

## EOLICO



**Sede Legale**  
Via Filattiera 27 bis  
54033 Carrara MS - Italy

**Sede Operativa**  
Via Dorsale 13  
54100 Massa MS - Italy  
piva 01022550451

### Recapiti

Tel.0585 040408 Fax. 0585 041508  
eMail [info@tecnoenergysun.it](mailto:info@tecnoenergysun.it)  
Web [www.tecnoenergysun.it](http://www.tecnoenergysun.it)



## COMPANY PROFILE <sup>1</sup>

**Tecno Energysun by L'Arca Scarl** nasce dalla fusione di alcune storiche aziende a forte skill tecnico specializzate, nell'impiantistica elettrica, nella bonifica amianto, e nella consulenza energetica. Operiamo nel campo della climatizzazione e nell'energy saving di edifici sia pubblici che privati, con attenzione particolare alla fornitura e posa di impianti per la produzione di energia **Fotovoltaica**, **Eolica** e da **Biomasse**.

Progettiamo e realizziamo impianti per la produzione di energia da Fonti Rinnovabili su tutto il territorio Italiano ed anche all'estero.

I nostri servizi di consulenza sono orientati all'innovazione tecnologica, all'uso responsabile delle energie, alla sostenibilità globale, alla progettazione di sistemi energetici sempre più efficienti e per l'utilizzo di fonti nel campo delle energie rinnovabili.

La nostra società offre servizi di consulenza, di ingegneria, la fornitura e posa di impianti solari integrati che sfruttano energia rinnovabile, unitamente a tutte le componentistiche relative e alle apparecchiature a questi sistemi collegate.



Attraverso un catalogo qualificato e selezionato di prodotti, e sulla base di accordi con società multinazionali italiane e estere, **Tecno Energysun** è in grado di far fronte alle richieste e alle necessità più diverse, crediamo nell'eccellenza di un service evoluto nel post vendita .

I suoi fondatori hanno sviluppato negli anni una grande professionalità nel settore che ora mettono al servizio della clientela per la messa a punto di soluzioni impiantistiche con sistemi e componenti fotovoltaici e solari, per le diverse applicazioni e nel segno del risparmio energetico, utilizzando la fonte rinnovabile più stabile che esiste ed è valevole per tutti, il **SOLE** o come ci piace dire "**energia pulita dal sole in ogni stagione**".



<sup>1</sup> **Informativa sui diritti d'autore.**

Il documento in allegato è coperto da tutela sui diritti d'autore per l'opera intellettuale. Il suo utilizzo è ad esclusivo uso personale per le specifiche attività connesse e disciplinate da Tecnoenergysun. [privacy@tecnoenergysun.it](mailto:privacy@tecnoenergysun.it)



## L'energia eolica

### PARTE PRIMA

*L'energia eolica è una delle fonti rinnovabili più promettenti e a **rapida crescita nel mondo**; pertanto dedico alcuni post all'argomento. Questo di oggi e quello di domani hanno un carattere un pochino più tecnico, ma per favore, **non disdegnateli**: sono necessari per capire i problemi e le opportunità dell'energia dal vento.].*

La **velocità del vento**  $v$  è la variabile determinante per la produzione di energia eolica. La **potenza incidente** sulle pale di un rotore di lunghezza  $r$  (e area  $A=\pi r^2$ ) è data infatti da

$$P_{inc} = \frac{1}{2} A d v^3$$

essendo  $d$  la **densità dell'aria** (pari a circa  $1.3 \text{ kg/m}^3$ ). (1) Se la **velocità del vento raddoppia**, la **potenza disponibile** aumenta quindi un **fattore otto**.

Non tutta questa potenza può però essere utilizzata. Secondo la **legge di Betz**, il generatore può **sfruttare al massimo il 59%** della potenza incidente. (2) Perdite di potenza avvengono naturalmente anche nelle parti meccaniche e nella conversione elettromagnetica, portando il rendimento complessivo ad un valore compreso tra il 25% e il 50%, a seconda dei modelli.

Il grafico qui sopra mostra la potenza utile in funzione della velocità del vento per un **generatore da 3MW** con pale di **50 m** di raggio e un rendimento complessivo del **30%**. La corrispondente funzione è data da



$$P_{utile} = 0.195 A v^3$$

Il generatore inizia a produrre energia quando la velocità supera un **valore minimo** (*cut-in speed*), in questo caso pari a circa **4 m/sec** (l'effetto non è mostrato nel grafico). La potenza nominale è raggiunta in corrispondenza della **velocità ottimale** (*rated speed*), qui uguale a **12.5 m/sec**. Come si vede nella figura, oltre questa velocità, la potenza è mantenuta costante con mezzi meccanici o elettrici per una maggiore stabilità. Oltre una data **velocità massima** (*cut-out speed*, qui pari a **22 m/sec**) le pale vengono fermate per ragioni di sicurezza.

*E questo è tutto ciò che ho da dire sulla potenza del vento, come avrebbe detto **Forrest Gump**.*

Continua alla prossima puntata...

Vedi anche gli altri post della **serie Energia Eolica**

1. [La potenza del vento](#)
2. [Come varia la velocità del vento](#)
3. [La grande crescita italiana](#)
4. [Una potenzialità da 60 TWh](#)
5. [Quale ingombro del suolo?](#)
6. [Gestire una potenza fluttuante](#)

(1) L'energia cinetica di una massa  $m$  in movimento con velocità  $v$  è data dalla ben nota formula

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

La potenza meccanica è data invece dalla derivata dell'energia rispetto al tempo:  $P_{inc} = \frac{dE_k}{dt} = \frac{1}{2} \dot{m}v^2$

Essendo " $m$  puntato" la portata di massa, pari alla massa che nel tempo  $dt$  fluisce attraverso un cilindro di area  $A$  e altezza  $dx$ :

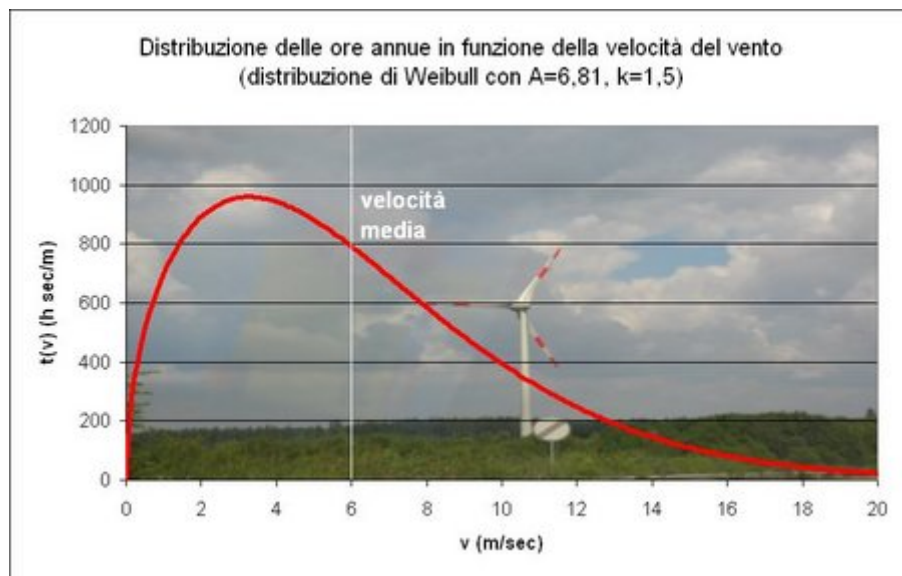
$$\dot{m} = dA \frac{dx}{dt} = dAv$$

Sostituendo questa equazione nella precedente si ottiene il risultato cercato.

(2) La **legge di Betz** afferma che la potenza utile sulle pale del generatore non può superare i **16/27** della potenza incidente, pari a circa il **59%**. Una dimostrazione di questa legge si trova su [Wikipedia](#) (in inglese) . L'idea di base è che non è possibile "prendere" tutta l'energia cinetica del vento, altrimenti l'aria si fermerebbe a valle del generatore impedendo il fluire di altra aria.

## PARTE SECONDA

L'**energia eolica** è una delle fonti rinnovabili più promettenti e a **rapida crescita nel mondo**; pertanto dedico alcuni post all'argomento. Questo documento ha un carattere un pochino più tecnico, ma per favore, **non disdegnateli**: sono necessari per capire i problemi e le opportunità dell'energia dal vento].



Il grafico mostra un esempio della **distribuzione  $t(v)$  della velocità del vento** durante l'anno in una zona adatta alla produzione eolica. Dal grafico è cioè possibile capire per **quante ore all'anno** il vento soffia con una **determinata velocità**. L'**area** sotto la curva rappresenta il tempo complessivo di un anno, pari a  $24 \times 365 = 8760$  ore (sarebbero in realtà 8766, ma gli ingegneri del vento non si curano di queste sottigliezze astronomiche :-)). La curva è una [distribuzione di Weibull](#) (1)

Dal grafico è possibile vedere che

- nelle zone ventose **la bonaccia non è la norma**, perchè le ore con poco vento si approssimano a zero;
- esiste una **velocità più probabile**, in questo caso pari a circa **3,5 m/sec**;
- a causa della coda della distribuzione, la **velocità media** sull'intero anno è un po' più alta, pari a **6 m/sec**.

Poichè, come si è visto nella parte prima, la potenza erogata dal generatore cresce con il **cubo della velocità** del vento, combinando insieme le due curve  $t(v)$  e  $p(v)$  e integrando su tutte le velocità è possibile ottenere l'**energia totale E** prodotta in un anno (2). Nel nostro caso **la produzione di energia è di 6 GWh in un anno**.

Dal momento che il generatore considerato ha una **potenza di picco di 3 MW**, è come se nel luogo da noi considerato **il vento soffiasse alla velocità ottimale per circa 2000 h all'anno**. Abbiamo infatti che  $6 \text{ GWh} = 6000 \text{ MWh} = 3 \text{ MW} \times 2000 \text{ h}$ .

Tale valore è definito **producibilità specifica** e viene di solito misurato in ore (MWh/MW); rappresenta un ottimo parametro per **valutare la bontà di un determinato sito** ai fini della generazione di energia dal vento.

Bibliografia essenziale:

D.Coiante, *Minieolico vs megaeolico*, articolo pubblicato sul sito di [ASPO-Italia](#)

G.Botta, C. Ratto, *Atlante Eolico dell'Italia*, CESI-Università di Genova, 2002, in particolare l'appendice D

Vedi anche gli altri post della **serie Energia Eolica**

1. [La potenza del vento](#)
2. [Come varia la velocità del vento](#)
3. [La grande crescita italiana](#)
4. [Una potenzialità da 60 TWh](#)
5. [Quale ingombro del suolo?](#)
6. [Gestire una potenza fluttuante](#)

(1) La [distribuzione di Weibull](#) mostrata nella figura in alto è definita dalla funzione

$$t(v) = 8760 \frac{k}{A} \left( \frac{v}{A} \right)^{k-1} e^{-(v/A)^k}$$

essendo **8760** il numero di ore in un anno, **k** un parametro adimensionale che definisce la **forma** (più allungata o allargata) della curva e **A** un secondo parametro che definisce la **scala** della distribuzione. Più **A** è grande e più è elevato il valore medio di **v**.

Nella curva in alto si è posto **k=1,5** che rappresenta più o meno la situazione media italiana (*Atlante Eolico*, appendice pag D-6) e **A=6.81** m/sec, che corrisponde ad una *v media* di **6** m/sec.

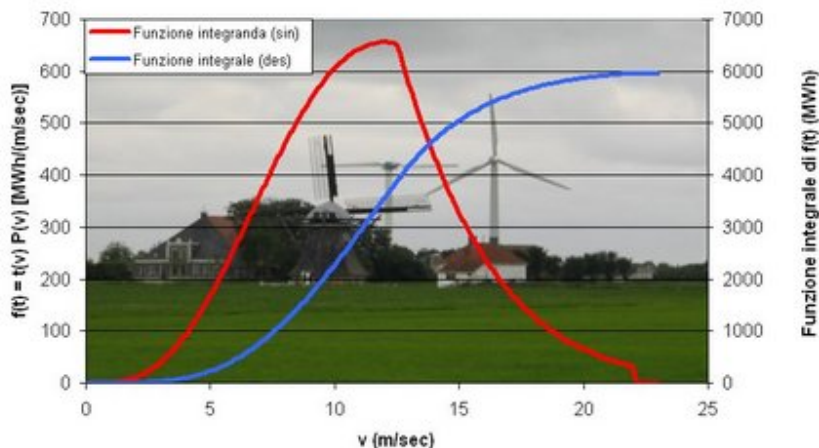
(2) Per trovare l'**energia prodotta complessivamente in un anno** occorre calcolare la funzione integrale

$$E(v) = \int_0^v t(v') P(v') dv'$$

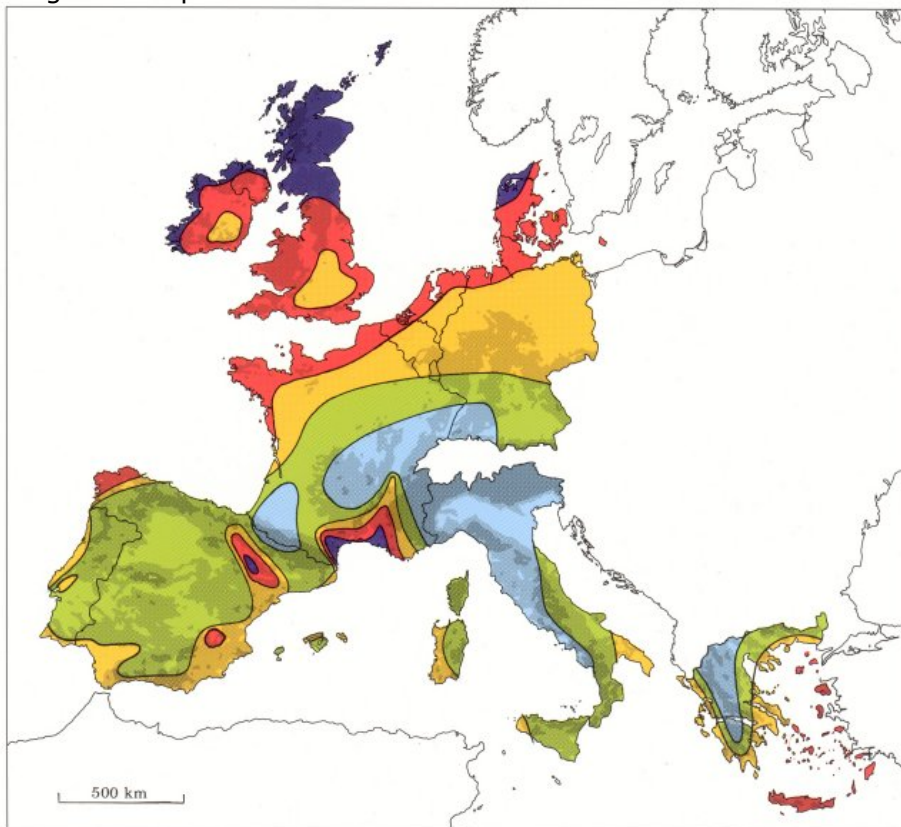
essendo  $P(v)=0.195 A v^2$  (vedi parte prima).

L'estremo superiore dell'integrale va posto alla velocità di cut-off, oltre la quale il generatore si ferma. Estendendo l'estremo superiore all'infinito (la differenza è trascurabile, tenendo conto che  $t(v)$  tende a zero) si ottiene il *momento di terzo ordine* della [distribuzione di Weibull](#) che può essere espresso in termini di [funzione Gamma di Eulero](#) ... ma non vorrei addentrarmi in un terreno davvero un po' troppo ostico...

**Energia prodotta dal vento in un anno**



Nel grafico qui sopra la **curva rossa** è la funzione integranda; la **curva blu** (scala a destra) rappresenta invece la **funzione integrale** (in questo caso determinata per integrazione numerica). Il valore finale di tale funzione (corrispondente all'integrale calcolato fino alla *velocità di cut-off* di 22 m/sec) è l'energia totale prodotta in un anno.



Wind resources <sup>1</sup> at 50 metres above ground level for five different topographic conditions									
Sheltered terrain <sup>2</sup>		Open plain <sup>3</sup>		At a sea coast <sup>4</sup>		Open sea <sup>5</sup>		Hills and ridges <sup>6</sup>	
m s <sup>-1</sup>	Wm <sup>-2</sup>	m s <sup>-1</sup>	Wm <sup>-2</sup>	m s <sup>-1</sup>	Wm <sup>-2</sup>	m s <sup>-1</sup>	Wm <sup>-2</sup>	m s <sup>-1</sup>	Wm <sup>-2</sup>
> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0- 8.5	400- 700
< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400



## Il GSE (Gestore dei Servizi Elettrici)

Il Gestore dei Servizi Elettrici - GSE S.p.a. ha un ruolo centrale nella promozione, nell'incentivazione e nello sviluppo delle fonti rinnovabili in Italia. Azionista unico del GSE è il Ministero dell'Economia e delle Finanze che esercita i diritti dell'azionista con il Ministero delle Attività Produttive. Il GSE è capogruppo delle due società controllate AU (Acquirente Unico) e GME (Gestore del Mercato Elettrico).

In seguito al trasferimento del ramo d'azienda relativo a dispacciamento, trasmissione e sviluppo della rete a Terna S.p.A, avvenuto il 1° novembre 2005 per effetto del DPCM dell'11 maggio 2004, il GSE si concentra sulla gestione, promozione e incentivazione delle fonti rinnovabili in Italia, attività in parte già svolte.

Il Gestore dei Servizi Elettrici - GSE S.p.a. svolge un ruolo fondamentale nel meccanismo di incentivazione della produzione di energia da fonti rinnovabili e assimilate, predisposto dal provvedimento CIP 6/92, e a gestire il sistema di mercato basato sui Certificati Verdi.

Rilascia, inoltre, la Garanzia di Origine, riconoscimento introdotto dalla direttiva comunitaria 2001/77 per l'energia elettrica da fonte rinnovabile, e i certificati RECS (Renewable Energy Certificate System), titoli internazionali, su base volontaria, attestanti la produzione rinnovabile.

A rafforzare la caratterizzazione delle attività svolte dal GSE, l'assegnazione - da parte dell'AEEG - del ruolo di "soggetto attuatore" previsto dal decreto del Ministero delle Attività produttive del 28 luglio 2005, per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

### Fonte:

Gestore dei Servizi Elettrici – GSE S.p.a.

Ufficio Stampa

Tel. +39 06 8011 4866/4614

e-mail : [ufficiostampa@gse.it](mailto:ufficiostampa@gse.it)

[www.gse.it](http://www.gse.it)



### Il Nostro Staff

#### **Alfredo Bencic**

General Manager responsabile Italia Area tecnica e fornitori (Presidente)

#### **Alessandro Ballerini**

General Manager responsabile area amministrazione e finanza (Vicepresidente)

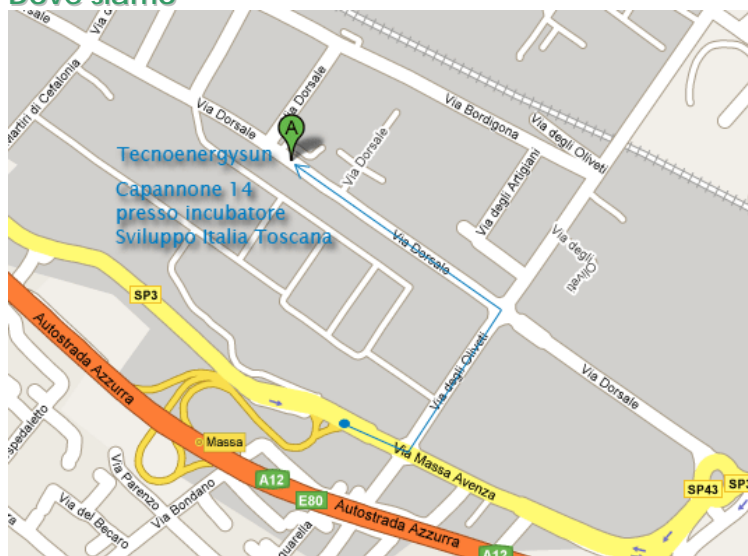
#### **Maurizio Chicca**

General Manager responsabile Italia Rete Partner Area Installatori

#### **Lara Isolani**

General Manager responsabile legale e contratti

### Dove siamo



### Il Nostri riferimenti

#### **Tecno Energysun by L'Arca Scarl<sup>1</sup>**

Via Dorsale 13 presso incubatore Sviluppo Italia Toscana capannone 14

54100 Massa Italy

Phone +39 0585 040408

Fax +39 0585 041508

eMail [info@tecnoenergysun.it](mailto:info@tecnoenergysun.it)

[areatecnica@tecnoenergysun.it](mailto:areatecnica@tecnoenergysun.it)

web [www.tecnoenergysun.it](http://www.tecnoenergysun.it)

#### **Informativa ai sensi della 196/03**

Le informazioni contenute in questa comunicazione sono riservate e destinate esclusivamente alla/e persona/e o all'ente/i sopra indicati. E' vietato ai soggetti diversi dai destinatari qualsiasi uso, copia, diffusione di quanto in essa contenuta ai sensi della Legge: 196/03. Se questa comunicazione Vi e' pervenuta per errore, Vi preghiamo di rispondere a questa mail per segnalare l'errore e successivamente di [privacy@tecnoenergysun.it](mailto:privacy@tecnoenergysun.it)

