



OLIMPÍADA DA ENERXÍA

GUÍA DIDÁCTICA DOCENTE

U.D.3 Enerxía eólica



I Olimpíada da Enerxía

Liña temática 2

Produción de enerxía eléctrica

TEMA 3: ENERXÍA EÓLICA

1. **Introdución: a enerxía eólica**

A enerxía eólica baséase no aproveitamento da forza do vento para xerar electricidade, un recurso natural renovable e limpo. O seu funcionamento realízase grazas aos aeroxeradores que transforman a enerxía cinética do vento en enerxía eléctrica. A eficiencia na xeración desta enerxía depende dunha correcta elección do emplazamento, que, á súa vez, está directamente relacionada co análise das características do vento.

1. **O vento**

O vento é o movemento das masas de aire na atmósfera orixinado por diferenzas de presión atmosférica entre dous puntos. Este fenómeno depende de diversos factores, entre eles:

- Clima xeral da rexión.
- Orografía (relieve) e rugosidade do terreo.
- Hora do día, xa que o aquecemento e o arrefriamento da superficie terrestre e mariña varían segundo a exposición ao sol.

Estes factores son cruciais para determinar a viabilidade dunha zona para a instalación de aeroxeradores.

Variación do vento

Entre o ecuador e os polos, o vento presenta un comportamento específico, sendo máis constante a altitudes elevadas (1000 metros ou máis) e máis variable na superficie debido á influencia de obstáculos e rugosidade do terreo. A nivel superficial, a rugosidade e os obstáculos retrasan o vento, pero a medida que se sobe, esta influencia diminúe.

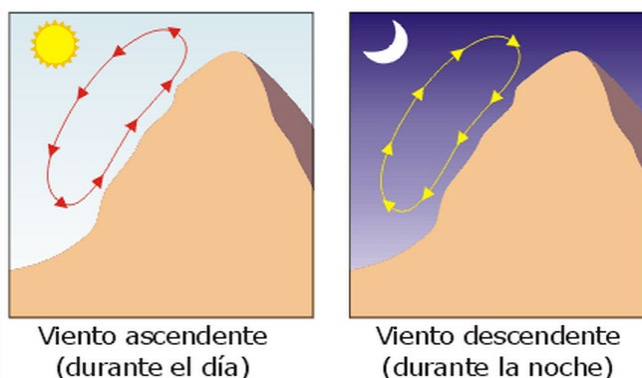
Ventos globais e locais

O vento nas zonas costeiras presenta patróns característicos. Así, durante o día, o aire da superficie terrestre séntese máis rápido que o do mar, creando brisas mariñas cara ao continente. Pola contra, durante a noite, o efecto invírtese debido ao enfriamento máis rápido da terra.



Ventos de montaña

De día, o aire séntese máis quente e ascende polas ladeiras; de noite, descende. Este ciclo diúrno e nocturno é relevante en zonas montañosas para planificar a ubicación de xeradores.



2. Enerxía do vento

A enerxía contida no vento é aproveitable a través de aeroxeradores, que converten a súa enerxía cinética en enerxía eléctrica. A potencia xerada depende de variables como a velocidade do vento, a densidade do aire e a área do rotor do xerador. A precisión no análise destas variables é crucial para o deseño e a colocación das instalacións eólicas.

Potencia dunha masa de aire

A potencia xerada a partir do vento está dada por:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3$$

Onde:

- P é a potencia en vatios (W).

- ρ é a densidade do aire.
- A é a área que atravesa o vento (área do rotor).
- v^3 é a velocidade do vento.

A potencia eólica nunha localización descríbese estatisticamente mediante modelos que consideran as variacións na velocidade e densidade do vento ao longo do tempo. Isto permite realizar comparacións entre emplazamentos e definir o potencial eólico dunha rexión específica.

Densidade do aire

A densidade do aire (ρ) varía coa temperatura, a humidade e a altitude. A 15 graos e 1 atmósfera, o seu valor é de $1,225 \text{ kg/m}^3$.

- Maior densidade implica maior potencia, pero diminúe coa altura e o aumento da humidade.
- Temperatura: ao diminuír, aumenta a densidade do aire, o que contribúe a unha maior enerxía dispoñible en zonas frías e elevadas.

Área do rotor

A área do rotor calcúlase con a fórmula:

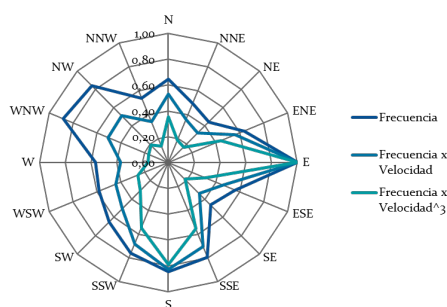
$$A = \pi \times R^2$$

onde R é o radio do rotor.

A potencia xerada é proporcional á área varrida polas palas, polo que a maior radio do rotor, maior potencia dispoñible.

3. Rosa dos ventos

A rosa dos ventos é unha representación gráfica que describe a frecuencia e a dirección do vento nun emplazamento, dividida en sectores (8, 12 ou 16) de diferentes graos. En zonas con dirección predominante, a atención céntrase na enerxía proveniente de esa dirección. A extrapolación dunha rosa dos ventos entre dúas localizacións próximas é posible só se o terreo e a rugosidade non presentan grandes variacións.



4. Eficiencia dun aeroxerador

A Lei de Betz establece que só é posible extraer ata o 59,3 % da enerxía cinética do vento que atravesa un aeroxerador. Este límite é teórico e considera que, para lograr a máxima extracción, a velocidade do vento debería reducirse a un terzo ao pasar polo rotor. O límite práctico establece que, debido a limitacións tecnolóxicas, a eficiencia atópase entre o 40 % e o 50 % da potencia total dispoñible.

5. Componentes principais dun aeroxerador

Un aeroxerador consta de varios sistemas clave:

- *Sistema de Captación:* É a parte que transforma a enerxía do vento en enerxía mecánica e, posteriormente, en enerxía eléctrica. Inclúe:
 - *Rotor:* formado por palas que capturan a enerxía do vento.
 - *Multiplicador:* incrementa a velocidade de rotación, adecuándoa para o xerador.
 - *Xerador eléctrico:* converte a enerxía mecánica en eléctrica.
- *Sistema de orientación:* É o encargado de alinear o rotor coa dirección do vento para maximizar a captación de enerxía. Nos aeroxeradores de eixe horizontal, pode ser:
 - *Pasivo:* Utilizado en máquinas de pequena potencia con o rotor a sotavento.
 - *Activo:* Necesita medición da dirección do vento e motores para a alineación, e é común en aeroxeradores de gran tamaño, ofrecendo mellor rendemento.
- *Sistema de regulación:* Optimiza a captura de potencia, axustando a posición das palas ou a velocidade do xerador para

manter unha eficiencia óptima ante variacións na velocidade do vento.

6. Curva de potencia

A curva de potencia dun aeroxerador representa gráficamente a relación entre a velocidade do vento e a potencia xerada. Este modelo é crucial para entender e prever o rendemento dun aeroxerador en diferentes condicións de vento. A curva de potencia normalmente inclúe varios parámetros clave:

- *Velocidade de inicio:* é a velocidade mínima do vento necesaria para que o aeroxerador comece a producir enerxía.
- *Velocidade nominal:* é a velocidade do vento na que o aeroxerador alcanza a súa máxima capacidade de xeración de potencia.
- *Velocidade de corte:* é a velocidade máxima do vento que o aeroxerador pode soportar sen comprometer a súa integridade estrutural. A partir desta velocidade, o aeroxerador apágase para evitar danos.