






# REGIONE SARDEGNA

Provincia di Sassari

COMUNE DI CALANGIANUS



01	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	10/05/2024	ABEY	BELFIORE G.	FURNO C.
00	EMISSIONE PER COMMENTI	19/04/2024	ABEY	BELFIORE G.	FURNO C.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente:		<b>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L.</b> Sede Legale: Via Savoia n. 78 - 00198 - Roma (RM) - Italia PEC: aeiwindprojectxvi@legalmail.it				 <b>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L.</b> P.I. 17264911003 Via Savoia 78 00198 Roma
Società di Progettazione:		<i>Ingegneria &amp; Innovazione</i>		Progettista/Resp. Tecnico:		
		Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it		Dott. Ing. Cesare Furno Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania n° 6130 sez. A		
Progetto:		IMPIANTO EOLICO TEMPIO II				Progettista:  <b>ABEI ENERGY &amp; INFRASTRUCTURE S.I.</b>
Tavola:		RELAZIONE ANEMOLOGICA E STIMA DI PRODUCIBILITA'				
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:	Livello:		
—:—	C23046S05-VA-RT-02-01	1/1	A4	<b>DEFINITIVO</b>		
Il presente documento è di proprietà della ANTE GROUP S.r.l. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.						
				  		

## Indice

1.	INTRODUZIONE .....	2
<b>1.1</b>	Descrizione del sito .....	2
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE .....	2
<b>2.1</b>	Il progetto.....	2
<b>2.2</b>	L'aerogeneratore.....	3
3.	CARATTERISTICHE DEI DATI aNEMOLOGICI .....	4
<b>3.1</b>	Caratteristiche dei dati.....	4
4.	ANALISI DEI DATI DEL VENTO .....	5
<b>4.1</b>	Wind Shear - Profilo verticale .....	5
<b>4.2</b>	Direzione del vento .....	6
<b>4.3</b>	Velocità media annuale del vento a 155 m.....	6
<b>4.4</b>	Distribuzione del vento all'altezza del mozzo .....	6
5.	MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA .....	7
<b>5.1</b>	Mapa di elavazione e di orografia.....	7
<b>5.2</b>	Calcolo energetico.....	8
<b>5.3</b>	Calcolo energetico - Perdite .....	8
<b>5.4</b>	Risultato del calcolo dell'energia .....	11
6.	CONCLUSIONI .....	13

## **1. INTRODUZIONE**

La presente relazione rappresenta l'analisi di ventosità e di produzione relativo al progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.60 MW denominato "CE TEMPIO II" situato nel comune di Calangianus (SS), con lo scopo di fare una stima della risorsa ventosa disponibile in sito.

### **1.1 Descrizione del sito**

Il sito oggetto dello studio è situato nel Comune di Calangianus (SS).

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari della zona, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 510 e 697 metri sul livello del mare.

Per quanto riguarda le condizioni climatiche sito specifiche, è stata considerata una temperatura media annua di 16.5 ° C e una densità media dell'aria nel sito all'altezza del mozzo è:  $\rho = 1,11 \text{ Kg/m}^3$ .

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo. La copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento.

Le turbine eoliche saranno posizionate in modo omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente W.

Di seguito è riportato il progetto del parco eolico proposto nel luogo.

## **2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE**

### **2.1 Il progetto**

Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 39.60 MW;
- potenza della singola turbina: 6.6 MW;
- n. 6 turbine;
- n. 1 cabine di smistamento.

## 2.2 L'aerogeneratore

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 6.6 MW della Siemes- Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW\_v2

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE TEMPIO II.

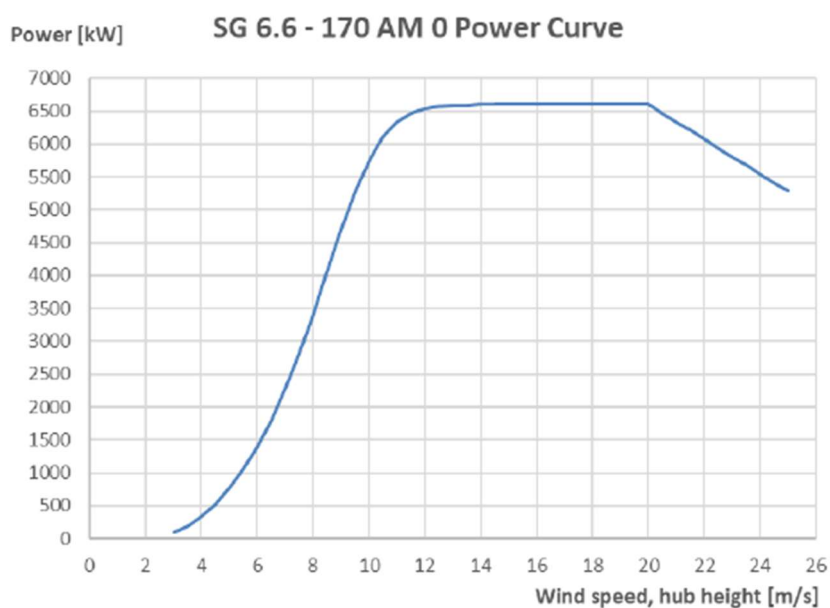
Tipo di Aerogeneratore	Altezza al mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (kW)
Gamesa SG 6.6-170 - MOD 6,6 MW_v2	155 m	170 m	6600

**Tabella 1 – Caratteristiche principali dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico**

### **CE TEMPIO II.**

#### • Curva di potenza

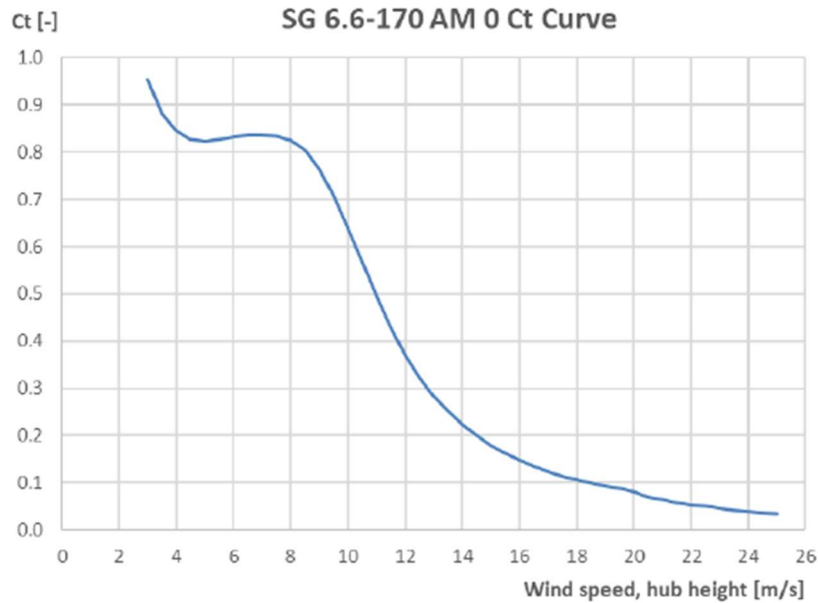
La figura 1 mostra i dati della curva di potenza per diverse velocità del vento per una densità di 1,225 kg/m<sup>3</sup>. Questa curva è stata ricavata dai dati inviati da S.Gamesa.



**Figura 1 - Curva di potenza Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW\_v2**

#### • Curva di spinta

La Figura 2 mostra i valori della curva di spinta per diverse velocità del vento e una densità dell'aria di 1,225 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 2 - Curva di spinta Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW\_v2**

- Dati di input per il calcolo

Analizzando il database ERA-5, è stato effettuato un calcolo di varie altezze a partire da 155 m, che è l'altezza della turbina eolica selezionata.

Il software utilizzato per le elaborazioni è il Furow; di seguito vengono descritti i principali i dati di input implementati nel modello scelto:

- Topografia: è stata inserita una mappa topografica del sito dal database ASTER in coordinate UTM.

- Rugosità: è stata importata una mappa di rugosità dal database CORINE 2006. I valori di rugosità sono stati confrontati in Google Earth, verificandone la corrispondenza. Nella figura 4, riportata nel proseguo di questa relazione, è mostrata la mappa di rugosità del sito.

- Dati meteorologici: sono stati scaricati i dati di pressione e temperatura ERA-5 a 0 e 2 m dal suolo ed è stata effettuata una estrapolazione per simulare i dati a 155 m, che è l'altezza alla quale si trova il mozzo.

### **3. CARATTERISTICHE DEI DATI ANEMOLOGICI**

#### **3.1 *Caratteristiche dei dati***

Per la caratterizzazione dei dati relativi alla risorsa eolica disponibile in sito, sono stati utilizzati i dati del database di rianalisi di ERA-5.

Per la realizzazione di questo studio preliminare è stata analizzata una serie storica di 5 anni di dati provenienti dal database ERA-5 ad altezze di 2, 10 e 100 m.

Il punto di riferimento utilizzato per ottenere i dati di velocità e direzione del vento è di seguito descritto ed identificato:

- Coordinate: 40.953171E, 9.293081m N Huso 32T
- Altezza al livello del mare: 600 m
- Periodo download dati: 01/01/2016 - 01/01/2021

Velocità / direzione vento	2 m
Velocità / direzione vento	10 m
Velocità / direzione vento	100 m
Temperatura	2 m
Pressione (m s.l.m.)	0 m

**Tabella 2 – Dati di misurazione.**

## 4. ANALISI DEI DATI DEL VENTO

Prima di procedere con la modellazione dei dati del vento disponibili, è stata effettuata un'operazione di verifica dei dati stessi al fine di renderli omogenei e affidabili: sono stati infatti rimossi i dati delle ombre e i dati non validi. Questo lavoro di pulizia dei dati è stato effettuato mediante ispezione visiva e grafica dei dati di vento disponibili utilizzando il software Furow.

### 4.1 *Wind Shear - Profilo verticale*

Ai fini della modellazione, il fattore esponenziale medio della legge di potenza è stato calcolato per ogni ora e per ogni direzione.

Inizio serie dati	Fine serie dati	Elevazione (m)	Calcolo dell'altezza (m)	Esponente di taglio (%)
01/01/2016	08/31/2021	600	155	0,1

**Tabella 3 – Wind Shear - Profilo verticale.**

## 4.2 Direzione del vento

La direzione del vento nel sito mostra chiaramente una direzione del vento predominante da Ovest, sia in frequenza che in energia. Questo può essere mostrato nella Figura 3:

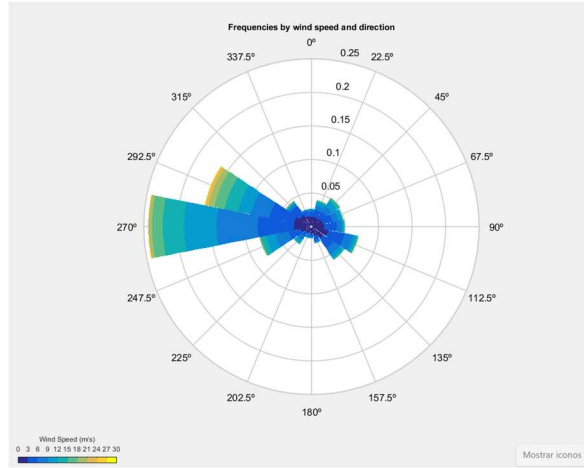


Figura 3 – Rosa dei venti del progetto CE TEMPIO II.

## 4.3 Velocità media annuale del vento a 155 m

La velocità media annuale del vento a 155 m è stimata a **8.6 m/s**.

## 4.4 Distribuzione del vento all'altezza del mozzo

	348.75° - 11.25°	11.25° - 33.75°	33.75° - 56.25°	56.25° - 78.75°	78.75° - 101.25°	101.25° - 123.75°	123.75° - 146.25°	146.25° - 168.75°	168.75° - 191.25°	191.25° - 213.75°	213.75° - 236.25°	236.25° - 258.75°	258.75° - 281.25°	281.25° - 303.75°	303.75° - 326.25°	326.25° - 348.75°
0.50 m/s	0.1076	0.1714	0.1729	0.2077	0.1790	0.1094	0.2090	0.1943	0.1776	0.1950	0.1901	0.1810	0.2130	0.1952	0.1874	0.1908
1.50 m/s	0.3902	0.3872	0.3825	0.3850	0.4029	0.5346	0.4789	0.3710	0.3249	0.2675	0.3022	0.3938	0.4970	0.5264	0.4899	0.4163
2.50 m/s	0.4622	0.4741	0.4694	0.5450	0.5943	0.9414	0.9939	0.4328	0.2425	0.2934	0.5067	0.7857	0.8261	0.6492	0.5012	
3.50 m/s	0.4154	0.4884	0.4948	0.6250	0.7250	1.1162	0.7675	0.3980	0.2803	0.1753	0.2278	0.5441	1.0938	1.0818	0.7160	0.4645
4.50 m/s	0.3150	0.4392	0.4746	0.5897	0.7755	1.0144	0.7025	0.3016	0.1375	0.1342	0.2018	0.5701	1.4555	1.3001	0.7885	0.3787
5.50 m/s	0.2438	0.3235	0.3766	0.5125	0.6396	0.8083	0.5802	0.2230	0.1899	0.1193	0.2291	0.5528	1.8431	1.2484	0.5656	0.2406
6.50 m/s	0.1735	0.2407	0.3349	0.4076	0.4809	0.6996	0.4810	0.1993	0.0843	0.0985	0.2469	0.6791	2.0910	1.2383	0.3436	0.1564
7.50 m/s	0.1344	0.2192	0.3262	0.3388	0.3337	0.5540	0.4364	0.1607	0.0706	0.0930	0.2540	0.7264	2.1358	1.0994	0.1921	0.1027
8.50 m/s	0.1131	0.2370	0.3337	0.2942	0.2556	0.4336	0.4037	0.1856	0.0703	0.0997	0.2451	0.6707	2.0426	0.8855	0.1210	0.0656
9.50 m/s	0.0869	0.2373	0.3308	0.2093	0.1790	0.2814	0.2760	0.0721	0.0457	0.0992	0.2143	0.6081	1.9614	0.7883	0.1012	0.0348
10.50 m/s	0.0458	0.2136	0.3259	0.2240	0.1223	0.1735	0.1996	0.0397	0.0258	0.0667	0.2015	0.5786	1.7462	0.6689	0.0890	0.0301
11.50 m/s	0.0273	0.1744	0.3090	0.1995	0.0794	0.1456	0.1873	0.0276	0.0201	0.0489	0.1764	0.4591	1.6285	0.6285	0.0653	0.0215
12.50 m/s	0.0197	0.1387	0.2529	0.1587	0.0662	0.1341	0.1723	0.0168	0.0114	0.0443	0.1410	0.3838	1.4701	0.6613	0.0480	0.0129
13.50 m/s	0.0194	0.0902	0.1734	0.1108	0.0497	0.1086	0.1304	0.0103	0.0030	0.0472	0.1002	0.3659	1.2372	0.7168	0.0465	0.0077
14.50 m/s	0.0095	0.0795	0.1461	0.0476	0.0453	0.0724	0.0864	0.0074	0.0003	0.0440	0.0639	0.2505	1.0468	0.6806	0.0564	0.0086
15.50 m/s	0.0037	0.0395	0.0913	0.0294	0.0388	0.0552	0.0751	0.0045	0.0013	0.0168	0.0471	0.1730	0.9016	0.6587	0.0453	0.0023
16.50 m/s	0.0018	0.0322	0.0716	0.0153	0.0223	0.0382	0.0530	0.0025	0.0008	0.0043	0.0237	0.1035	0.7165	0.6112	0.0334	0.0000
17.50 m/s	0.0012	0.0119	0.0526	0.0053	0.0143	0.0333	0.0275	0.0012	0.0000	0.0018	0.0092	0.0547	0.5236	0.5324	0.0227	0.0000
18.50 m/s	0.0003	0.0079	0.0370	0.0015	0.0218	0.0273	0.0049	0.0001	0.0000	0.0015	0.0113	0.0342	0.3558	0.4318	0.0163	0.0000
19.50 m/s	0.0015	0.0113	0.0238	0.0002	0.0132	0.0185	0.0021	0.0000	0.0000	0.0002	0.0045	0.0244	0.2199	0.3496	0.0240	0.0000
20.50 m/s	0.0005	0.0192	0.0221	0.0000	0.0051	0.0090	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0168	0.1588	0.2791	0.0228	0.0000
21.50 m/s	0.0000	0.0168	0.0124	0.0000	0.0029	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0097	0.1010	0.2264	0.0204	0.0000
22.50 m/s	0.0000	0.0049	0.0024	0.0000	0.0060	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0042	0.0502	0.1898	0.0146	0.0000
23.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0034	0.0000	0.0097	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0016	0.0256	0.1575	0.0036	0.0000
24.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0030	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0004	0.0159	0.0930	0.0035	0.0000
25.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0011	0.0094	0.0543	0.0024	0.0000
26.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0009	0.0046	0.0365	0.0018	0.0000
27.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0018	0.0321	0.0013	0.0000
28.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0016	0.0169	0.0000	0.0000
29.50 m/s	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0004	0.0069	0.0000	0.0000

Tabella 4 – Distribuzione del vento all'altezza del mozzo.

## 5. MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA

Nel seguito vengono descritti i principali aspetti considerati del modello utilizzato per il calcolo della risorsa eolica nel sito di progetto.

- Il modello di rianalisi che meglio si adatta all'area in esame è il ERA-5. Ai fini della elaborazione di questo studio preliminare è stata considerata una serie storica di 5 anni di dati scaricati dal database ERA-5 a 155 m.

- La velocità del vento e le distribuzioni della direzione sono state calcolate sulla base di un periodo di riferimento di 5 anni (dal 01/01/2016 al 01/01/2021).

- La turbolenza ambientale media è stata stimata in base alla rugosità del sito.

- I dati di temperatura e pressione sono stati ottenuti dai dati di analisi dal modello ERA-5 ad un'altezza di 2 e 0 m rispettivamente e sono stati estrapolati ad un'altezza di 155 m tenendo conto dell'elevazione del sito.

- La densità dell'aria è stata calcolata utilizzando i dati di rianalisi di temperatura e pressione ottenuti ed estrapolandoli ad un'altezza di 155 m.

- Sono state create griglie topografiche con risoluzione ogni 25m sulla base dell'orografia ottenuta dalla base del National Geographic Institute (curve di contorno interpolate ogni 5m) e della rugosità basata sul database CLC2006 che contiene informazioni ogni 75m.

- Tutte le simulazioni sono state eseguite utilizzando il software di calcolo Furow.

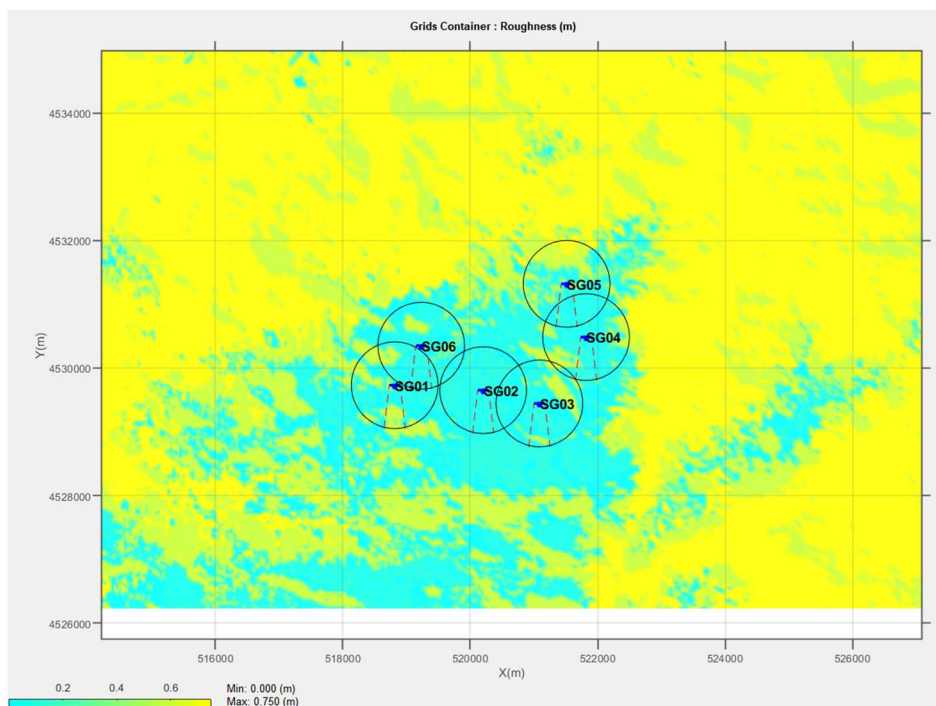
- Per il calcolo dell'energia è stato utilizzato il modello Simplified Eddy Viscosity, valutando i 72 settori.

### 5.1 Mappa di elevazione e di orografia

Per l'elaborazione dei dati di vento è stata utilizzata una mappa altimetrica con una risoluzione verticale di 25 m e una rugosità del sito e dei dintorni basata sui seguenti valori:

- Foresta: 0,5
- Aree a verde: 0,1
- Terreno coltivato: 0,1
- Superfici incolte: 0,03
- Specchi d'acqua: 0,0001
- Città: 0,5





**Figura 4 – Rugosità del sito del progetto CE TEMPIO II.**

## 5.2 Calcolo energetico

Nella tabella che segue sono riportate la potenza totale delle turbine installate, l'energia annua (MWh), il fattore impianto (%) e le ore equivalenti del parco eolico CE TEMPIO II.

Tipo di Turbina	Numero d Turbina	MW total	Rendimento netto (MWh)	Fattore di capacità netto (%)	Ore equivalenti nette (h)
Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	6	39.6	141268.5	40.6957	3567.39

**Tabella 5 – Producibilità della risorsa eolica del progetto CE TEMPIO II.**

## 5.3 Calcolo energetico - Perdite

Per il calcolo della produzione energetica del parco è stato utilizzato il programma Furow, che fornisce anche il valore delle perdite dovute ai percorsi utilizzando il modello Eddy Viscosity, calcolando i percorsi per un totale di 72 settori (ogni 5 °).

Il numero di ore annue considerato è 8.766, inclusi gli anni bisestili.

Per ottenere la produzione netta del parco in esame è stato necessario quantificare le perdite di processo che vengono di seguito indicate:

- Perdite dovute a scia: queste perdite sono prodotte dalla vicinanza delle linee delle turbine eoliche, provocando riduzioni della velocità del vento che interessano le

turbine eoliche a valle. Per il parco CE sono state considerate perdite per scia intorno al 1,36%;

- Perdite per indisponibilità dell'aerogeneratore: sono le perdite stimate per fermo impianto durante le operazioni di manutenzione preventiva e correttiva dell'aerogeneratore. A causa della natura stagionale del vento nel sito, la manutenzione del parco ha una gestione complessa, quindi questa indisponibilità può essere ridotta sfruttando le stagioni di vento debole. Solitamente questo tipo di perdita viene considerata intorno al 3,00%; nel caso del parco in progetto è stato assunto lo stesso valore considerando che gli stessi produttori delle macchine garantiscono solitamente una disponibilità tecnica del 97%;

- Perdite per indisponibilità del sistema collettore: si riferiscono a quelle dovute a guasti e indisponibilità dell'impianto elettrico interno del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;

- Perdite per indisponibilità della cabina: si riferiscono alle perdite per indisponibilità dovuta a manutenzione e riparazioni per guasti della cabina di entrata. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%.

- Perdite per indisponibilità della rete: si riferiscono alle perdite dovute alla indisponibilità della rete di evacuazione del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;

- Perdite elettriche: rappresentano le perdite elettriche totali del parco. Tali perdite sono state considerate pari al 3,2635%;

- Perdite dovute all'adeguamento della curva di potenza: valore assunto 1%;

- Perdite per isteresi per vento forte: le perdite per isteresi sono dovute al tempo in cui la turbina eolica rimane ferma a velocità all'interno dell'intervallo operativo dopo eventi di arresto per vento forte. Tali perdite sono state stimate in un valore dello 0,2%;

- Perdite dovute al wind shear: valore assunto 0,1%;

- Perdite associate al disorientamento dell'aerogeneratore: si tratta di perdite causate dall'incapacità dell'aerogeneratore di orientarsi abbastanza rapidamente nella direzione incidente del vento, modificando così l'angolo di incidenza e riducendo leggermente la velocità effettiva del vento. Tali perdite sono state considerate pari allo 0,1%.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori delle principali perdite sopramenzionate per il parco eolico CE TEMPIO II.

PERDITE PER INDISPONIBILITÀ	
Aerogeneratore (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Rete (%)	0,25
<b>TOTALE (%)</b>	<b>3,7257</b>
PERDITE ELETTRICHE	
Trasformatore turbina (%)	1
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,5
Linea di trasmissione (%)	1,5
Potenza consumata al minimo (%)	0,05
<b>TOTALE (%)</b>	<b>3,2635</b>
PERDITE PER RENDIMENTO AEROGENERATORE	
Adattamento alla curva di potenza (%)	1
Isteresi da venti forti (%)	0,2
Taglio del vento (%)	0,1
<b>TOTALE (%)</b>	<b>1,4941</b>
PERDITE PER DEGRADAZIONE	
Degradazione delle pale (%)	1
Congelamento della lama (%)	0,1
<b>TOTALE (%)</b>	<b>1,2967</b>

**Tabella 6 – Riepilogo delle perdite di processo del progetto CE TEMPIO II.**

Nella tabella 7, di seguito riportata, è stata riportata una sintesi dei risultati annuali di produzione CE TEMPIO II stimati da Furow per un periodo di tempo annuale.

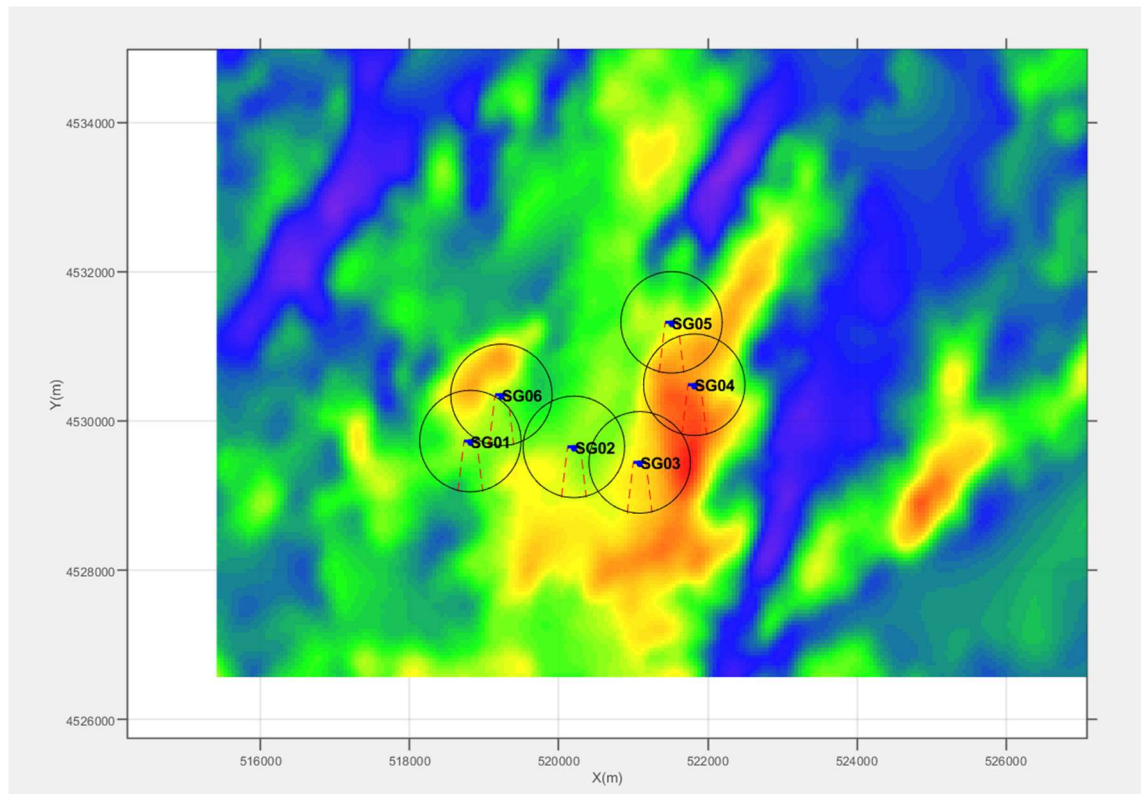
**L'energia annua generata dalle 6 turbine eoliche Gamesa SG 6.6-170 - MOD 6,6 MW\_v2 sarà di 141268.5 MWh/anno.**

Capacità del parco (MW)	39.60
Numero di turbine	6
Produzione lorda [MWh/anno]	158747.2
Perdite per scia (%)	1,36
Perdite elettriche (%)	3,2635
Perdite per rendimento dell'aerogeneratore (%)	1,4941
Perdite per indisponibilità (%)	3,72
Perdite per degradazione (%)	1,2967
Produzione netta [MWh/anno]	141268.5
Fattore di impianto netto(%)	40.6957

**Tabella 7 – Stima della produzione energetica del parco CE TEMPIO II con 6 turbine Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW\_v2 a 155 m.**

#### 5.4 Risultato del calcolo dell'energia

La Figura 5 e la Tabella 8 mostrano le coordinate e le posizioni delle turbine eoliche CE TEMPIO II.



**Figura 5 – Posizione delle turbine del progetto CE TEMPIO II.**

Nº Turbine	SG01	SG02	SG03	SG05	SG04
Tipo di turbina	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2
Altezza della turbina (m)	155	155	155	155	155
Diametro della turbina (m)	170	170	170	170	170
Potenza (kW)	6600	6600	6600	6600	6600
X (m)	518815.7	520204.0	521086.0	521512.8	521818.0

Y(m)	4529730.3	4529653.0	4529445.0	4531320.9	4530485.0
Elevazione del terreno (m)	650.0	650.2	691.5	600.0	669.7
Turbina più vicina	SG06	SG03	SG02	SG04	SG05
Distanza dalla turbina più vicina	746.5	906.2	906.2	889.8	889.8
Temperatura (°C)	0	0	0	0	0
Pressione (hPa)	1013	1013	1013	1013	1013
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m <sup>3</sup> )	1.096	1.092	1.090	1.091	1.101
Velocità media (m/s)	8.3520	8.2449	8.7784	8.4962	9.4199
Velocità media influenzata (m/s)	8.2962	8.0952	8.6258	8.4651	9.3518
Ambiente TI (%)	16.463	15.893	15.657	17.269	16.317
Totale TI (%)	16.639	16.370	16.658	17.441	16.614
Rendimento ideale (MWh)	22235.6	22235.6	22235.6	22235.6	22235.6
Efficienza Topografica(%)	117.6994	114.9689	119.6236	118.6275	125.3288
Efficienza lorda (MWh)	26171.2	25564.0	26599.0	26377.5	27867.6
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	45.2353	44.1859	45.9748	45.5920	48.1675
Ore di lavoro lorde (h)	3965.33	3873.33	4030.15	3996.60	4222.37
Efficienza del parco (%)	98.8054	96.7320	97.0849	99.3276	98.8990
Rendimento del parco (MWh)	25858.5	24728.6	25823.6	28389.0	27560.8
Efficienza netta (MWh)	23415.2	22392.0	23383.6	23724.6	24956.6
Fattore di capacità (CF) netto (%)	40.4718	38.7033	40.4172	41.0065	43.1361
Ore di lavoro nette (h)	3547.76	3392.73	3542.97	3594.63	3781.31
	<b>SG06</b>				
Tipo di turbina	Gamesa SG 6.6-170 - MOD 6,6 MW_v2				
Altezza della turbina (m)	155				
Diametro della turbina (m)	170				
Potenza (kW)	6600				

X (m)	519232.0		
Y(m)	4530350.0		
Elevazione del terreno (m)	644.4		
Turbina più vicina	SG01		
Distanza dalla turbina più vicina	746.5		
Temperatura (°C)	0		
Pressione (hPa)	1013		
Umidità relativa (%)	NaN		
Densità dell'aria (kg/m <sup>3</sup> )	1.113		
Velocità media (m/s)	8.3580		
Velocità media influenzata (m/s)	8.3018		
Ambiente TI (%)	16.704		
Totale TI (%)	17.083		
Rendimento ideale (MWh)	22235.6		
Efficienza topografica (%)	117.6845		
Efficienza lorda (MWh)	26167.8		
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	45.2296		
Ore di lavoro lorde (h)	3964.82		
Efficienza del parco (%)	98.7387		
Rendimento del parco (MWh)	25837.8		
Efficienza netta (MWh)	23396.4		
Fattore di capacità (CF) netto (%)	40.4394		
Ore di lavoro nette (h)	3544.92		

**Tabella 8 – Risultati del calcolo dell'energia del parco CE TEMPIO II.**

## **6. CONCLUSIONI**

La relazione descrive l'analisi anemologica ottenuta attraverso l'utilizzo del software Furow, analizzando serie storiche e dati di bibliografia di riferimento e

rappresentative dell'area oggetto di studio in cui è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine.

Eseguendo l'estrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 155 mt ha una velocità media di 8.606 m/s. Sempre utilizzando il software Furow è stata estrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e, a partire da quest'ultima, è stata calcolata la produzione totale del parco eolico.

**La produzione annuale al netto delle perdite è di 141268.5 [MWh/anno] e 3567.395 ore equivalenti.**

Si ritiene che i risultati ottenuti dallo studio condotto mediante l'utilizzo di dati storici e di bibliografia analizzati per il tramite del software Furow e, come descritti nei paragrafi precedenti, siano ben rappresentativi delle condizioni reali dell'area oggetto di intervento e della tipologia degli aerogeneratori che si intendono installare.

È possibile altresì asserire che, il risultato ottenuto dallo studio oggetto della relazione è paragonabile ai risultati di altri studi effettuati nell'area in oggetto, a parità delle condizioni progettuali condotte con dati e serie storiche derivanti da torri enemometriche installate in sito.

In conclusione, lo studio condotto risulta ben rappresentativo del sito e della tipologia di intervento, e questo permette di affermare che il progetto rispetta i requisiti tecnici minimi in termini di velocità media annua del vento, ore equivalenti e densità volumetrica, rendendo congrua la realizzazione del parco eolico sia dal punto di vista tecnico che economico.