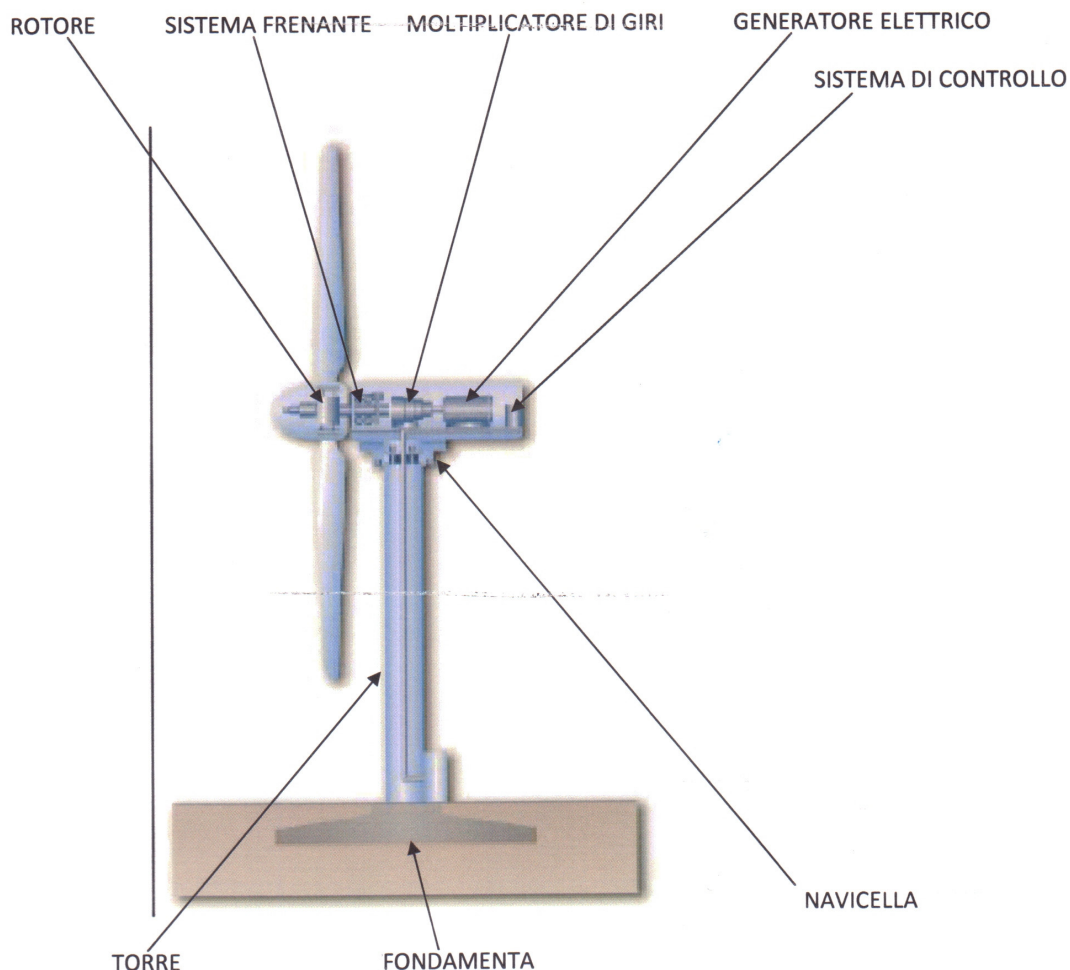
Negli aerogeneratori di media e grossa taglia, l'allineamento è garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, mentre nei piccoli aerogeneratori è sufficiente l'impiego di una pinna direzionale. Nel sistema di imbardata un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

LA TORRE E LE FONDAMENTA

La torre sostiene la navicella e il rotore, può essere a forma tubolare o a traliccio. In genere è costruita in legno, in cemento armato, in acciaio o con fibre sintetiche.

La struttura dell'aerogeneratore per poter resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento deve essere ancorata al terreno mediante fondamenta.

Le fondamenta molto spesso sono completamente interrato e costruite con cemento armato, soprattutto per altezze considerevoli, come nel caso dei grandi parchi 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 caricabatterie, quelli con pale lunghe circa 30 metri, sono in grado di erogare una potenza di 1.500 kW, riuscendo a soddisfare il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 1.000 famiglie.

Il tipo più diffuso è l'aerogeneratore di taglia media, alto oltre 50 metri, con due o tre pale lunghe circa 20 metri. Questo tipo di aerogeneratore è in grado di erogare una potenza di 500-600 kW e soddisfa il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 500 famiglie

COME AVVIENE LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA?

CONVERSIONE AERODINAMICA-MECCANICA

La prima conversione di energia, in un generatore eolico, riguarda la trasformazione da energia aerodinamica, data dal movimento dell'aria, in energia meccanica "catturata" attraverso le pale del generatore stesso; va subito evidenziato che il rendimento di questa conversione è molto limitato poiché non si può sottrarre al vento tutta la sua energia e questo è stato dimostrato già negli anni '20 da A.Betz, con un teorema che prescinde dalla forma del generatore eolico.

I più comuni rotor sono ad asse orizzontale e sfruttano il principio aerodinamico della portanza; la generazione della portanza può essere attribuita alla distribuzione di pressione intorno al corpo che attraversa il fluido. Ad esempio, su di un'ala, la produzione della portanza è dovuta alle differenze di pressione tra il ventre e il dorso. Tale differenza di pressione genera una forza aerodinamica la cui componente ortogonale alla direzione del moto è la portanza. Più precisamente, la combinazione di angolo d'attacco, curvatura e spessore dell'ala, produce un andamento della pressione sulla sua superficie il cui risultato è una forza aerodinamica.

Altri generatori eolici, sfruttano invece la resistenza al movimento generato dal vento, secondo il concetto che un corpo inserito in una corrente d'aria è soggetto alla forza di spinta da parte del vento e quindi si genera la rotazione dalla quale si estrae l'energia meccanica.

La trasformazione da energia aerodinamica in energia meccanica avviene, quindi, grazie alle pale del rotore, le quali entrano in rotazione e mettono in movimento il rotore stesso.

Le pale vengono realizzate in maniera tale da mettersi sempre in posizione ottimale per sfruttare il massimo della potenza prelevabile e pure per la regolazione della velocità del rotore.

Vediamo, ora, i principali componenti di un aerogeneratore.

CONVERSIONE MECCANICA-ELETTRICA

La seconda conversione è quella da energia meccanica in energia elettrica, tramite un generatore che sfrutta i principi dell'induzione elettromagnetica: muovendo un conduttore elettrico all'interno di un campo magnetico variabile si crea, ai capi del conduttore stesso, una tensione elettrica e, se il circuito è chiuso, circola di conseguenza una corrente elettrica.

REALIZZAZIONE DI UNA “WIND FARM”

Innanzitutto è bene chiarire che per realizzare un parco eolico o “wind farm” è necessario che il luogo di realizzazione sia molto ventoso, non tanto in termini di potenza, bensì in termini di continuità della presenza eolica. Vi sono alcuni requisiti fondamentali da verificare affinché un luogo presenti le caratteristiche minime per permettere la realizzazione di un parco eolico e possiamo riassumerle brevemente in:

- velocità media del vento: parametro fondamentale: indicativamente > 5-6 m/s,
- disponibilità facile del terreno (proprietà o usufrutto certi)
- disponibilità in breve raggio delle linee elettriche per supportare l’allaccio in rete
- accettabilità da parte della popolazione
- studio dei moti migratori dell’avifauna
- stime, con modelli matematici, della resa del sistema

Per avere dati a sufficienza, relativamente all’elemento principale e cioè al vento, è necessario condurre un’approfondita campagna anemologica, la cui durata non può essere sicuramente inferiore ai 6 mesi, ma che, in alcuni casi può arrivare anche a 2 anni; oltre a ciò, possono contribuire allo studio di fattibilità, anche dati già noti, magari reperibili da stazioni meteorologiche che dovessero essere presenti nella zona.

Solo dopo attenti studi del luogo, possiamo prendere in seria considerazione l’opportunità della realizzazione di un parco eolico.

Oltre allo studio di fattibilità relativo alla presenza del vento, è necessario anche valutare i possibili effetti indesiderati che tali impianti possono generare, peraltro solo su scala locale, quali l’occupazione del territorio, l’impatto visivo, il rumore, gli effetti sulla flora e la fauna e le interferenze sulle telecomunicazioni.

OCCUPAZIONE DEL TERRITORIO

Gli aerogeneratori e le opere a supporto (cabine elettriche, strade) occupano solamente il 2-3% del territorio necessario per la costruzione di un impianto. È importante notare che nelle wind farm, a differenza delle centrali elettriche convenzionali, la parte del territorio non occupata dalle macchine può essere impiegata per l’agricoltura e la pastorizia; infatti vi sono ampi spazi, sotto gli aerogeneratori, che possono essere sfruttati per altre attività.

IMPATTO VISIVO

Gli aerogeneratori per la loro configurazione sono visibili in ogni contesto ove vengono inseriti. Ma una scelta accurata della forma e del colore dei componenti, per evitare che le parti metalliche riflettano i raggi solari, consente di armonizzare la presenza degli impianti eolici nel paesaggio.

RUMORE

Il rumore che emette un aerogeneratore viene causato dall’attrito delle pale con l’aria e dal moltiplicatore di giri. Questo rumore può essere smorzato migliorando l’inclinazione delle pale e la loro conformazione, e la struttura e l’isolamento acustico della navicella. Il rumore proveniente da un aerogeneratore deve essere inferiore ai 45 decibel in prossimità delle vicine abitazioni.

Tale valore corrisponde ad una conversazione a bassa voce.

I moderni aerogeneratori soddisfano questa richiesta a partire da distanze di 150/180 metri.

EFFETTI SU FLORA E FAUNA

I soli effetti riscontrati riguardano il possibile impatto degli uccelli con il rotore delle macchine.

Il numero di uccelli che muoiono è comunque inferiore a quello dovuto al traffico automobilistico, ai pali della luce o del telefono; questa è un’analisi comunque da effettuare prima dello sviluppo del progetto, onde cercare di non interferire con eventuali flussi migratori già consolidati da parte dell’avifauna.

INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI ED EFFETTI ELETTRROMAGNETICI

Per evitare possibili interferenze sulle telecomunicazioni e la formazione di campi elettromagnetici basta stabilire e mantenere la distanza minima fra l’aerogeneratore e, ad esempio, stazioni

terminali di ponti radio, apparati di assistenza alla navigazione aerea e televisori.

L'inserimento degli impianti eolici nel territorio è un argomento multidisciplinare e che prevede l'analisi di molte tematiche:

- Aspetti tecnico/economici
- Aspetti ambientali e paesaggistici
- Rapporto con enti locali e popolazione:le linee guida regionali per l'iter autorizzativo e per l'inserimento dell'eolico nel paesaggio costituiscono il principale riferimento in materia.

La serietà nello sviluppo del progetto, fin dallo sviluppo della campagna anemometrica, fin poi al coinvolgimento degli enti locali e della popolazione, sono basilari affinché il progetto prenda corpo e diventi poi fonte di beneficio per tutta la collettività.

L'attenzione dei politici, poi, verso il settore delle energie da fonti rinnovabili, dovrebbe contribuire a dare maggior sviluppo al settore, al fine di garantire un accrescimento della produzione di energia elettrica da queste fonti che non provocano inquinamento.

Purtroppo la sensibilità politica, in questo senso, non è molto evidente e per giunta negli ultimi tempi si sente sempre più parlare nuovamente di ricorso al nucleare, senza considerare seriamente che la gestione di tale risorsa implica nuovi problemi futuri legati allo smaltimento delle scorie, senza parlare della gestione stessa delle centrali medesime, non ancora sufficientemente sicura (non dimentichiamoci di Chernobil, le conseguenze le stiamo pagando tutti ancora oggi!!!)

Le risorse energetiche da fonti rinnovabili, quali l'eolica, la fotovoltaica, quella data dallo sfruttamento delle biomasse e l'idroelettrica, già peraltro abbondantemente sfruttata, potrebbero davvero rappresentare un nuovo slancio economico e sociale per il nostro paese; certo è che bisogna crederci fino in fondo, incentivando lo sviluppo di queste tecnologie, non solamente a parole, come usano fare in molti convegni i nostri rappresentanti di governo (ex ed attuali), bensì con i fatti, mettendo in campo tutte le risorse possibili, sia in temine economico, ma soprattutto evitando opposizioni burocratiche assurde ai progetti che molte aziende propongono.

Esempio di integrazione paesaggistica di un parco eolico

