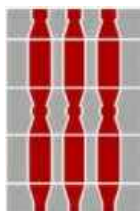


Regione Umbria



Provincia di Terni



Comune di  
Castel Giorgio



Comune di  
Orvieto



Committente:

**RWE**

**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**

via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma

P.IVA/C.F. 06400370968

PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "PHOBOS"**

- Comune di Castel Giorgio ed Orvieto (TR) -

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI**

N° Documento:

PEOS\_OC\_08\_0

ID PROGETTO:

**PEOS**

DISCIPLINA:

**PD**

TIPOLOGIA:

**R**

FORMATO:

**A4**

Elaborato:

**Studio Anemologico del sito**

FOGLIO:

-

SCALA:

-

Nome file:

PEOS\_OC\_08\_0\_studio\_anemologico.pdf

**Progettazione:**



**NEW DEVELOPMENTS S.r.l.**  
piazza Europa, 14  
87100 Cosenza (CS)

**Redattore:**

Elisa Vega Camus  
Wind Analyst - Wind Yield Assessment

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	18/05/2021	PRIMA EMISSIONE	New Developments	RWE	RWE

*Parco Eolico “Phobos” – Progetto Definitivo*  
*Relazione Tecnico-Descrittiva Generale*

**Sommario**

1.	INTRODUZIONE .....	2
2.	DESCRIZIONE DEL SITO .....	2
3.	RILEVAZIONI ANEMOLOGICHE .....	2
3.1	Caratteristiche delle misure .....	2
4.	ANALISI DEI DATI .....	3
4.1	Wind Shear – Profilo Verticale.....	3
4.2	Direzione del vento.....	4
4.3	Distribuzione del vento ad altezza mozzo .....	5
5.	WIND FLOW MODEL.....	5
5.1	Orography and Elevation Maps .....	5
5.2	Energy Calculation .....	6
5.3	Perdite.....	6
5.4	Risultati.....	6

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta la valutazione preliminare di ventosità e di produzione del sito eolico situato nei Comuni di Castel Giorgio ed Orvieto (TR).

## 2. DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito oggetto dello studio, è situato nei Comuni di Castel Giorgio ed Orvieto (TR). L'area di posizionamento degli aerogeneratori è caratterizzata da una complessità orografica media con un'altezza compresa tra 560 e 630 metri sul livello del mare.

Si è considerata una temperatura media annua di 13.9 °C, derivante dalle rilevazioni effettuate presso le stazioni meteo presenti sul sito, perciò la densità media dell'aria nel sito all'altezza del mozzo è:  $\rho=1.14\text{Kg/m}^3$ . Attualmente, l'uso del suolo è in gran parte agricolo. Vi è scarsa copertura vegetazionale arborea e perciò l'area in studio si caratterizza per una rugosità media, caratteristica favorevole per lo sfruttamento eolico. Qui di seguito è indicato il layout proposto del sito (Figura 1).



Figura 1 – Inquadramento Parco Eolico "Phobos"

## 3. RILEVAZIONI ANEMOLOGICHE

### 3.1 Caratteristiche delle misure

A causa della mancanza di dati misurati in sito, sono stati utilizzati dati attraverso Virtual Met Mast (Vortex ERA-5 series) per un periodo di 21 anni. Vortex ERS-5 series è un prodotto post-

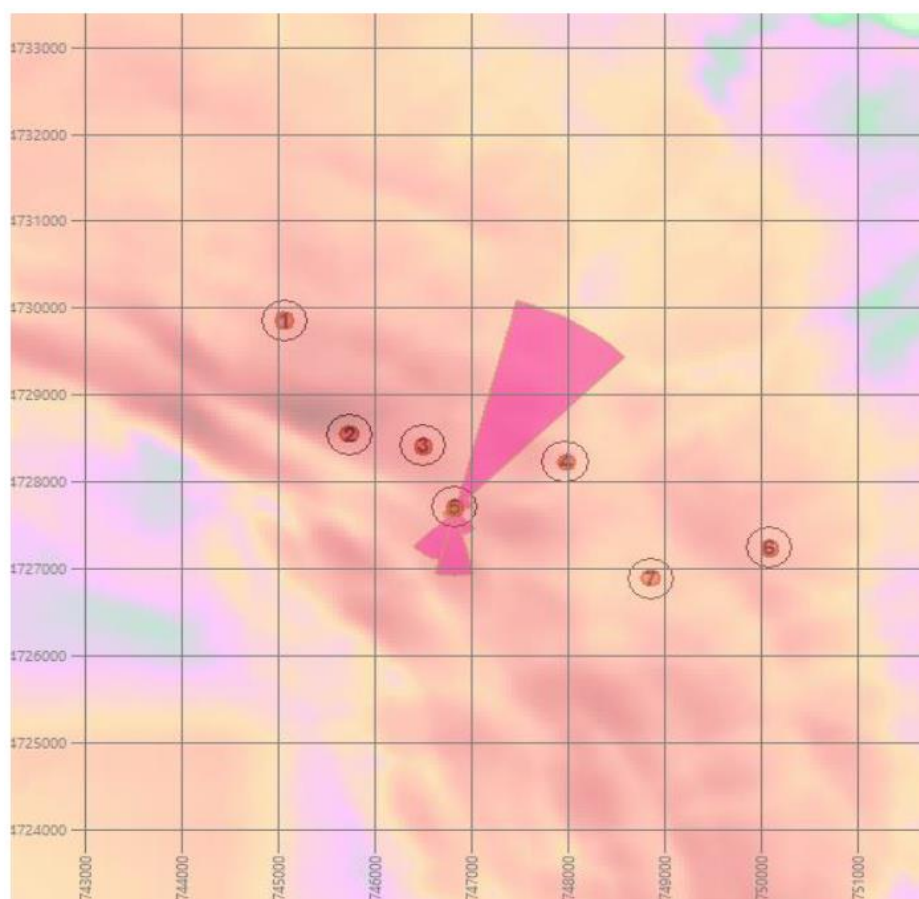
*Parco Eolico “Phobos” – Progetto Definitivo*  
*Relazione Tecnico-Descrittiva Generale*

elaborato di rianalisi di ECMWF ERA-5. La serie Vortex è il prodotto di una metodologia di ridimensionamento (WRF) con ERA-5 come input, in modo da creare una serie di dati di parametri meteorologici.

### 3.1.1 Report di installazione

La serie presenta le seguenti caratteristiche:

- Altezza sensore: 100 metri
- Coordinate: 255.090 E, 472.7616 N - UTM WGS84 fuso 33N
- Altitudine: 621 m s.l.m.
- Periodo di misurazione: 01 Gennaio 1999 – 01 Febbraio 2020



*Figura 2 – Mappa del Vendo con Virtual Met Mast e layout Phobos*

## **4. ANALISI DEI DATI**

### 4.1 Wind Shear – Profilo Verticale

Il fattore medio esponenziale della legge di potenza è stato calcolato per ora.

Parco Eolico "Phobos" – Progetto Definitivo  
Relazione Tecnico-Descrittiva Generale

Start of Data	End of Data	Elevation (m)	Sensor height (m)	Shear Exponent
1999-01-01	2020-02-01	621	100	0.125

Figura 3 - Tabella

#### 4.2 Direzione del vento

La direzione prevalente del vento in sito mostra chiaramente una direzione Nord Nord-Est. A seguire una rappresentazione della distribuzione energetica in sito:

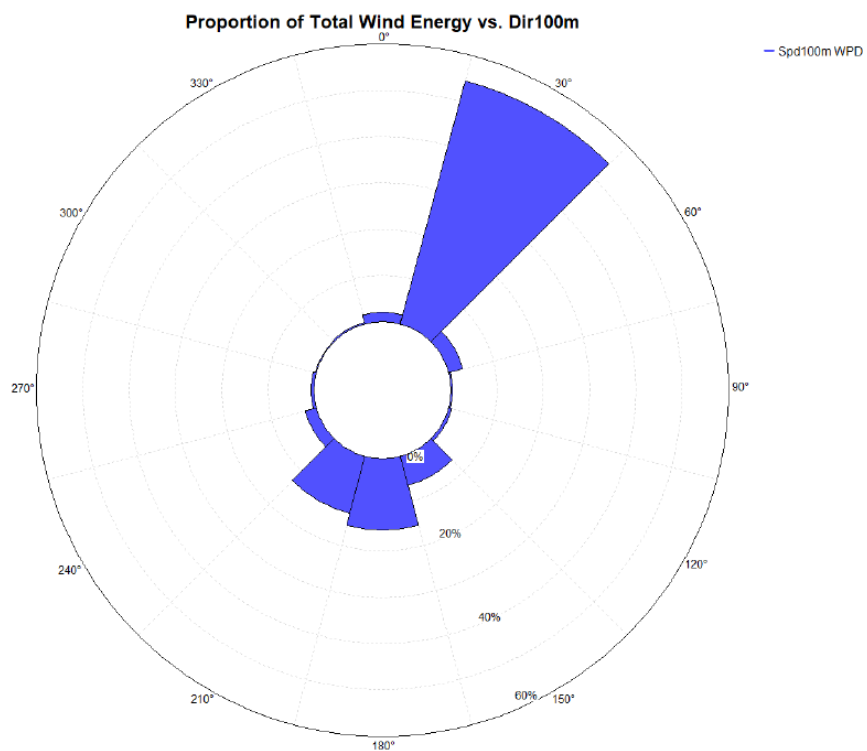


Figura 4 – Distribuzione energetica della VMM da Vortex-ERA 5 series a 100m di altezza.

Parco Eolico “Phobos” – Progetto Definitivo  
Relazione Tecnico-Descrittiva Generale

### 4.3 Distribuzione del vento ad altezza mozzo

m/s	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
0-0.5	0.03%	0.03%	0.03%	0.02%	0.03%	0.03%	0.03%	0.04%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%
0.5-1.5	0.30%	0.28%	0.27%	0.26%	0.28%	0.33%	0.36%	0.34%	0.32%	0.33%	0.33%	0.31%
1.5-2.5	0.59%	0.70%	0.63%	0.43%	0.33%	0.41%	0.68%	0.75%	1.05%	0.71%	0.49%	0.51%
2.5-3.5	0.70%	1.09%	0.93%	0.50%	0.37%	0.42%	0.87%	1.26%	2.03%	0.75%	0.41%	0.43%
3.5-4.5	0.73%	1.45%	1.19%	0.46%	0.32%	0.43%	1.02%	1.52%	2.05%	0.61%	0.33%	0.31%
4.5-5.5	0.58%	1.73%	1.23%	0.36%	0.25%	0.41%	1.04%	1.81%	1.55%	0.46%	0.26%	0.27%
5.5-6.5	0.48%	1.80%	1.14%	0.24%	0.21%	0.41%	1.12%	1.78%	1.30%	0.41%	0.18%	0.21%
6.5-7.5	0.37%	1.92%	0.98%	0.14%	0.15%	0.40%	1.18%	1.68%	0.95%	0.24%	0.12%	0.16%
7.5-8.5	0.23%	2.00%	0.83%	0.09%	0.11%	0.45%	1.13%	1.59%	0.49%	0.11%	0.05%	0.11%
8.5-9.5	0.18%	2.14%	0.64%	0.05%	0.11%	0.42%	1.17%	1.31%	0.23%	0.05%	0.03%	0.05%
9.5-10.5	0.13%	2.26%	0.51%	0.03%	0.07%	0.36%	1.02%	1.03%	0.11%	0.04%	0.01%	0.02%
10.5-11.5	0.07%	2.23%	0.27%	0.02%	0.05%	0.29%	0.92%	0.80%	0.08%	0.03%	0.01%	0.02%
11.5-12.5	0.06%	2.06%	0.14%	0.01%	0.04%	0.27%	0.71%	0.61%	0.06%	0.02%	0.01%	0.01%
12.5-13.5	0.06%	1.80%	0.08%	0.00%	0.02%	0.21%	0.58%	0.41%	0.05%	0.02%	0.01%	0.01%
13.5-14.5	0.04%	1.51%	0.04%	0.00%	0.01%	0.18%	0.43%	0.29%	0.03%	0.01%	0.00%	0.01%
14.5-15.5	0.04%	1.19%	0.03%	0.00%	0.00%	0.16%	0.35%	0.22%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%
15.5-16.5	0.02%	0.93%	0.02%	0.00%	0.00%	0.14%	0.26%	0.15%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%
16.5-17.5	0.02%	0.76%	0.02%	0.00%	0.00%	0.08%	0.19%	0.09%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%
17.5-18.5	0.01%	0.63%	0.02%	0.00%	0.00%	0.06%	0.11%	0.07%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%
18.5-19.5	0.01%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.08%	0.05%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
19.5-20.5	0.00%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.06%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
20.5-21.5	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
21.5-22.5	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22.5-23.5	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
23.5-24.5	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
24.5-25.5	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
25.5-26.5	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
26.5-27.5	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
27.5-28.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
28.5-29.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
29.5-30.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Overall</b>	<b>4.65%</b>	<b>27.59%</b>	<b>9.01%</b>	<b>2.62%</b>	<b>2.36%</b>	<b>5.53%</b>	<b>13.38%</b>	<b>15.86%</b>	<b>10.41%</b>	<b>3.88%</b>	<b>2.27%</b>	<b>2.47%</b>

Tabella 1 - Distribuzione del vento ad altezza mozzo

## 5 WIND FLOW MODEL

L'extrapolazione orizzontale dei dati del vento è stata eseguita sulla base del SiteWind®. La scelta di tale modello è stata fatta sulla base dell'orografia del sito.

### 5.1 Orography and Elevation Maps

Per le analisi è stata usata una Elevation Map con una risoluzione verticale di 5m e una

rugosità del sito e dei dintorni basata sui seguenti valori:

5.1.1	Forest	0.5000
5.1.2	Vegetated Land	0.1000
5.1.3	Cultivated Land	0.1000
5.1.4	Clear fell areas	0.0300
5.1.5	Water	0.0001
5.1.6	Cities	0.5000

## 5.2 Energy Calculation

Il calcolo dell'energia è stato effettuato usando il software openWind® e il wake model Deep Array Eddy Viscosity.

La produzione lorda è risultata essere di 151,8 GWh/anno, produzione netta 133,4 GWh/anno .

## 5.3 Perdite

Per il calcolo di energia per il parco eolico di Phobos sono state considerate le seguenti perdite

- 5.3.1 Wakes Losses: 3.1%
- 5.3.2 Electrical Loss: 3%
- 5.3.3 Performance degradation: 1.5%
- 5.3.4 Turbine Performance: 2.4%
- 5.3.5 Turbine Availability: 2.75%

## 5.4 Risultati

WTG	UTM WGS84 FUSO 33N		Elevation (m)	Hub Height (m)	Free Wind Speed (m/s)	Net (MWh/year)	NCF (%)	FLH
	Easting	Northing						
1	253.488,10	4.729.906,00	613	115	7.25	19 334	36.8%	3222
2	254.065,70	4.728.543,00	627	115	7.61	20 412	38.8%	3402
3	254.804,20	4.728.373,00	630	115	7.43	19 606	37.3%	3268
4	256.312,55	4.728.065,42	566	115	7.09	18 655	35.5%	3109
5	255.079,00	4.727.650,00	614	115	7.24	19 016	36.2%	3169
6	258.302,80	4.726.951,00	569	115	7.04	18 630	35.4%	3105
7	257.060,20	4.726.685,33	562	115	6.83	17 793	33.9%	2966
<b>Total</b>					<b>7.21</b>	<b>133 446</b>	<b>36.3%</b>	<b>3177</b>

Tabella 2 - Risultati per singolo aerogeneratore