

**REGIONE PUGLIA**  
**COMUNE DI AVETRANA**  
**PROVINCIA DI TARANTO**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA,  
NONCHE' OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, DI POTENZA  
INSTALLATA DI 63 MW DENOMINATO "AVETRANA ENERGIA"**

**OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI ERCHIE (BR)**

P R O G E T T O   D E F I N I T I V O

Codice STMG Terna: 201800410 – Identificativo AU Regione Puglia: PFQVY05

Tavola :

**R.31**

Titolo :

**Analisi di producibilità dell'impianto  
(con dati del vento almeno di un anno)**

Cod. Identificativo elaborato :

PFQVY05\_DocumentazioneSpecialistica\_31

Progetto:



Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR)  
P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it



Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY)  
P.IVA 04258790759 - msc.innovativesolutions@pec.it



Via V.M. Stampacchia, 48  
73100 - LECCE  
stcprogetti@legalmail.it

Dott. Ing. Fabio Calcarella  
Piazza Mazzini, 64 - 73100 - Lecce (LE)  
tel. +39 0832 1594953 - fabio.calcarella@gmail.com



Committente:

**AVETRANA ENERGIA s.r.l.**

Piazza del Grano n.3 - cap 39100 BOLZANO (BZ)  
P.IVA 03050420219 - REA BZ 227626 - avetrana.energia@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO



FRI-EL GREEN POWER S.p.A.  
Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia  
Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764  
Email: info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Indagine Specialistiche :

Data	Revisione	Redatto	Approvato
Gennaio 2020	Prima Emissione	FC-SM	MT

Data: Gennaio 2020

Scala:

File:

Controllato:

Formato: **A4**

*Ai sensi e per gli effetti degli art.9 e 99 della Legge n.633 del 22 aprile 1941 , ci riserviamo la proprietà intellettuale e materiale di questo elaborato e facciamo espresso divieto a chiunque di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.*

# PROGETTO DEL PARCO EOLICO “AVETRANA ENERGIA” NEI COMUNI DI AVETRANA ED ERCHIE

## RELAZIONE ANEMOLOGICA

### 1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di valutare la risorsa eolica in riferimento al progetto di parco eolico nei comuni di Avetrana ed Erchie. In particolare, verrà riportata la descrizione della campagna anemometrica effettuata in sito e la producibilità espressa in ore equivalenti di funzionamento a pieno carico in un anno solare.

### 2. DESCRIZIONE DEL SITO

Il parco eolico proposto si sviluppa all'interno dei territori comunali di Avetrana (area aerogeneratori) ed Erchie (area sottostazione elettrica). L'intera zona è caratterizzata principalmente da terreni adibiti a pascolo e alla coltivazione di ulivi, questi ultimi con altezze medie di 5 - 7 metri. L'orografia del terreno è molto semplice poiché ci troviamo in presenza di un territorio pressoché pianeggiante.

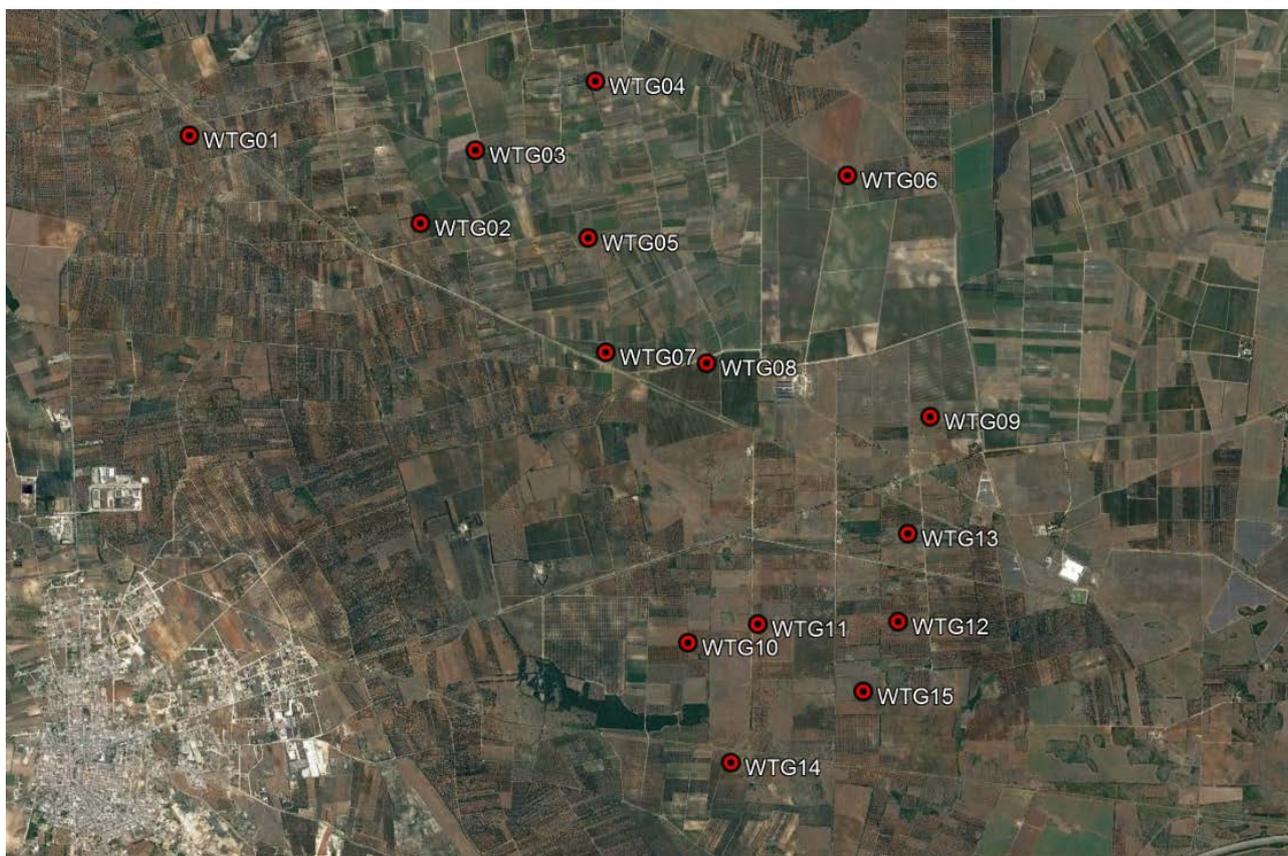


Fig. 1 - Layout del parco eolico su ortofoto

### 3. LAYOUT DEL PARCO

Il parco eolico è costituito da 15 aerogeneratori di ultima generazione con caratteristiche dimensionali e prestazionali riassunte qui sotto:

- Diametro massimo rotore: 162m
- Altezza massima torre: 119m
- Altezza massima tip pala: 200m
- Potenza nominale massima: 5,6 MW

Le turbine sono state disposte in modo da massimizzare la produzione elettrica del parco e ridurre gli effetti aerodinamici.

<b>Aerogeneratore</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
WTG01	732271	4474503	77,0
WTG02	733861	4473955	69,6
WTG03	734219	4474469	63,6
WTG04	735025	4474970	58,9
WTG05	735010	4473891	63,6
WTG06	736772	4474378	55,9
WTG07	735155	4473110	65,9
WTG08	735847	4473057	65,0
WTG09	737388	4472737	67,8
WTG10	735780	4471134	63,4
WTG11	736252	4471281	73,2
WTG12	737210	4471327	71,4
WTG13	737254	4471933	76,5
WTG14	736101	4470315	57,0
WTG15	736990	4470837	61,0

Tab. 1 - Coordinate aerogeneratori in UTM WGS84

### 4. CAMPAGNA ANEMOMETRICA

Nel luglio 2011 è stata installata in agro di Erchie una stazione anemometrica al fine di misurare la risorsa eolica presente sul sito. Di seguito questa torre è stata identificata col codice M1622. La torre è stata installata nelle immediate vicinanze del parco eolico proposto e dunque le misure di vento possono essere considerate rappresentative per l'intero parco. La torre anemometrica è stata dismessa nell'aprile 2013 ed era costituita da un tubolare di 50m strallato a terra attraverso 4 picchetti disposti a 33m dal centro della torre e a 90° l'uno dall'altro. Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche della torre e la strumentazione installata.

<b>Codice torre</b>	M1622
<b>Coordinate (UTM WGS84)</b>	X735077 Y4475691
<b>Periodo misurazione</b>	27.07.2011 - 10.04.2013
<b>Quote sensori di velocità</b>	50m, 40m, 20m
<b>Quote sensori di direzione</b>	50m, 20m
<b>Logger</b>	SECONDWIND Nomad2
<b>Availability</b>	100%

Tab. 2 - Descrizione torre anemometrica M1622

I sensori di velocità, tutti calibrati con procedura Measnet certificata, erano anemometri del tipo NRG 40C mentre i sensori di direzione erano del tipo NRG 200P. La registrazione dei dati è avvenuta attraverso una centralina (logger) del tipo Secondwind Nomad2 che ha registrato la media, il valore massimo, il valore minimo e la deviazione standard di ogni sensore ogni 10 minuti, con campionamento ogni secondo. La torre e gli strumenti sono stati installati secondo i criteri della normativa IEC 61400-12. Per estrapolare la statistica media del vento a lungo termine è stato utilizzato come riferimento un set di dati di ri-analisi statistica ERA5, della durata di 15 anni e con una buona correlazione dei dati presi in loco.

<b>Reanalysis dataset</b>	ERA5
<b>Coordinate (UTM WGS84)</b>	X727711 Y4475660
<b>Periodo misurazione</b>	01.10.2003 - 01.10.2018
<b>Quote di riferimento</b>	10, 100m
<b>Quote sensori di direzione</b>	10, 100m
<b>Logger</b>	-
<b>Availability</b>	100%

Tab. 3 - Descrizione dei dati a lungo termine

## 5. VALUTAZIONE DELLE MISURE

I dati registrati dal logger sono stati estratti e processati manualmente in modo da identificare i dati affetti da possibili malfunzionamenti o anomalie, poiché diverse cause possono determinare una misura non corretta. Alcune come il gelamento dei sensori e la presenza di sabbia o sporcizia nel sensore determinano una misura sottostimata. Altre cause come eventi estremi, fulmini in particolare, possono compromettere in maniera irrimediabile il funzionamento del sensore. Altri dati anomali sono causati da malfunzionamenti del logger e possono essere identificati solo analizzando la serie temporale dei dati di vento. Inoltre, a causa di un malfunzionamento del logger oppure a causa delle batterie scariche, diversi dati non vengono registrati e dunque vengono persi. Tutti questi dati sono stati esclusi e non considerati nell'analisi.

Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali di dati che hanno passato il controllo qualità. Le percentuali si riferiscono alla quantità di misure effettuate e valide rispetto a tutto il periodo di installazione della torre e, come si evince dai numeri, la disponibilità dei dati risulta molto alta, quasi il 100%:

<b>Anemometro</b>	<b>Availability</b>
50m	99,99%
40m	99,99%
30m	99,99%

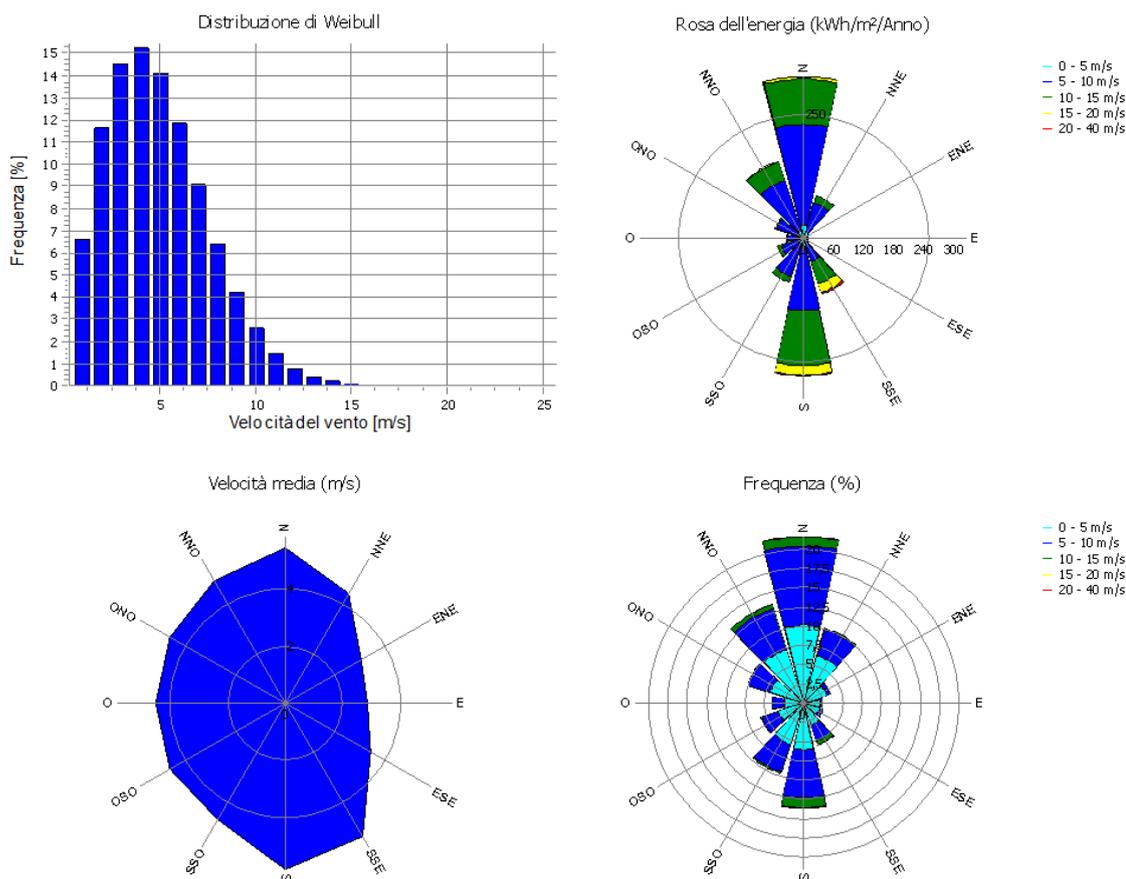
Tab. 4 - Availability misure torre anemometrica M1622

## 6. STATISTICA DEL VENTO MISURATO

Nella tabella 5 viene riportata la statistica del vento misurato al top della torre anemometrica (50m). La statistica del vento è suddivisa in 16 settori cardinali e viene rappresentata tramite una funzione di weibull. Nella Fig. 2 vengono riportati il grafico della statistica e la rosa dei venti. La velocità media del vento a 50m è di 4,94 m/s. La rosa dei venti indica come vento prevalente quello che arriva dalla direzione N (tramontana).

Direction Sector	Weibull k	Weibull A [m/s]	Mean [m/s]	Frequency [%]
348.75° - 11.25°	2.125	6.103	5.492	16.39
11.25° - 33.75°	1.922	5.240	4.815	9.61
33.75° - 56.25°	1.843	3.937	3.441	4.57
56.25° - 78.75°	1.938	3.299	2.835	1.87
78.75° - 101.25°	1.719	3.345	2.892	1.81
101.25° - 123.75°	2.160	3.739	3.173	1.94
123.75° - 146.25°	1.871	4.994	4.219	2.89
146.25° - 168.75°	1.641	6.570	6.081	5.83
168.75° - 191.25°	2.015	6.752	6.104	10.28
191.25° - 213.75°	2.156	5.382	4.819	8.08
213.75° - 236.25°	1.999	5.250	4.669	5.90
236.25° - 258.75°	2.379	5.425	4.603	3.10
258.75° - 281.25°	2.266	5.063	4.294	2.85
281.25° - 303.75°	2.803	5.256	4.472	5.09
303.75° - 326.25°	2.628	5.257	4.534	7.28
326.25° - 348.75°	1.983	5.822	5.294	12.52
All data	1.934	5.563	4.941	100.00

*Tab. 5 - Statistica misurata a 50m della torre M1622*



**Fig. 2 - Statistica misurata a 50m della torre M1622, grafici**

## 7. STATISTICA MEDIA ANNUALE A LUNGO TERMINE

La campagna anemometrica di M1622 è durata un anno e otto mesi. Per stimare la statistica media annuale a lungo termine tramite serie dati a lungo termine di 15/20 anni, si estende la serie di dati misurati tramite serie temporali a lungo termine reperibili da vari fornitori specializzati (es. ERA5, Merra2 etc). Per fare ciò e per colmare i buchi di dati mancanti ove necessario, è stato utilizzato il metodo di estensione/sintetizzazione. Questo metodo permette di sintetizzare i dati di vento di un anemometro (locale) a partire dai dati di vento a lungo termine (riferimento), i quali possono provenire da un altro mast nelle vicinanze del primo oppure, come accennato in precedenza, tramite fornitori di dati a lungo termine. Al fine di poter utilizzare questo metodo è necessario che le due serie anemometriche abbiano un periodo sufficiente di dati concorrenti e che ci sia una correlazione tra i due. Nel nostro caso l'anemometro locale è la torre anemometrica M1622 mentre i dati di riferimento provengono dal punto più vicino disponibile sul database di ERA5, con estensione temporale di 15 anni. I dati concorrenti vengono suddivisi per direzione considerando 12 settori di 30 gradi ciascuno. Per ogni settore i dati dei due anemometri vengono correlati tra loro comparando le velocità del vento. Dalla correlazione vengono calcolati dei coefficienti di regressione che rappresentano una funzione di trasferimento che a partire dai dati di riferimento permettono di sintetizzare i dati dell'anemometro locale.

La correlazione è stata effettuata sui dati concorrenti degli anemometri M1622 e ERA5 ottenendo un coefficiente di correlazione del 80%, il quale dimostra che tra i due c'è una buona correlazione. A questo punto sono stati calcolati i coefficienti di regressione e questi sono stati applicati ai dati ERA5 per sintetizzare i dati dell'anemometro M1622. Alla fine per M1622 si è ottenuta una serie temporale rappresentativa del lungo termine che va dal 01.10.2003 al 01.10.2018. Si è stimata così una velocità media a lungo termine del vento a 50m di 4,80 m/s, leggermente inferiore alla velocità media data dalle misurazioni dirette (correzione a lungo termine).

## 8. ESTRAPOLAZIONE VERTICALE

Per estrapolare il vento medio a quota hub viene applicata la legge di potenza del profilo del vento:

$$V_{hub} = V_m * (H_{hub} / H_m)^\alpha$$

dove  $V_m$  è la velocità del vento medio alla quota dell'anemometro,  $V_{hub}$  è la velocità del vento medio alla quota hub,  $H_m$  è la quota dell'anemometro,  $H_{hub}$  è la quota hub e  $\alpha$  è il coefficiente di wind shear. Il wind shear viene calcolato a partire dalle misure di vento effettuate sulle diverse quote della torre anemometrica. Si calcolato così un coefficiente di wind shear misurato:

$$\alpha = 0,20$$

Il wind shear è stato applicato alla serie ricavata nel capitolo 7 e si è estrapolato il vento medio a 125m. La quota scelta è relativa alle simulazioni fatte con uno dei possibili modelli di aerogeneratore, Vestas V150 4.2MW, con torre tubolare da 125m (quota hub).

Nella tabella seguente sono riportati i risultati.

Quota hub[m]	Velocità media [m/s]
125m	5,7 m/s

*Tab. 6 - Velocità media annuale a lungo termine*

## 9. ESTRAPOLAZIONE ORIZZONTALE

La variazione della velocità del vento su tutto il parco eolico viene predetta utilizzando il programma Wasp sviluppato dall'istituto di ricerca danese Risoe. Wasp è un modello computazione di flusso che a partire dalla statistica del vento in un punto calcola la statistica del vento nell'area circostante considerando l'influenza dell'orografia del terreno, della rugosità e degli ostacoli presenti.

Partendo dalla statistica calcolata e applicando Wasp è stato possibile calcolare il vento medio a quota hub per ogni aerogeneratore del parco. Nella tabella seguente vengono riportati i valori di vento stimati per ogni aerogeneratore. I valori riportati fanno riferimento alla velocità media indisturbata ovvero non tengono in considerazione gli effetti scia.

Aerogeneratore	Velocità media [m/s]
WTG01	5,78
WTG02	5,75
WTG03	5,74
WTG04	5,74
WTG05	5,76
WTG06	5,85
WTG07	5,77
WTG08	5,82
WTG09	5,97
WTG10	5,90
WTG11	6,03
WTG12	6,06
WTG13	6,10
WTG14	5,93
WTG15	6,02

*Tab. 7 - Vento medio indisturbato a quota hub (125m) sul parco*

## 10. CALCOLO DI PRODUZIONE

Come accennato in precedenza, per ottenere la produzione del parco si è optato per usare, come possibile turbina di progetto e a solo scopo di calcolo, la Vestas V150 con potenza nominale di 4,2MW ad un'altezza al mozzo (altezza hub) di 125m. Nella tabella 8 viene riportata la curva di potenza della V150 per una densità dell'aria di 1,225 kg/m<sup>3</sup>.

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
0	0
1	0
2	0
3	81
4	285
5	597
6	1.062
7	1.709
8	2.545
9	3.458
10	4.038
11	4.143
12	4.191
13	4.199
14	4.200
15	4.200
16	4.200
17	4.200
18	4.200
19	4.200
20	4.200
21	3.870
22	2.745
23	1.805
24	1.283

*Tab. 8 - Curva di potenza della Vesta V150 4,2MW, con densità dell'aria 1,225 kg/m<sup>3</sup>*

A partire dalla statistica del vento calcolata nel capitolo 7 si calcola la produzione energetica di ogni singolo aerogeneratore, tramite il programma di calcolo Windpro (versione 3.3.261).

Nella tabella 9 viene mostrata la produzione netta per ogni aerogeneratore del parco. Le ore equivalenti sono il rapporto tra la produzione annua e la potenza nominale dell'aerogeneratore.

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Produzione netta [MWh]</b>	<b>Potenza nominale [MW]</b>	<b>Ore equivalenti</b>
WTG01	10.442	4,2	2486
WTG02	10.089	4,2	2402
WTG03	9.864	4,2	2349
WTG04	9.827	4,2	2340
WTG05	9.561	4,2	2276
WTG06	10.374	4,2	2470
WTG07	9.563	4,2	2277
WTG08	9.945	4,2	2368
WTG09	10.533	4,2	2508
WTG10	10.281	4,2	2448
WTG11	10.511	4,2	2503
WTG12	10.136	4,2	2413
WTG13	10.505	4,2	2501
WTG14	10.144	4,2	2415
WTG15	10.497	4,2	2499

**Tab. 9 - Produzione netta e ore equivalenti**

Nella tabella seguente viene riportata la stima della produzione energetica annuale del parco. La produzione seguente rappresenta la stima centrale annuale che si otterrebbe dopo 10 anni operativi.

<b>N° turbine</b>	15
<b>Potenza nominale</b>	63,00 MW
<b>Produzione lorda</b>	177,7 GWh
<b>Perdite</b>	14,3%
<b>Produzione netta</b>	152,3 GWh
<b>Ore equivalenti</b>	2417 h

**Tab. 10 - Stima della produzione energetica annuale del parco eolico**

La produzione netta rappresenta l'effettiva produzione energetica a valle dell'impianto che viene contabilizzata dal gestore della rete. Nella tabella seguente vengono elencate le potenziali perdite che agiscono sull'impianto:

Wake effect	-6,9%
Availability WTGs	-2,0%
Availability Grid, Substation and BoP	-0,5%
Electrical losses	-2,0%
Power Curve Adjustment	-1,0%
High Temperature Shut Down	-0,2%
Environmental (Icing)	-0,2%
High Wind Hysteresis	-0,2%
Grid curtailment	-1,3%
<b>Total</b>	<b>-14,3%</b>

**Tab. 11 - Sorgenti di perdita**

**Wake Effect:** sono gli effetti scia ovvero le perdite aerodinamiche causate dagli aerogeneratori stessi che implicano una diminuzione della velocità del vento dietro le turbine. Il modello di calcolo dell'effetto scia utilizzato è il N.O. Jensen.

**Availability WTGs:** rappresenta le perdite causate dallo spegnimento degli aerogeneratori dovute alla manutenzione ordinaria.

**Availability Grid, Substation and BoP:** rappresenta le perdite causate dalla manutenzione ordinaria sulla rete elettrica del parco.

**Electrical Loss:** sono le perdite elettriche dovute per effetto Joule causate dai cavidotti e dall'impianto di sottostazione.

**Power Curve Adjustment:** la curva di potenza fornita dal costruttore viene generalmente misurata su terreni e condizioni climatologiche diverse dal sito dove viene installata. Tipicamente si riscontrano nell'aerogeneratore prestazioni inferiori che possono essere contabilizzate in una perdita di circa l'1%.

**High Temperature Shut Down:** sono le perdite dovute dallo spegnimento automatico degli aerogeneratori causato dal raggiungimento di temperature elevate in navicella.

**Environmental:** perdite dovute a eventi climatici quali ghiaccio, neve, sabbia ecc...

**High Wind Hysteresis:** perdita dovuta al tempo di isteresi che un aerogeneratore impiega per riattivarsi dopo essere entrato in stallo a causa di venti che superano la velocità massima di operatività dell'aerogeneratore.

**Grid Curtailment:** perdite dovute alle riduzioni di potenza richieste dal gestore della rete.

## 11. INCERTEZZE

Nella tabella 12 vengono elencate le fonti di incertezza. Ogni incertezza viene considerata come un errore indipendente e viene modellata come un processo Gaussiano.

<b>Incetezza</b>	<b>Tipo incetezza</b>	<b>Errore Standard %</b>	<b>Errore Standard Produzione %</b>
Dati di vento misurati	velocità del vento	2,0	4,17
Estrapolazione verticale	velocità del vento	6,5	13,56
Estrapolazione orizzontale	produzione	2,2	4,59
Correlazione a lungo termine	velocità del vento	2	4,17
Curva di potenza	produzione	5	5
Variabilità futura del vento basata su 10 anni	velocità del vento	5,0	10,43
<b>Incetezza totale</b>	produzione		<b>16,86</b>

*Tab. 12 - Incetezza sulla stima di produzione*

Queste inceteezze vengono applicate sulla stima centrale al fine di calcolare la produzione con probabilità di eccedenza P50, P75 e P90 con una base statistica di 10 anni.

<b>Livello di eccedenza</b>	<b>Produzione netta [GWh]</b>	<b>Ore equivalenti [h]</b>
<b>P50</b>	152,3	2417
<b>P75</b>	134,8	2140
<b>P90</b>	119,1	1890

*Tab. 13 - Produzione energetica con i livelli di eccedenza a 10 anni*

## 12. CONCLUSIONI

In questa relazione è stata descritta la campagna anemologica effettuata in sito utilizzando un anemometro da 30m. Tramite serie storiche di riferimento è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine. Eseguendo l'estrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 125m ha una velocità media di 5,7 m/s. Utilizzando il software Windpro/Wasp è stata estrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e a partire da questa è stata calcolata la produzione totale del parco eolico. La produzione annuale P50 al netto delle perdite è di 152,3 GWh e 2417 ore equivalenti.

## PARK - Risultato principale

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7  
Modello di scia N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Wake calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zona: 33  
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,8°

Power curve correction method  
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>  
Air density calculation method  
Height dependent, temperature from climate station  
Station: BRINDISI V3 2014  
Base temperature: 16,8 °C at 10,0 m  
Base pressure: 1013,3 hPa at 0,0 m  
Air density for Site center in key hub height: 67,6 m + 125,0 m = 1,195 kg/m³ -> 97,5 % of Std  
Relative humidity: 0,0 %

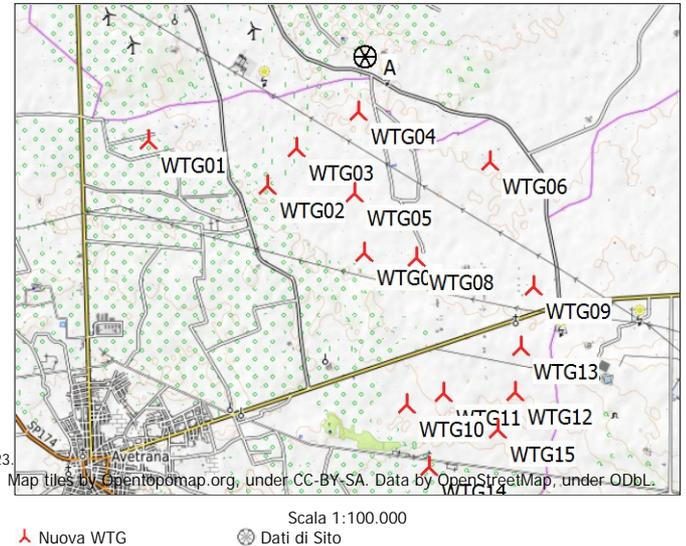
Parametri del modello di scia  
Wake decay constant 0,075 DTU default onshore

Omnidirectional displacement height from objects

Impostazioni calcolo scie  
Angolo [°] Velocità del vento [m/s]  
inizio fine passo inizio fine passo  
0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0

Statistica del Vento IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123

Versione WAsP WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



## Risultati chiave a 125,0 m sopra il terreno

Terrain UTM (north)-WGS84 Zona: 33  
Easting Northing Nome Oggetto Dati di Sito

Tipo	Energia del vento [kWh/m²]	Velocità media [m/s]	Rugosità equivalente
A 735.077 4.475.691 Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	1.707	5,7	2,3

## Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/anno]	Risultato-8,0% [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Wake loss [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
Parco eolico	165.512,8	152.271,7	177.690,4	6,9	27,6	10.151,4	2.417	5,9

\*) Basato su Risultato-8,0%

## Energia annuale calcolata per ciascuna delle 15 nuove WTG, per un totale di 63,0 MW nominali installati

WTG	A	Tipo di WTG		Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza Creata da	Nome	Produzione annuale				
		Statistica Validata	Prod.						Tipo generatore	Risultato [MWh/anno]	Risultato-8,0% [MWh/anno]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
WTG01	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.350,3	10.442	0,5	5,78
WTG02	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.966,7	10.089	2,9	5,75
WTG03	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.721,3	9.864	4,7	5,74
WTG04	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.681,6	9.827	4,9	5,74
WTG05	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.392,3	9.561	8,2	5,76
WTG06	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.275,7	10.374	3,8	5,85
WTG07	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.394,3	9.563	8,6	5,77
WTG08	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.810,2	9.945	6,6	5,82
WTG09	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.448,5	10.533	6,4	5,97
WTG10	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.175,3	10.281	6,4	5,90
WTG11	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.424,5	10.511	8,3	6,03
WTG12	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.017,0	10.136	12,7	6,06
WTG13	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.418,9	10.505	10,6	6,10
WTG14	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.026,3	10.144	8,6	5,93
WTG15	A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.409,8	10.497	8,3	6,02

## Posizione delle WTG

UTM (north)-WGS84 Zona: 33  
Easting Northing Z Dati/Descrizione [m]

WTG01	Nuova	732.271	4.474.503	77,0	WTG01
WTG02	Nuova	733.861	4.473.955	69,6	WTG02

continua alla pagina successiva...

## PARK - Risultato principale

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

...continua dalla pagina precedente

		UTM (north)-WGS84 Zona: 33			
		Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
		[m]			
WTG03	Nuova	734.219	4.474.469	63,6	WTG03
WTG04	Nuova	735.025	4.474.970	58,9	WTG04
WTG05	Nuova	735.010	4.473.891	63,6	WTG05
WTG06	Nuova	736.772	4.474.378	55,9	WTG06
WTG07	Nuova	735.155	4.473.110	65,9	WTG07
WTG08	Nuova	735.847	4.473.057	65,0	WTG08
WTG09	Nuova	737.388	4.472.737	67,8	WTG09
WTG10	Nuova	735.780	4.471.134	63,4	WTG10
WTG11	Nuova	736.252	4.471.281	73,2	WTG11
WTG12	Nuova	737.210	4.471.327	71,4	WTG12
WTG13	Nuova	737.254	4.471.933	76,5	WTG13
WTG14	Nuova	736.101	4.470.315	57,0	WTG14
WTG15	Nuova	736.990	4.470.837	61,0	WTG15

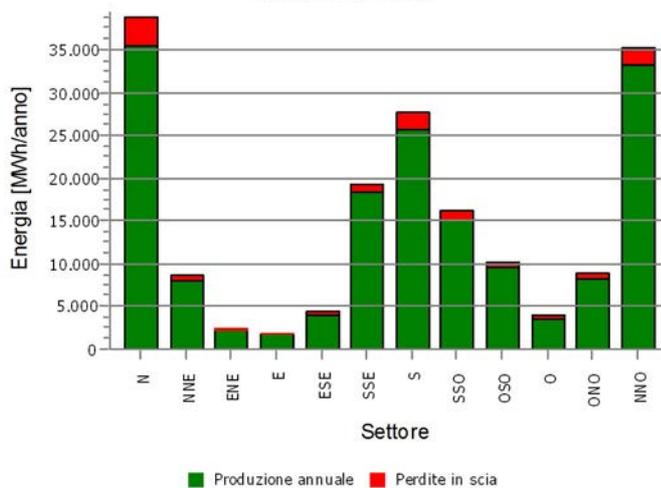
## PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,194 kg/m<sup>3</sup> - 1,196 kg/m<sup>3</sup>

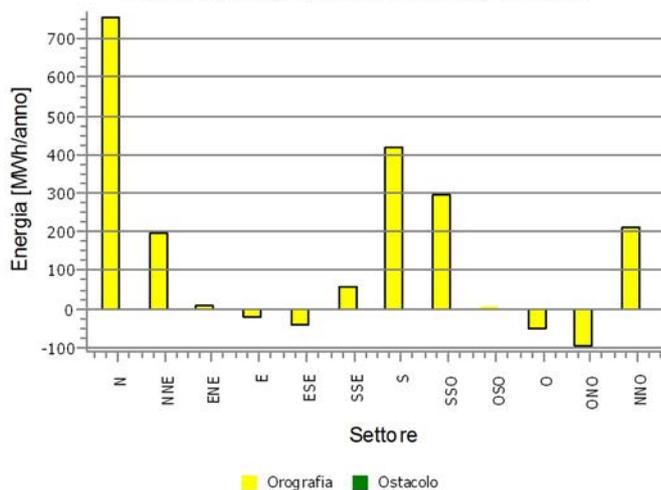
### Analisi direzionale

Settore		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Energia basata sulla rugosità	[MWh]	38.119,4	8.428,7	2.376,6	1.886,0	4.405,5	19.172,3	27.303,5	15.951,0	10.158,3	4.056,0	8.947,1	35.146,1	175.950,6
+Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	754,7	196,9	8,8	-22,7	-39,9	56,0	420,3	295,2	2,4	-49,1	-95,6	212,7	1.739,8
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	3.263,1	595,5	185,6	165,7	276,1	871,7	1.971,9	1.102,2	644,6	350,3	652,0	2.099,1	12.177,6
Energia risultante	[MWh]	35.611,0	8.030,2	2.199,8	1.697,7	4.089,5	18.356,6	25.751,9	15.143,9	9.516,2	3.656,7	8.199,6	33.259,7	165.512,8
Energia specifica	[kWh/m <sup>2</sup> ]													624
Energia specifica	[kWh/kW]													2.627
Incremento dovuto all'orografia	[%]	2,0	2,3	0,4	-1,2	-0,9	0,3	1,5	1,9	0,0	-1,2	-1,1	0,6	0,99
Perdite dovute alle scie	[%]	8,4	6,9	7,8	8,9	6,3	4,5	7,1	6,8	6,3	8,7	7,4	5,9	6,85
Utilizzazione	[%]	33,2	36,7	38,8	37,7	32,3	29,8	30,4	37,0	36,6	38,0	37,1	36,7	34,0
Tempo di operatività	[Ore/anno]	1.577	564	236	179	266	680	1.056	804	551	330	512	1.424	8.178
Ore equivalenti	[Ore/anno]	565	127	35	27	65	291	409	240	151	58	130	528	2.627

Energia per settore



Impatto dell'orografia e degli ostacoli per settore



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG01 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

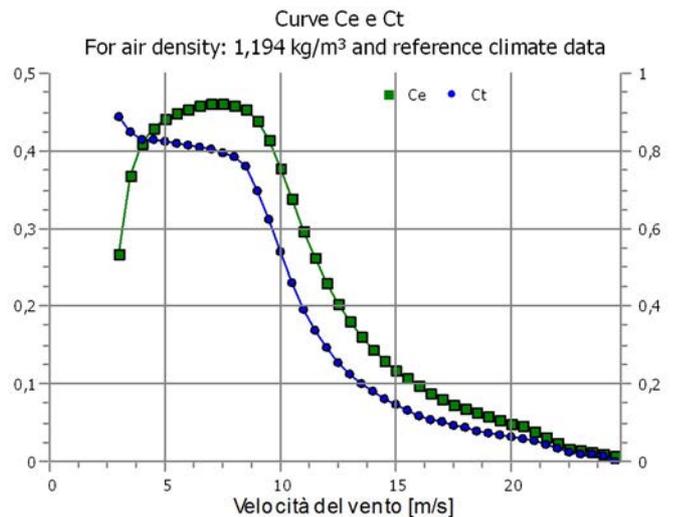
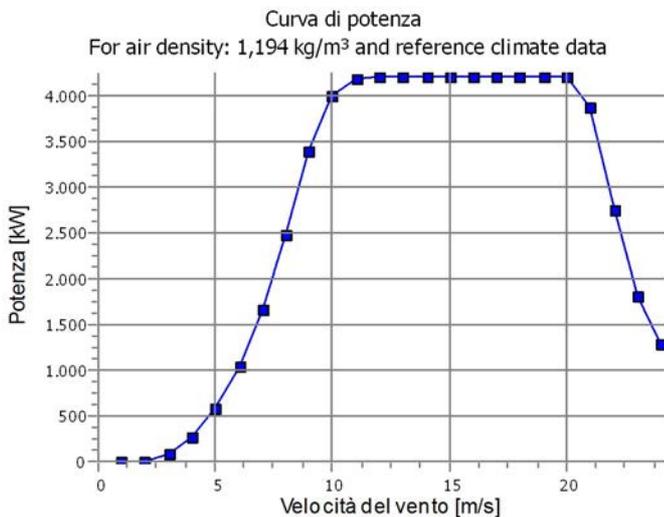
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50-3,50	89,1	89,1	0,8
4,0	277,0	0,41	3,50-4,50	342,1	431,2	3,8
5,0	581,7	0,44	4,50-5,50	740,9	1.172,1	10,3
6,0	1.035,1	0,45	5,50-6,50	1.233,0	2.405,1	21,2
7,0	1.665,9	0,46	6,50-7,50	1.689,2	4.094,3	36,1
8,0	2.481,6	0,46	7,50-8,50	1.953,2	6.047,6	53,3
9,0	3.380,8	0,44	8,50-9,50	1.878,1	7.925,6	69,8
10,0	3.986,3	0,38	9,50-10,50	1.460,9	9.386,6	82,7
11,0	4.176,9	0,30	10,50-11,50	934,7	10.321,3	90,9
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	523,5	10.844,8	95,5
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	269,7	11.114,6	97,9
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	130,7	11.245,3	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	60,1	11.305,4	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	26,5	11.331,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,2	11.343,1	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,5	11.347,6	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	1,8	11.349,3	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,7	11.350,0	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,2	11.350,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.350,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.350,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.350,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.350,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG02 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

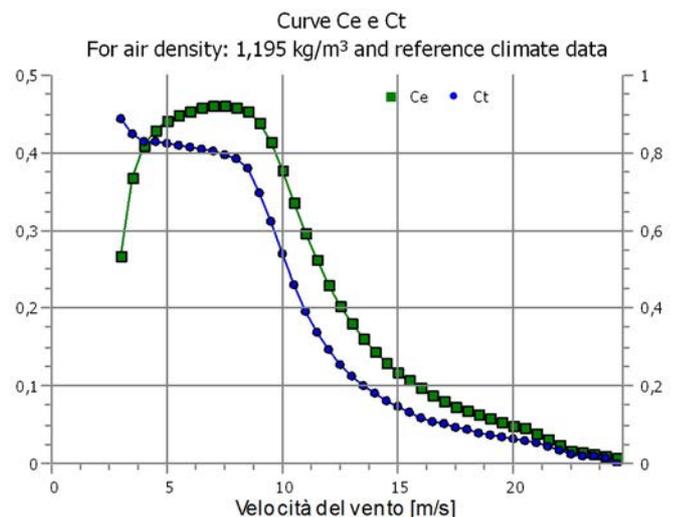
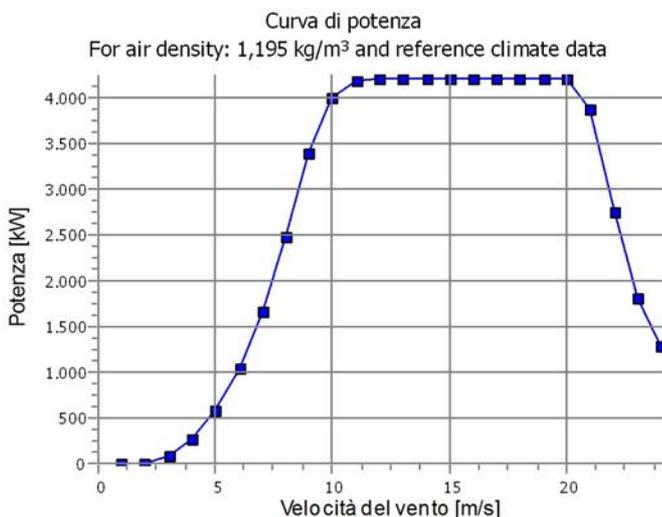
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50-3,50	88,0	88,0	0,8
4,0	277,2	0,41	3,50-4,50	337,1	425,2	3,9
5,0	582,1	0,44	4,50-5,50	727,9	1.153,0	10,5
6,0	1.035,9	0,45	5,50-6,50	1.206,0	2.359,0	21,5
7,0	1.667,1	0,46	6,50-7,50	1.643,6	4.002,7	36,5
8,0	2.483,3	0,46	7,50-8,50	1.889,6	5.892,2	53,7
9,0	3.382,9	0,44	8,50-9,50	1.805,9	7.698,1	70,2
10,0	3.987,7	0,38	9,50-10,50	1.396,4	9.094,6	82,9
11,0	4.177,3	0,30	10,50-11,50	888,9	9.983,5	91,0
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	496,5	10.480,0	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	256,3	10.736,3	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	125,3	10.861,6	99,0
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	58,7	10.920,3	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	26,6	10.946,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,7	10.958,5	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,0	10.963,5	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.965,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.966,3	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.966,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.966,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.966,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.966,7	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.966,7	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG03 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

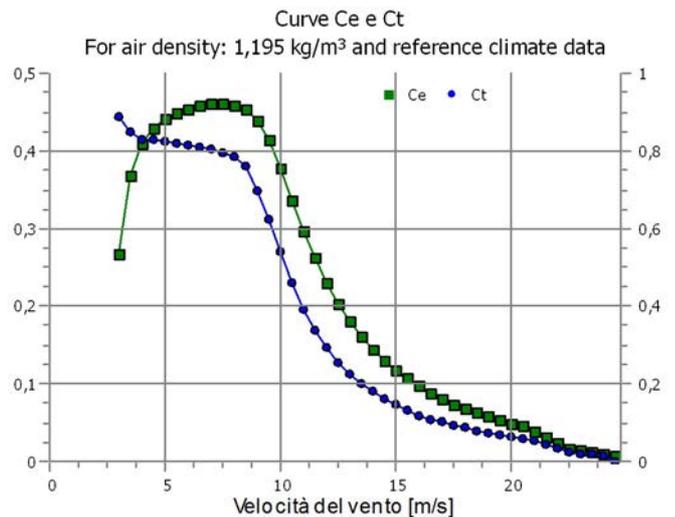
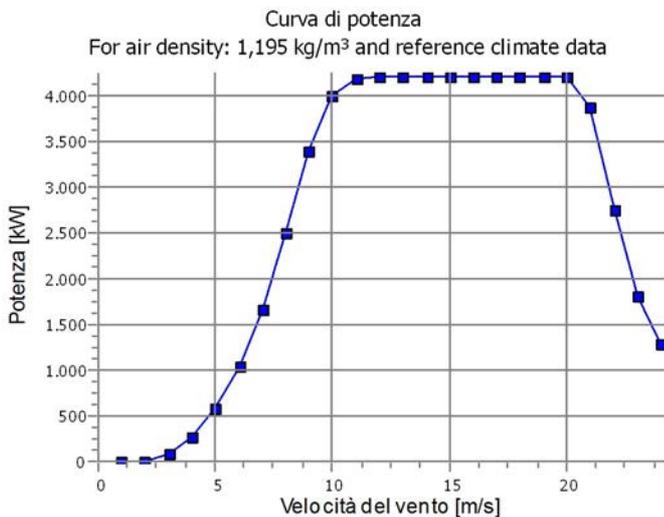
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,78
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50-3,50	86,7	86,7	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50-4,50	331,8	418,5	3,9
5,0	582,5	0,44	4,50-5,50	715,3	1.133,8	10,6
6,0	1.036,5	0,45	5,50-6,50	1.183,4	2.317,2	21,6
7,0	1.668,0	0,46	6,50-7,50	1.610,3	3.927,5	36,6
8,0	2.484,7	0,46	7,50-8,50	1.848,6	5.776,1	53,9
9,0	3.384,6	0,44	8,50-9,50	1.764,5	7.540,6	70,3
10,0	3.988,8	0,38	9,50-10,50	1.362,4	8.903,0	83,0
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	865,7	9.768,7	91,1
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	482,3	10.251,0	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	248,2	10.499,2	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	120,9	10.620,1	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	56,5	10.676,6	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	25,6	10.702,2	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,2	10.713,4	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,8	10.718,2	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.720,2	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.720,9	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.721,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.721,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.721,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.721,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.721,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG04 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

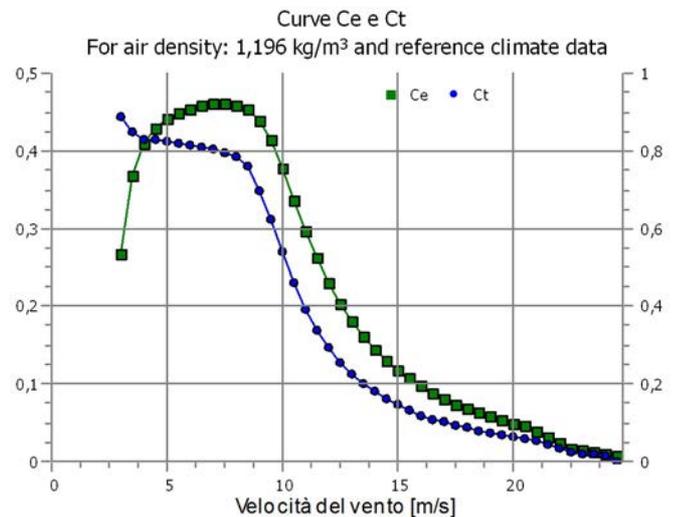
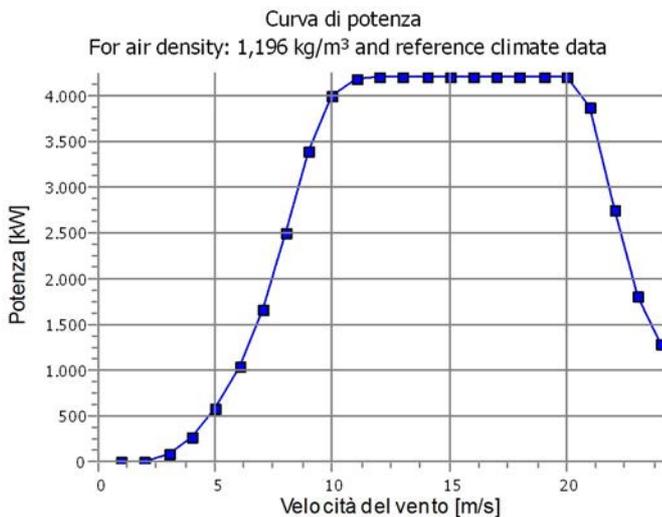
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	86,7	86,7	0,8
4,0	277,5	0,41	3,50- 4,50	332,0	418,7	3,9
5,0	582,7	0,44	4,50- 5,50	716,0	1.134,7	10,6
6,0	1.036,9	0,45	5,50- 6,50	1.183,8	2.318,5	21,7
7,0	1.668,8	0,46	6,50- 7,50	1.608,7	3.927,1	36,8
8,0	2.485,8	0,46	7,50- 8,50	1.843,0	5.770,2	54,0
9,0	3.385,9	0,44	8,50- 9,50	1.755,1	7.525,3	70,5
10,0	3.989,7	0,38	9,50-10,50	1.352,3	8.877,5	83,1
11,0	4.177,8	0,30	10,50-11,50	858,0	9.735,5	91,1
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	478,1	10.213,6	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	246,4	10.460,0	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	120,4	10.580,4	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	56,4	10.636,8	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	25,6	10.662,4	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,3	10.673,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,8	10.678,5	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.680,4	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.681,2	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.681,5	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.681,6	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.681,6	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.681,6	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.681,6	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG05 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

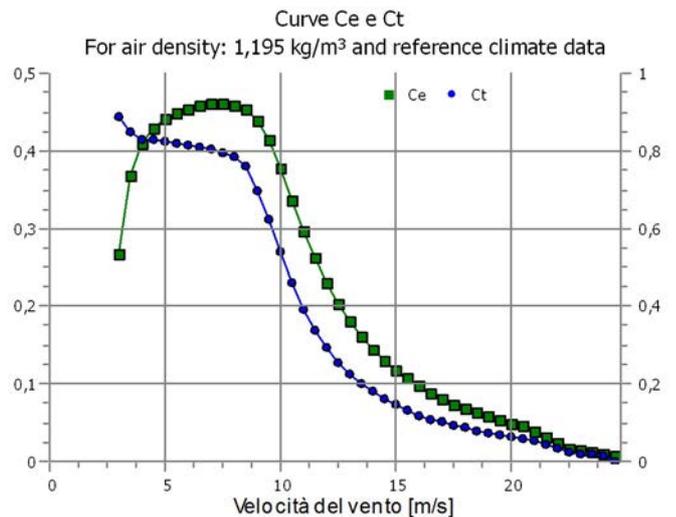
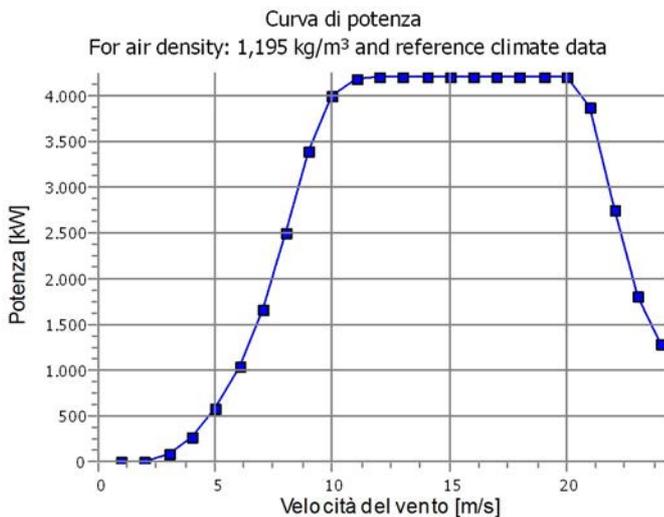
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,78
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	83,3	83,3	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	318,6	401,9	3,9
5,0	582,5	0,44	4,50- 5,50	687,3	1.089,2	10,5
6,0	1.036,5	0,45	5,50- 6,50	1.138,0	2.227,1	21,4
7,0	1.668,0	0,46	6,50- 7,50	1.550,7	3.777,8	36,4
8,0	2.484,7	0,46	7,50- 8,50	1.783,7	5.561,5	53,5
9,0	3.384,6	0,44	8,50- 9,50	1.707,4	7.268,9	69,9
10,0	3.988,8	0,38	9,50-10,50	1.323,8	8.592,7	82,7
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	846,2	9.438,9	90,8
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	475,8	9.914,7	95,4
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	247,9	10.162,6	97,8
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	122,8	10.285,4	99,0
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	58,6	10.344,0	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	27,1	10.371,1	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	12,2	10.383,3	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,3	10.388,7	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,2	10.390,9	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,9	10.391,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.392,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.392,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.392,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.392,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.392,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG06 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

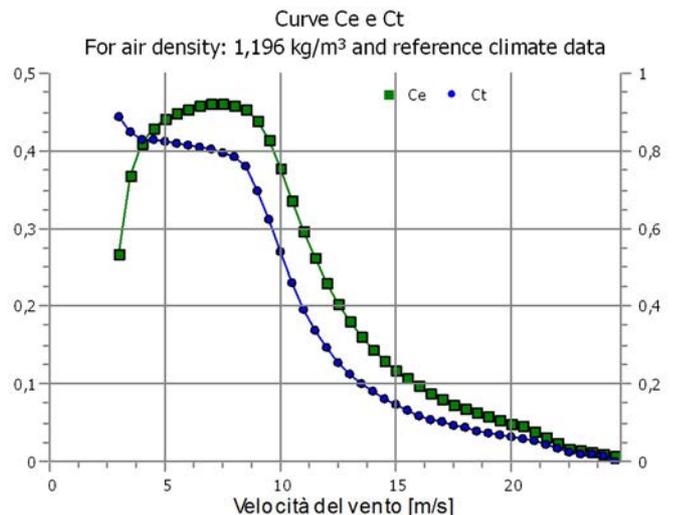
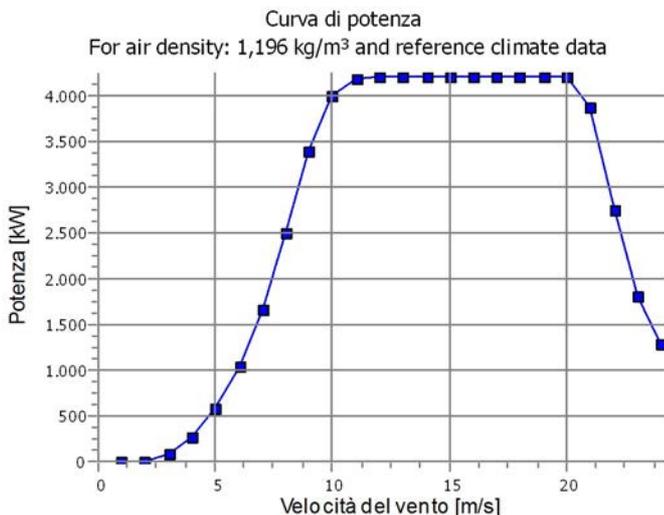
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50-3,50	85,0	85,0	0,8
4,0	277,6	0,41	3,50-4,50	326,7	411,7	3,7
5,0	582,9	0,44	4,50-5,50	709,3	1.121,0	9,9
6,0	1.037,2	0,45	5,50-6,50	1.185,4	2.306,5	20,5
7,0	1.669,3	0,46	6,50-7,50	1.634,8	3.941,3	35,0
8,0	2.486,5	0,46	7,50-8,50	1.908,8	5.850,1	51,9
9,0	3.386,8	0,44	8,50-9,50	1.859,4	7.709,5	68,4
10,0	3.990,3	0,38	9,50-10,50	1.470,9	9.180,4	81,4
11,0	4.178,0	0,30	10,50-11,50	962,0	10.142,4	89,9
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	554,5	10.696,9	94,9
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	296,2	10.993,1	97,5
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	149,9	11.142,9	98,8
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	72,6	11.215,6	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	33,9	11.249,5	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	15,3	11.264,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	6,6	11.271,4	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,7	11.274,1	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,1	11.275,2	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	11.275,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.275,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.275,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.275,7	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.275,7	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG07 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

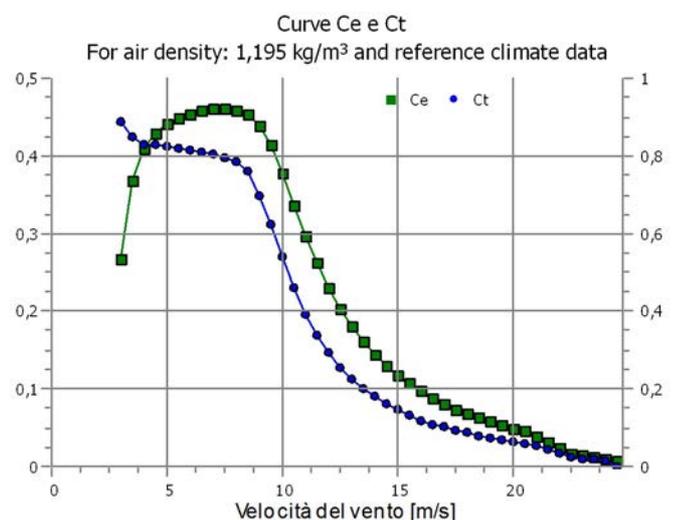
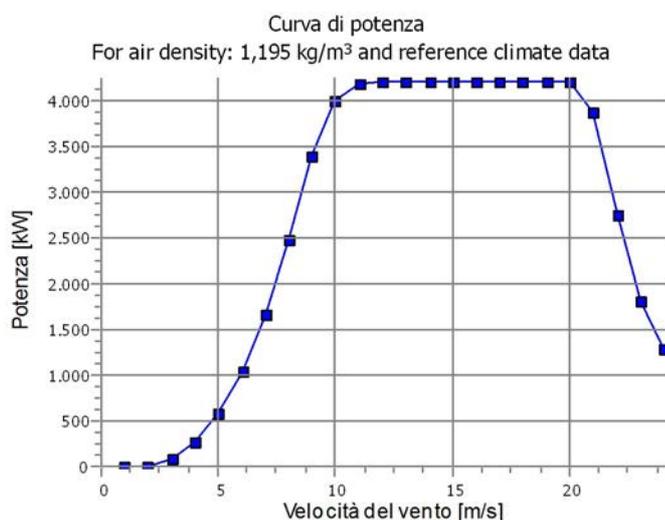
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	82,5	82,5	0,8
4,0	277,3	0,41	3,50- 4,50	316,0	398,5	3,8
5,0	582,3	0,44	4,50- 5,50	682,4	1.080,9	10,4
6,0	1.036,2	0,45	5,50- 6,50	1.131,8	2.212,7	21,3
7,0	1.667,7	0,46	6,50- 7,50	1.545,3	3.758,0	36,2
8,0	2.484,2	0,46	7,50- 8,50	1.781,2	5.539,2	53,3
9,0	3.384,0	0,44	8,50- 9,50	1.708,6	7.247,8	69,7
10,0	3.988,4	0,38	9,50-10,50	1.327,8	8.575,5	82,5
11,0	4.177,5	0,30	10,50-11,50	851,1	9.426,6	90,7
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	480,1	9.906,7	95,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	251,3	10.158,1	97,7
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	125,2	10.283,3	98,9
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	60,2	10.343,5	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	28,2	10.371,7	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	12,9	10.384,6	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,7	10.390,3	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,5	10.392,8	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,0	10.393,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	10.394,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.394,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.394,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.394,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.394,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG08 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

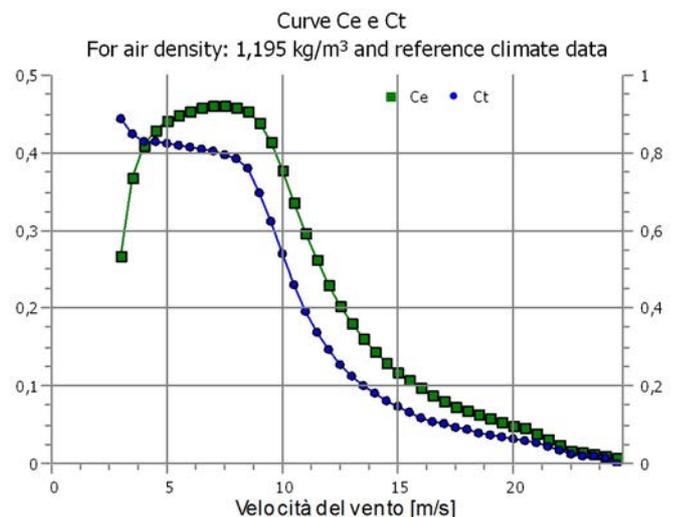
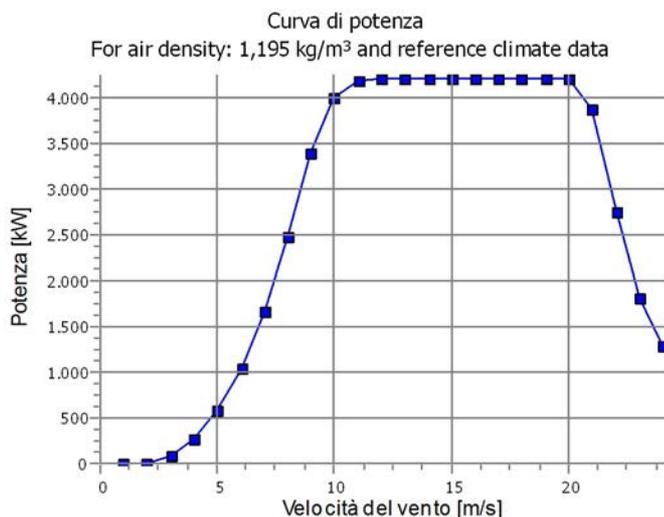
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	83,2	83,2	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	319,5	402,7	3,7
5,0	582,4	0,44	4,50- 5,50	692,6	1.095,3	10,1
6,0	1.036,3	0,45	5,50- 6,50	1.153,8	2.249,1	20,8
7,0	1.667,8	0,46	6,50- 7,50	1.583,7	3.832,8	35,5
8,0	2.484,4	0,46	7,50- 8,50	1.837,5	5.670,2	52,5
9,0	3.384,2	0,44	8,50- 9,50	1.776,8	7.447,1	68,9
10,0	3.988,6	0,38	9,50-10,50	1.394,7	8.841,7	81,8
11,0	4.177,5	0,30	10,50-11,50	905,4	9.747,1	90,2
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	518,8	10.265,9	95,0
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	276,5	10.542,3	97,5
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	140,4	10.682,7	98,8
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	68,7	10.751,4	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	32,6	10.783,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	15,0	10.798,9	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	6,7	10.805,6	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,9	10.808,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,2	10.809,6	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	10.810,1	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.810,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.810,2	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.810,2	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.810,2	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG09 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

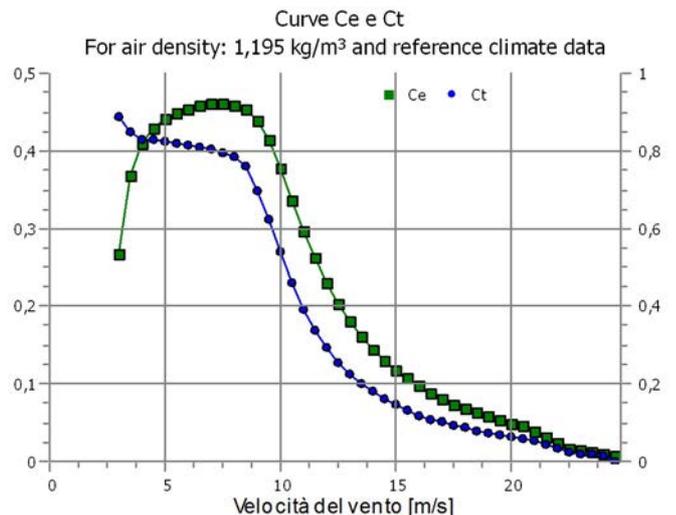
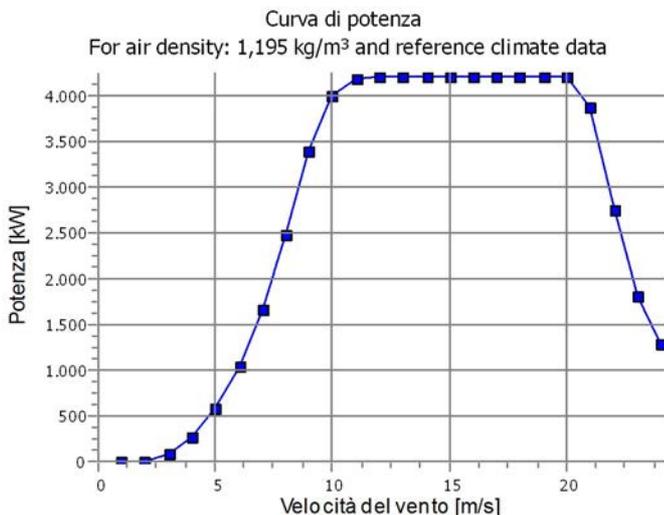
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.142,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50-3,50	79,7	79,7	0,7
4,0	277,3	0,41	3,50-4,50	307,2	386,9	3,4
5,0	582,2	0,44	4,50-5,50	671,7	1.058,5	9,2
6,0	1.036,1	0,45	5,50-6,50	1.135,1	2.193,7	19,2
7,0	1.667,4	0,46	6,50-7,50	1.590,5	3.784,2	33,1
8,0	2.483,7	0,46	7,50-8,50	1.895,7	5.679,8	49,6
9,0	3.383,4	0,44	8,50-9,50	1.893,0	7.572,9	66,1
10,0	3.988,1	0,38	9,50-10,50	1.540,6	9.113,5	79,6
11,0	4.177,4	0,30	10,50-11,50	1.039,5	10.153,0	88,7
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	618,4	10.771,4	94,1
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	340,0	11.111,4	97,1
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	176,3	11.287,8	98,6
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	87,0	11.374,8	99,4
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	41,2	11.416,0	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	18,7	11.434,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	8,2	11.442,9	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	3,4	11.446,4	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,4	11.447,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,5	11.448,3	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.448,4	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.448,4	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.448,5	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.448,5	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG10 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

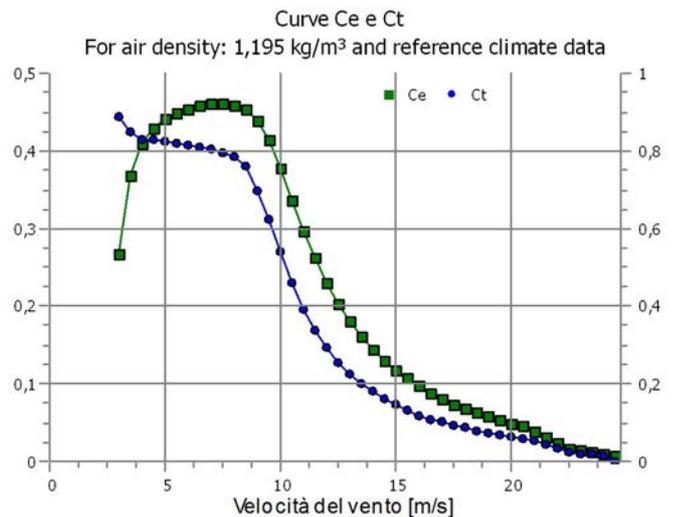
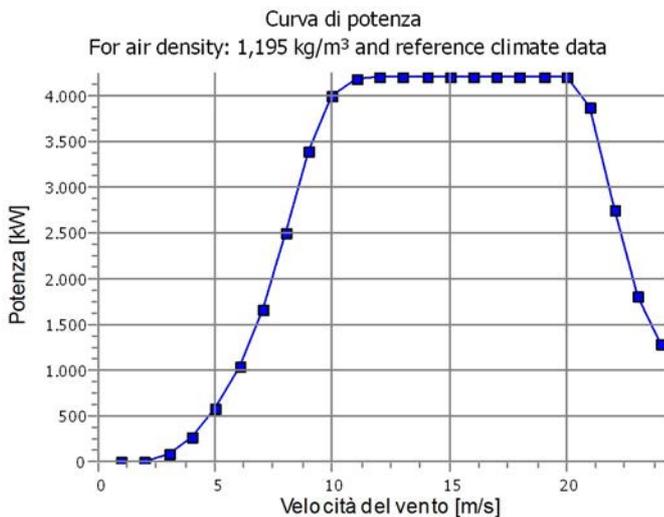
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	81,4	81,4	0,7
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	313,0	394,4	3,5
5,0	582,5	0,44	4,50- 5,50	680,8	1.075,3	9,6
6,0	1.036,5	0,45	5,50- 6,50	1.142,3	2.217,6	19,8
7,0	1.668,1	0,46	6,50- 7,50	1.585,2	3.802,7	34,0
8,0	2.484,7	0,46	7,50- 8,50	1.866,8	5.669,6	50,7
9,0	3.384,7	0,44	8,50- 9,50	1.838,7	7.508,2	67,2
10,0	3.988,9	0,38	9,50-10,50	1.474,4	8.982,7	80,4
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	980,5	9.963,2	89,2
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	576,4	10.539,6	94,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	315,1	10.854,7	97,1
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	164,0	11.018,7	98,6
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	82,2	11.100,9	99,3
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	40,0	11.140,9	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	19,0	11.159,9	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	8,8	11.168,7	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	3,9	11.172,6	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,7	11.174,4	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.175,0	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.175,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.175,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.175,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.175,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG11 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

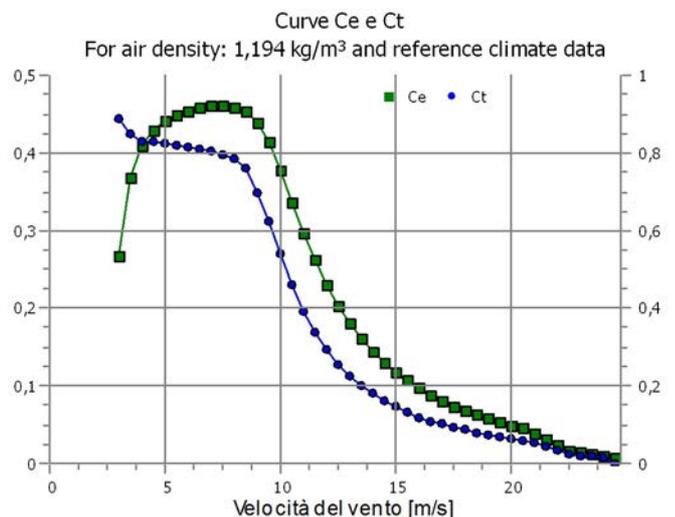
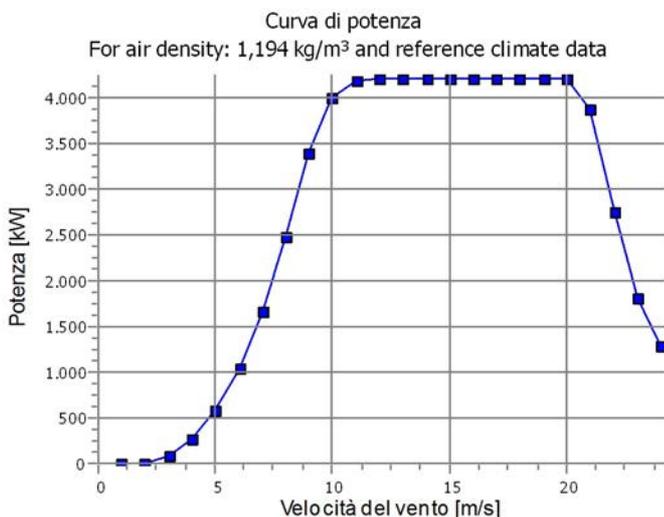
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50- 3,50	76,8	76,8	0,7
4,0	277,1	0,41	3,50- 4,50	297,0	373,7	3,3
5,0	581,9	0,44	4,50- 5,50	652,1	1.025,8	9,0
6,0	1.035,5	0,45	5,50- 6,50	1.107,6	2.133,4	18,7
7,0	1.666,5	0,46	6,50- 7,50	1.560,5	3.693,9	32,3
8,0	2.482,4	0,46	7,50- 8,50	1.871,4	5.565,3	48,7
9,0	3.381,9	0,44	8,50- 9,50	1.882,1	7.447,4	65,2
10,0	3.987,0	0,38	9,50-10,50	1.545,3	8.992,7	78,7
11,0	4.177,1	0,30	10,50-11,50	1.055,1	10.047,8	87,9
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	637,8	10.685,6	93,5
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	358,5	11.044,1	96,7
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	191,4	11.235,5	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	98,1	11.333,6	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	48,6	11.382,2	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	23,3	11.405,5	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,9	11.416,4	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,9	11.421,3	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,1	11.423,4	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.424,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,3	11.424,5	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.424,5	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.424,5	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.424,5	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG12 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

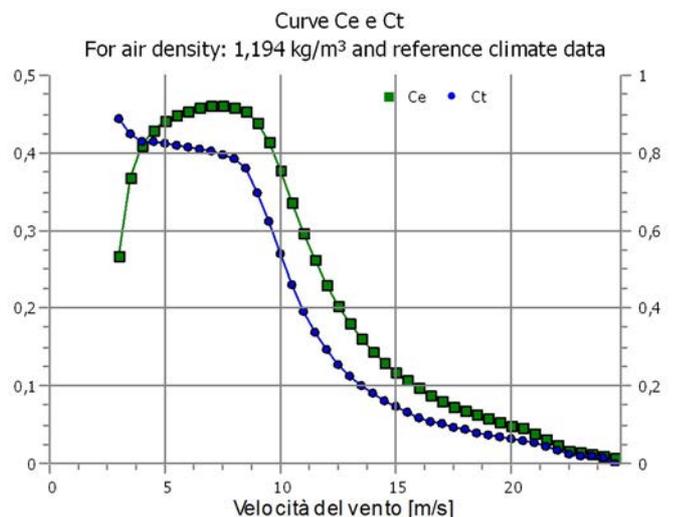
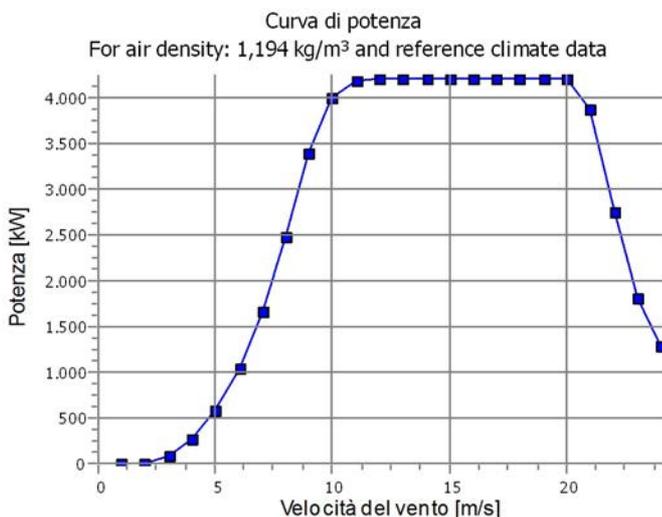
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50- 3,50	72,5	72,5	0,7
4,0	277,2	0,41	3,50- 4,50	279,9	352,4	3,2
5,0	582,0	0,44	4,50- 5,50	614,7	967,0	8,8
6,0	1.035,7	0,45	5,50- 6,50	1.046,3	2.013,4	18,3
7,0	1.666,8	0,46	6,50- 7,50	1.481,1	3.494,4	31,7
8,0	2.482,9	0,46	7,50- 8,50	1.788,9	5.283,4	48,0
9,0	3.382,4	0,44	8,50- 9,50	1.815,8	7.099,2	64,4
10,0	3.987,4	0,38	9,50-10,50	1.506,7	8.605,9	78,1
11,0	4.177,2	0,30	10,50-11,50	1.040,1	9.646,0	87,6
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	634,9	10.280,8	93,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	359,1	10.639,9	96,6
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	191,8	10.831,7	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	97,7	10.929,4	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	47,7	10.977,1	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	22,4	10.999,6	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,2	11.009,8	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,4	11.014,2	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,9	11.016,1	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.016,8	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.017,0	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.017,0	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.017,0	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.017,0	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG13 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

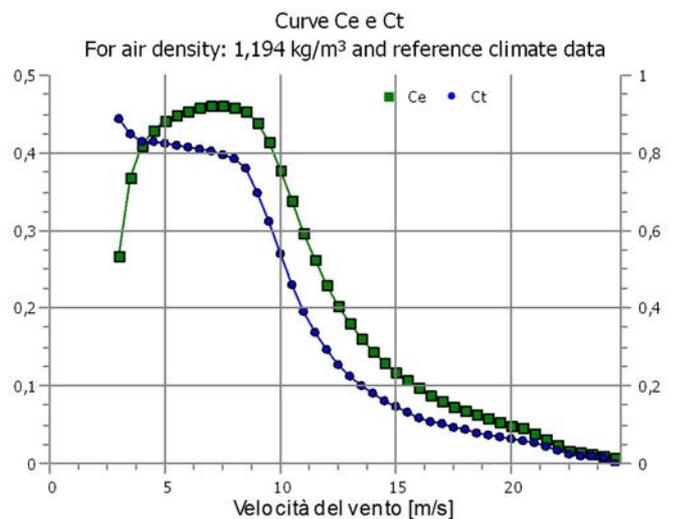
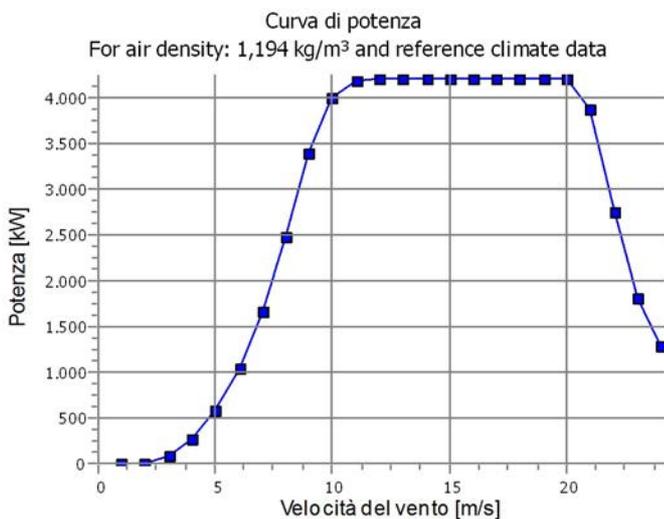
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50- 3,50	73,4	73,4	0,6
4,0	277,0	0,41	3,50- 4,50	283,9	357,3	3,1
5,0	581,7	0,44	4,50- 5,50	624,8	982,1	8,6
6,0	1.035,2	0,45	5,50- 6,50	1.066,6	2.048,6	17,9
7,0	1.666,0	0,46	6,50- 7,50	1.515,4	3.564,0	31,2
8,0	2.481,7	0,46	7,50- 8,50	1.839,3	5.403,4	47,3
9,0	3.381,0	0,44	8,50- 9,50	1.878,5	7.281,8	63,8
10,0	3.986,4	0,38	9,50-10,50	1.570,3	8.852,1	77,5
11,0	4.176,9	0,30	10,50-11,50	1.093,6	9.945,8	87,1
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	674,3	10.620,0	93,0
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	385,5	11.005,5	96,4
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	208,3	11.213,8	98,2
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	107,2	11.321,0	99,1
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	52,9	11.373,9	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	25,1	11.399,0	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	11,5	11.410,6	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	5,1	11.415,6	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,1	11.417,7	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.418,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.418,8	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.418,9	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.418,9	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.418,9	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG14 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

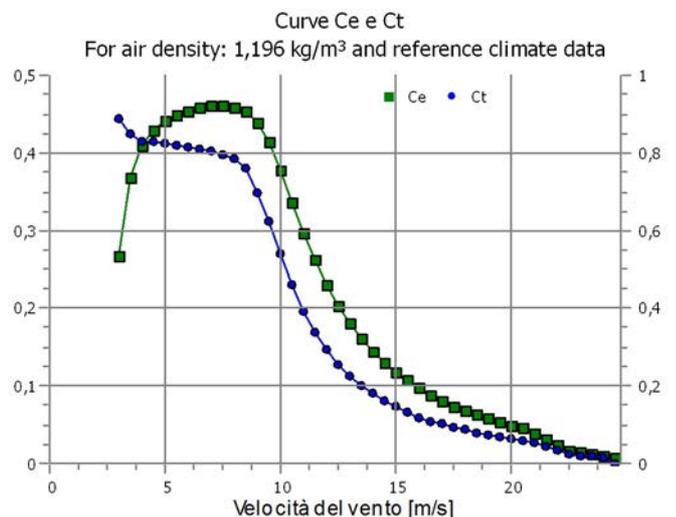
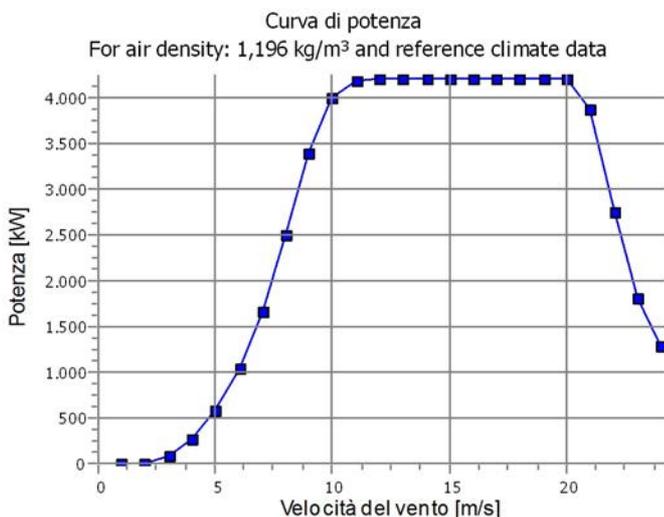
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	79,0	79,0	0,7
4,0	277,6	0,41	3,50- 4,50	303,8	382,8	3,5
5,0	582,8	0,44	4,50- 5,50	661,5	1.044,3	9,5
6,0	1.037,1	0,45	5,50- 6,50	1.112,3	2.156,6	19,6
7,0	1.669,1	0,46	6,50- 7,50	1.548,4	3.705,1	33,6
8,0	2.486,2	0,46	7,50- 8,50	1.831,2	5.536,3	50,2
9,0	3.386,5	0,44	8,50- 9,50	1.812,9	7.349,2	66,7
10,0	3.990,1	0,38	9,50-10,50	1.462,7	8.811,9	79,9
11,0	4.177,9	0,30	10,50-11,50	980,0	9.792,0	88,8
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	581,2	10.373,2	94,1
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	320,9	10.694,1	97,0
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	168,7	10.862,8	98,5
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	85,4	10.948,1	99,3
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	41,9	10.990,0	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	20,0	11.010,0	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	9,3	11.019,3	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,2	11.023,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,8	11.025,3	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.026,0	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.026,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.026,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.026,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.026,3	100,0



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG15 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m  
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA  
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.  
IEC S (HH 105 & 155 m)  
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.  
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.  
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.  
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

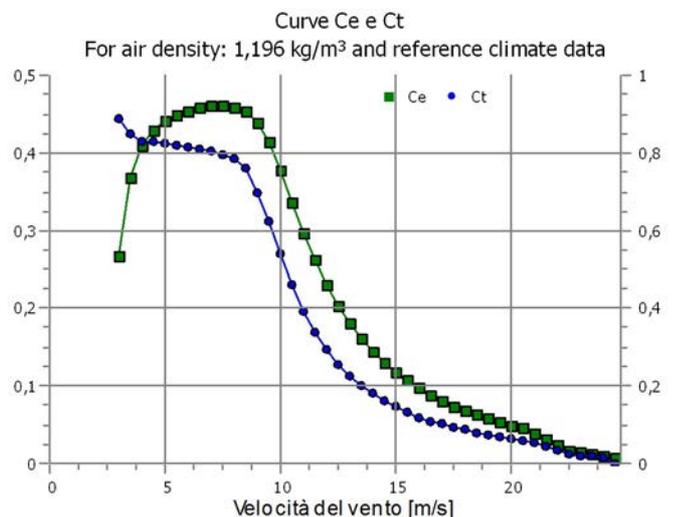
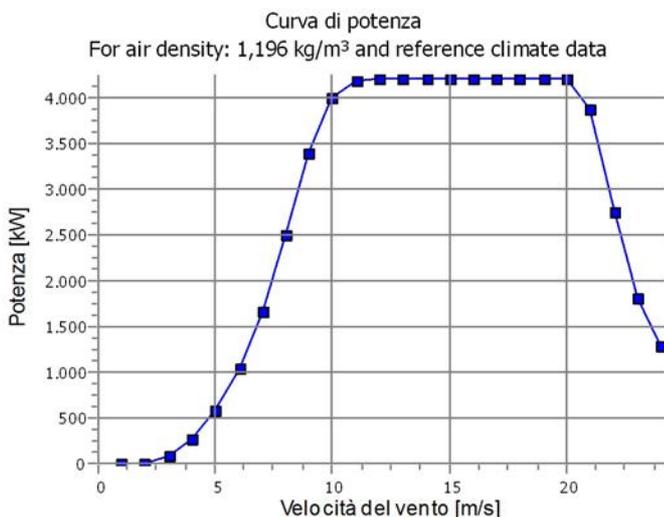
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m<sup>3</sup> New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	77,2	77,2	0,7
4,0	277,5	0,41	3,50- 4,50	297,4	374,6	3,3
5,0	582,6	0,44	4,50- 5,50	650,2	1.024,8	9,0
6,0	1.036,7	0,45	5,50- 6,50	1.101,2	2.126,0	18,6
7,0	1.668,5	0,46	6,50- 7,50	1.549,8	3.675,8	32,2
8,0	2.485,3	0,46	7,50- 8,50	1.860,2	5.536,0	48,5
9,0	3.385,4	0,44	8,50- 9,50	1.875,5	7.411,5	65,0
10,0	3.989,3	0,38	9,50-10,50	1.545,6	8.957,0	78,5
11,0	4.177,7	0,30	10,50-11,50	1.060,1	10.017,1	87,8
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	644,0	10.661,2	93,4
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	363,5	11.024,7	96,6
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	194,5	11.219,2	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	99,6	11.318,8	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	49,1	11.367,8	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	23,4	11.391,2	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,7	11.401,9	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,7	11.406,7	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,0	11.408,7	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.409,5	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.409,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.409,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.409,8	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.409,8	100,0



Progetto:  
**Avetrana**

Utente autorizzato:  
FRI-EL S.p.A  
Piazza della Rotonda, n. 2  
IT-00186 Roma  
+39 (0)471 324210  
windpro / it@fri-el.it  
Redatto il:  
11/12/2019 10:55/3.3.261

## PARK - Terrain

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7Dati di Sito: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Erchie\ROUGHNESSLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 702.274, Max X: 762.006, Min Y: 4.442.160, Max Y: 4.509.912, Ampiezza: 59.732 m, Altezza: 67.752 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Erchie\Erchie\_EMDGrid\_0.wpg

Min X: 719.119, Max X: 744.928, Min Y: 4.463.155, Max Y: 4.488.878, Ampiezza: 25.809 m, Altezza: 25.723 m

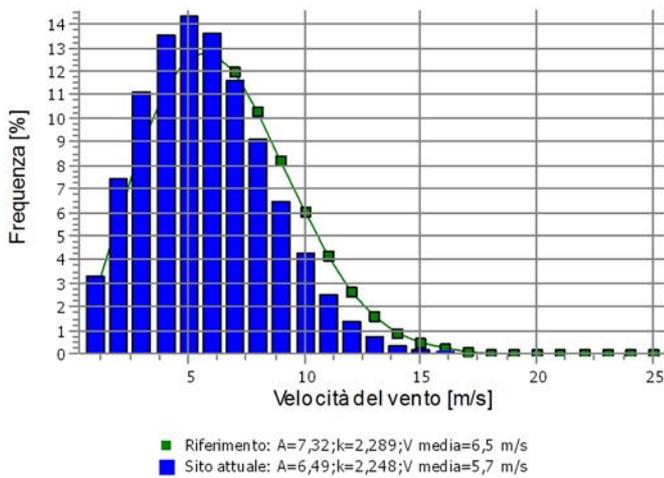
## PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7  
 Dati di vento: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y; Altezza mozzo: 125,0  
 Coordinate del sito  
 UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
 Est: 735.077 Nord: 4.475.691  
 Statistica del Vento  
 IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws

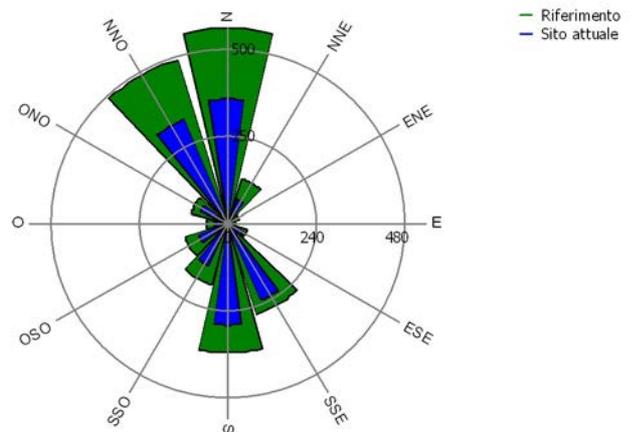
### Parametri Weibull

Settore	Sito attuale			Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,83	6,05	2,416	18,9	7,88	2,438	19,4
1 NNE	5,46	4,84	2,080	6,7	6,35	2,101	7,8
2 ENE	4,74	4,20	2,131	2,9	5,36	2,104	3,2
3 E	4,83	4,28	1,998	2,2	5,21	2,004	2,3
4 ESE	5,70	5,08	1,732	3,2	6,03	1,717	3,1
5 SSE	7,66	6,78	2,260	8,5	8,07	2,331	8,5
6 S	7,08	6,27	2,244	13,1	7,78	2,371	13,2
7 SSO	6,21	5,51	2,533	9,6	6,95	2,668	9,6
8 OSO	5,99	5,31	2,287	6,7	6,75	2,341	6,8
9 O	5,19	4,60	2,170	4,1	6,01	2,161	4,2
10 ONO	5,98	5,30	2,287	6,4	6,74	2,191	5,5
11 NNO	6,94	6,18	2,748	17,6	8,17	2,731	16,4
Tutti	6,49	5,75	2,248	100,0	7,32	2,289	100,0

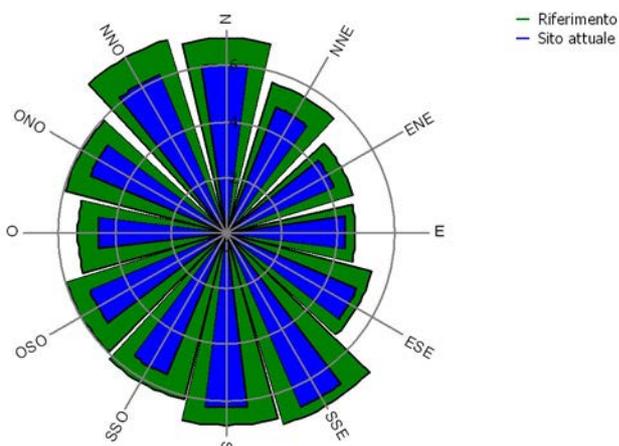
Distribuzione di Weibull



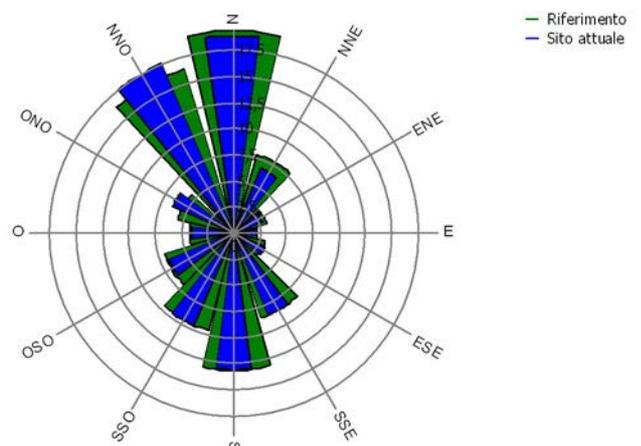
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

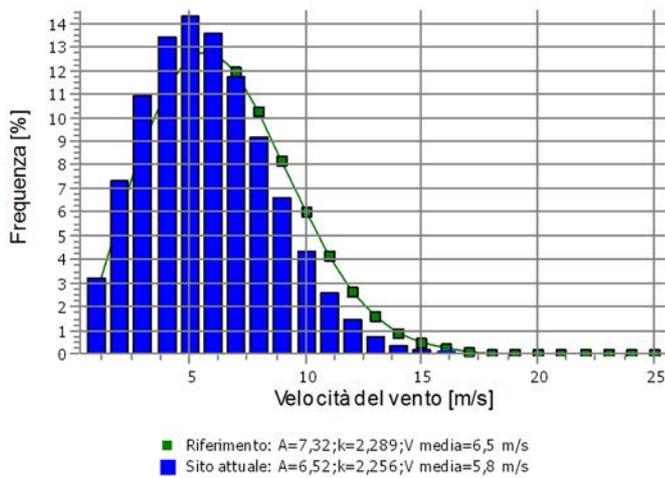
Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7Dati di vento: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y; Altezza mozzo: 125,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 732.271 Nord: 4.474.503  
WTG01 - WTG01  
Statistica del Vento  
IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws

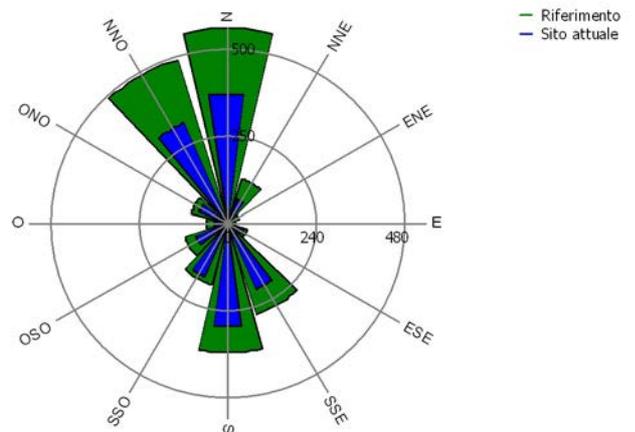
### Parametri Weibull

Settore	Sito attuale			Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,93	6,14	2,420	18,9	7,88	2,438	19,4
1 NNE	5,46	4,83	2,088	6,8	6,35	2,101	7,8
2 ENE	4,75	4,20	2,135	2,9	5,36	2,104	3,2
3 E	4,77	4,23	1,975	2,2	5,21	2,004	2,3
4 ESE	5,62	5,00	1,768	3,4	6,03	1,717	3,1
5 SSE	7,26	6,43	2,232	8,4	8,07	2,331	8,5
6 S	7,13	6,32	2,232	13,0	7,78	2,371	13,2
7 SSO	6,60	5,86	2,482	9,9	6,95	2,668	9,6
8 OSO	6,17	5,46	2,271	6,7	6,75	2,341	6,8
9 O	5,23	4,64	2,166	4,1	6,01	2,161	4,2
10 ONO	6,07	5,38	2,283	6,3	6,74	2,191	5,5
11 NNO	6,91	6,15	2,748	17,4	8,17	2,731	16,4
Tutti	6,52	5,78	2,256	100,0	7,32	2,289	100,0

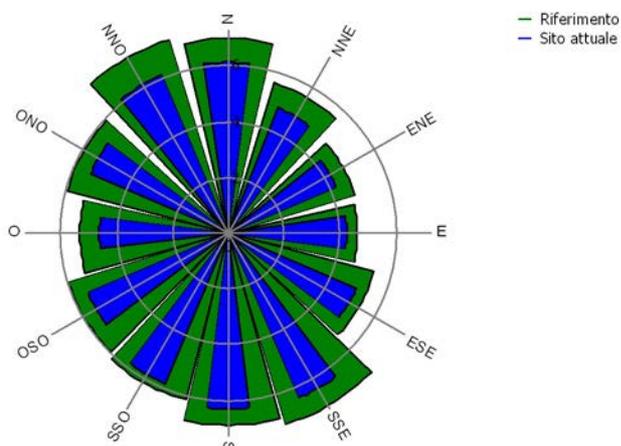
Distribuzione di Weibull



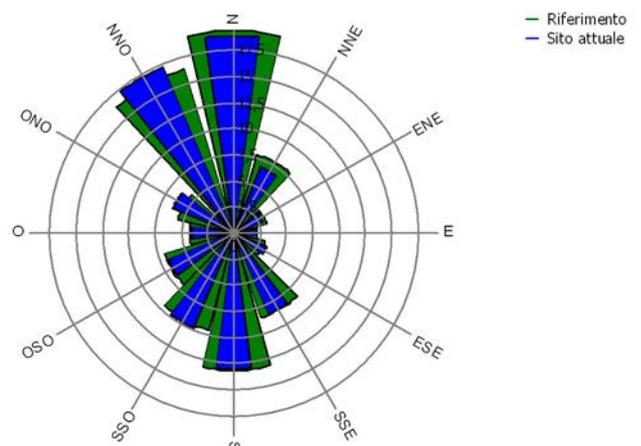
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

Velocità del vento [m/s]	Potenza													
	WTG libere [kW]	WTG in parco [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSO [kW]	OSO [kW]	O [kW]	ONO [kW]	NNO [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	2.499	2.119	2.022	2.164	2.182	2.121	2.149	2.188	2.034	2.152	2.177	2.116	2.142	2.184
4,5	6.201	5.523	5.360	5.606	5.632	5.525	5.562	5.630	5.389	5.586	5.622	5.516	5.548	5.624
5,5	11.838	10.618	10.331	10.774	10.819	10.625	10.683	10.801	10.387	10.738	10.799	10.611	10.656	10.787
6,5	19.920	17.941	17.474	18.195	18.268	17.952	18.046	18.236	17.561	18.138	18.235	17.931	18.004	18.216
7,5	30.767	27.839	27.136	28.216	28.323	27.854	28.003	28.285	27.270	28.133	28.277	27.820	27.944	28.257
8,5	44.155	40.348	39.388	40.841	40.988	40.365	40.582	40.965	39.566	40.740	40.933	40.328	40.516	40.927
9,5	56.120	53.197	52.223	53.567	53.744	53.208	53.526	53.862	52.386	53.516	53.716	53.215	53.502	53.830
10,5	61.757	60.847	60.413	60.938	61.036	60.854	61.048	61.169	60.464	60.948	61.039	60.880	61.064	61.160
11,5	62.947	62.856	62.798	62.861	62.877	62.857	62.888	62.902	62.805	62.866	62.877	62.862	62.892	62.902
12,5	63.000	62.999	62.998	62.999	62.999	62.999	63.000	63.000	62.998	62.999	62.999	62.999	63.000	63.000
13,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
14,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
15,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
16,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
17,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
18,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
19,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
20,5	62.790	62.835	62.844	62.827	62.827	62.835	62.835	62.829	62.842	62.829	62.828	62.835	62.836	62.830
21,5	50.595	51.067	51.202	51.007	50.983	51.063	51.026	50.978	51.180	51.017	50.989	51.066	51.033	50.983
22,5	32.310	32.664	32.764	32.619	32.600	32.661	32.633	32.597	32.748	32.626	32.605	32.663	32.638	32.600
23,5	22.890	23.010	23.043	22.995	22.989	23.009	22.999	22.987	23.038	22.998	22.990	23.010	23.001	22.988
24,5	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Descrizione:

La curva di potenza del parco è simile alla curva di potenza di una WTG, nel senso che quando una data velocità del vento si manifesta "di fronte al parco" con la stessa velocità nell'intera area del parco eolico (prima dell' effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere data dalla curva di potenza del parco. Si può anche dire: la curva di potenza del parco include le perdite da allineamento, ma NON include le variazioni date dal terreno alla velocità del vento entro l' area del parco.

Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

La curva di potenza del parco può essere usata per:

1. Sistemi di previsione, basati su più dati di vento approssimativi; la curva di potenza del parco sarebbe un modo efficace di ottenere il legame tra la velocità (e la direzione) del vento e la potenza.
2. Costruzione delle curve di durata, che descrivono quanto spesso un dato output di potenza si presenta. La curva di potenza del parco può essere usata insieme con la distribuzione media del vento sull'area del parco eolico all'altezza del mozzo. Tale distribuzione può eventualmente essere ottenuta dai parametri Weibull per ogni posizione delle WTG. Questi si trovano nel menu di stampa "Risultato su file", in "Risultato del Parco", che può essere salvato su file o copiato e incollato in Excel.
3. Calcolo dell'Indice di Vento basato sulla produzione del parco (v. sotto).
4. Stima della produzione attesa di una centrale eolica esistente sulla base di misure in almeno due siti ai lati della centrale. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

### Nota:

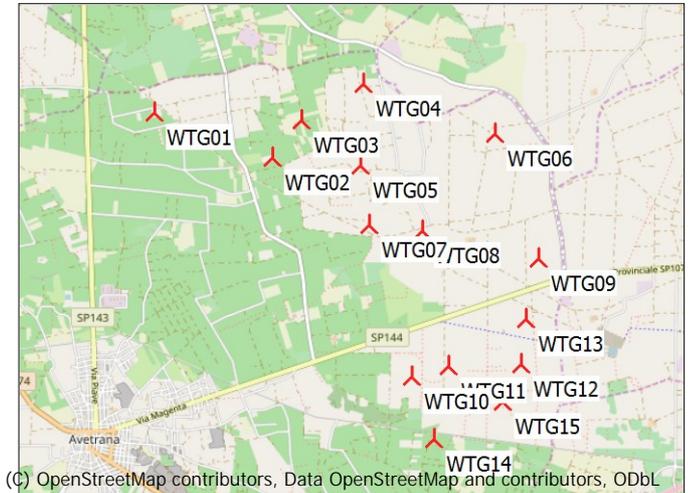
Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l' opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

## PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

### Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore
WTG01	WTG02	77,0	1.682	11,2
WTG02	WTG03	69,6	626	4,2
WTG03	WTG02	63,6	626	4,2
WTG04	WTG03	58,9	949	6,3
WTG05	WTG07	63,6	794	5,3
WTG06	WTG08	55,9	1.613	10,8
WTG07	WTG08	65,9	694	4,6
WTG08	WTG07	65,0	694	4,6
WTG09	WTG13	67,8	815	5,4
WTG10	WTG11	63,4	494	3,3
WTG11	WTG10	73,2	494	3,3
WTG12	WTG15	71,4	537	3,6
WTG13	WTG12	76,5	608	4,1
WTG14	WTG10	57,0	880	5,9
WTG15	WTG12	61,0	537	3,6
Min		55,9	494	3,3
Max		77,0	1.682	11,2



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
Scala 1:100.000  
Nuova WTG

Progetto:  
Avetrana

Utente autorizzato:  
FRI-EL S.p.A  
Piazza della Rotonda, n. 2  
IT-00186 Roma  
+39 (0)471 324210  
windpro / it@fri-el.it  
Redatto il:  
11/12/2019 10:55/3.3.261

## PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

### Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Avetrana\IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws
Nome	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E (_a) 123.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 735.077 Nord: 4.475.691
Creato	09/12/2019
Redatto	09/12/2019
Settori	12
Versione WAsP	WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100
Coordinate system	UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Altezza di dislocamento	Nessuna

### Ulteriori informazioni sulla Statistica

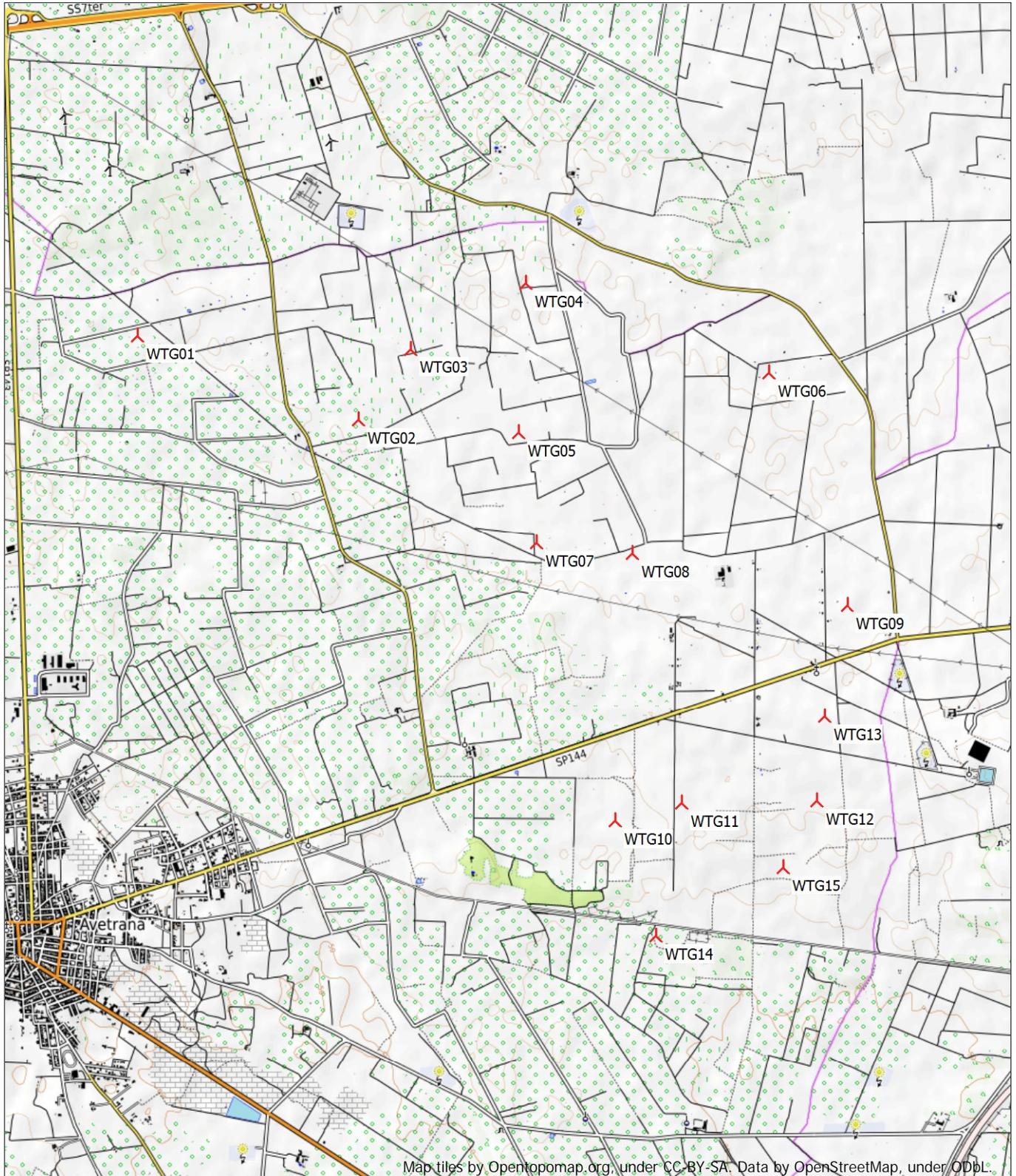
Fonte dati	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m
Dati dal	30/12/1899
al	30/12/1899
Periodo di misura	0,0 mesi

### Commento

Per ottenere un risultato corretto, la Statistica del Vento deve essere stata calcolata con lo STESSO modello e parametrizzazione selezionati in questo calcolo. Versioni di WAsP precedenti alla 10.0 non presentano variazioni sostanziali, ma nelle versioni successive le modifiche applicate hanno effetto sulla Statistica del Vento. Analogamente, WAsP CFD deve sempre utilizzare Statistiche di Vento calcolate con WAsP CFD.

## PARK - Mappa

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7



0 500 1000 1500 2000 m

Mappa: OpenTopoMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 734.830 Nord: 4.472.643

▲ Nuova WTG