

## Conoscere l'energia eolica

### Che cos'è

L'energia eolica è l'energia posseduta dal vento. L'uomo ha impiegato la forza del vento sin dall'antichità per navigare e per muovere le pale dei mulini, utilizzati per macinare i cereali, per spremere olive o per pompare l'acqua. Solo da pochi decenni l'energia eolica viene impiegata per produrre elettricità. La parola "eolica" deriva da **Eolo**, dio greco del vento, il cui nome "*aiolos*" significa "veloce".

L'energia elettrica si ottiene sfruttando l'energia cinetica del vento che fa girare le pale di un'elica; queste a loro volta sono collegate ad un generatore che trasforma l'energia meccanica (rotazione delle pale) in energia elettrica. Questi moderni mulini a vento sono chiamati **aerogeneratori**.

### Come si forma il vento

Il vento è un fenomeno atmosferico dovuto al riscaldamento del Sole. Il Sole irradia sulla Terra  $1.74 \times 10^{17}$  watt di potenza; di questa circa il 2% viene convertita in energia eolica.

La Terra cede all'atmosfera il calore ricevuto dal Sole, ma non lo fa in modo uniforme. Nelle zone in cui viene ceduto meno calore la pressione dei gas atmosferici aumenta, mentre dove viene ceduto più calore, l'aria diventa calda e la pressione dei gas diminuisce. Si formano così aree di alta pressione e aree di bassa pressione, influenzate anche dalla rotazione della Terra. Quando diverse masse d'aria vengono a contatto, la zona dove la pressione è maggiore tende a trasferire aria dove la pressione è minore. Succede la stessa cosa quando lasciamo sgonfiare un palloncino. L'alta pressione all'interno del palloncino tende a trasferire l'aria verso l'esterno, dove la pressione è più bassa, dando luogo a un piccolo flusso d'aria. Il vento è dunque lo spostamento d'aria, più o meno veloce, tra zone di diversa pressione. E tanto più alta è la differenza di pressione, tanto più veloce sarà lo spostamento d'aria, tanto più forte sarà il vento.

### Come si misura il vento

Un vento viene descritto attraverso due parametri: la **forza** (che è in relazione alla velocità) e la **direzione**.

Tutti abbiamo potuto sperimentare che il vento non è costante, cambia forza e direzione.

La direzione di provenienza si può osservare mediante una banderuola lasciata libera di orientarsi.

Per classificare il vento in base alla sua direzione si usa definirlo col luogo da cui proviene. A volte si prende spunto dalla provenienza geografica (**Grecale** se viene dalla Grecia, **Libeccio** se viene dalla Libia, **Scirocco** se viene dalla Siria), altre volte, come nella "**Rosa dei Venti**", viene indicato con i punti cardinali (vento di Nord-Est, vento di Sud-Ovest).

La forza del vento può essere indicata o con la misura della sua velocità, e cioè in nodi che corrispondono alle miglia orarie (1 nodo = 1 miglio orario = 1,85 chilometri orari), o attraverso la scala proposta da *Francis Beaufort*.

La velocità si misura con l'**anemometro**, una semplice girandola esposta alla forza del vento: si va a misurare la velocità di rotazione.

#### **Anemometro a coppe**

Fra i più usati, il più semplice anemometro è quello a coppe, in cui il vento, soffiando sulle coppe, le pone in rotazione attorno a un asse verticale; un contatore elettrico o meccanico, misura il numero di giri che esse eseguono in un certo intervallo di tempo. Mediante opportune tabelle di taratura è possibile risalire alla velocità del vento.

### La circolazione dei venti

Gli spostamenti di masse d'aria sono dovuti al riscaldamento solare e, in particolare, alla differenza (**gradiente**) di temperatura esistente tra le zone equatoriali e quelle tropicali.

L'irraggiamento solare delle zone equatoriali è maggiore rispetto a quello delle zone tropicali. L'aria equatoriale, più calda e quindi meno densa, tende a salire richiamando aria fredda dalle zone tropicali. Giunta in corrispondenza dei tropici,

l'aria calda si raffredda e comincia a scendere. E così via in un continuo ricircolo equatore-poli e viceversa. In assenza di altri fattori, la circolazione dei venti sulla Terra avrebbe un andamento regolare di questo tipo.

#### **Fattori che influenzano la circolazione dei venti**

In realtà, altri fattori di tipo geografico-astronomico intervengono nella circolazione dell'aria, modificandone l'andamento. L'inclinazione dell'asse terrestre e la rivoluzione della Terra intorno al Sole, spostano stagionalmente le fasce di maggior irraggiamento tra i due tropici. Inoltre, la rotazione della Terra contribuisce all'alternarsi dell'irraggiamento solare e la sua superficie, scarsamente omogenea, ha una diversa capacità di assorbimento e scambio del calore. La rotazione della Terra induce inoltre un altro fattore fondamentale per la comprensione della circolazione dei venti: **l'accelerazione di Coriolis**, che conferisce alle masse d'aria una componente rotatoria o a spirale.

Altri fattori importanti per la determinazione della direzione e dell'intensità del vento, sono la forza d'attrito della superficie terrestre, per vincere la quale la corrente d'aria consuma energia, e la presenza di catene montuose, che bloccano o deviano la traiettoria del vento.

## La rugosità del terreno

### **Il vento e la rugosità del terreno**

La velocità del vento dipende, oltre che da parametri atmosferici, anche dalla conformazione del terreno. Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- **classe di rugosità 0:** suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose
- **classe di rugosità 1:** suolo aperto con terreni non coltivati a vegetazione bassa e aeroporti
- **classe di rugosità 2:** aree agricole con rari edifici e pochi alberi
- **classe di rugosità 3:** suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente a una bassa classe di rugosità.

## Un po' di storia

L'uomo ha imparato a sfruttare l'energia cinetica del vento migliaia d'anni fa. La navigazione a vela risale, infatti, ad almeno diecimila anni fa, mentre i primi **mulini a vento**, di cui sono state trovate le tracce, sono persiani e risalgono al 200 a.C. Erano costruiti in modo molto semplice, con vele fissate a telai di legno. Nei secoli seguenti i mulini a vento si diffusero in tutto il Medio Oriente, diventando una macchina d'uso corrente in agricoltura.

Poi, tra il 1200 e il 1300 trovarono impiego anche in Europa, soprattutto nei paesi del Nord. Lo stesso *Leonardo Da Vinci* contribuì all'evoluzione di queste macchine.

Intorno al 1600 furono introdotte tecnologie più raffinate: furono perfezionati i profili delle pale e rese più aerodinamiche le pale per meglio sfruttare la forza del vento.

Nell'*Encyclopedie di Diderot e D'Alambert*, scritta alla fine del '700, se ne trova una raffigurazione. A quei tempi, l'energia eolica non veniva utilizzata per macinare granaglie, ma soprattutto per prosciugare terreni allagati.

L'**invenzione della dinamo**, da parte del belga *Gramme*, nella metà del diciannovesimo secolo, aprì nuovi orizzonti all'utilizzo dell'energia idraulica ed eolica e nel 1887 il francese *Duc de La Peltrie* costruì il primo aerogeneratore realizzato in Europa e destinato alla produzione di energia elettrica: iniziava così lo sfruttamento dell'energia eolica per l'industria. Nel medesimo periodo anche gli Stati Uniti realizzavano il primo "mulino a vento" per produrre elettricità (*Charles Brush*, Ohio, 1890).

La produzione di energia elettrica da energia eolica si è poi sviluppata tra il 1920 e il 1930, in seguito all'evoluzione di turbine per la trasformazione dell'energia idraulica.

Infine, la crisi petrolifera del 1973 ha fatto rinasce l'interesse per le fonti energetiche rinnovabili, tra cui quella eolica, che in certi casi si dimostra competitiva con i combustibili fossili. I mulini moderni sono molto più veloci ed efficienti di quelli d'inizio secolo. Hanno un minor numero di pale e riescono a raggiungere velocità anche cinque volte superiori a quella del vento, con una produzione di energia doppia rispetto ai mulini tradizionali.