

# “BORGO FAZIO”

Realizzazione parco eolico denominato “Borgo Fazio”

*Comune di Trapani (TP)*

COMMITTENTE



**Edison Rinnovabili S.p.A.**

Foro Buonaparte n.31 - Milano (MI)  
P.IVA: 12921540154

PROGETTAZIONE



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy

Progettista: Ing. Mariano Galbo



## VALUTAZIONE DELLA RISORSA ANEMOLOGICA

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	15/11/2023	MG	VF	MG
Codice commessa: EDIS801		Codifica documento: BOF-PD-R0021.1_R0			

**PROGETTO DI PARCO EOLICO DI  
BORGIO FAZIO  
COMUNE DI TRAPANI (TP)**

**RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA**

---

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 13/11/2023	<i>Tecnologie Eoliche</i>	<i>Tecnologie Eoliche</i>

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1. MATERIALE UTILIZZATO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Dati di vento.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Layout d’impianto .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Aerogeneratori.....</b>	<b>7</b>
<b>2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Dati anemometrici in input al modello.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Impostazione del modello.....</b>	<b>10</b>
<b>3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Produzione attesa al netto delle perdite .....</b>	<b>11</b>
<b>4 CONCLUSIONI .....</b>	<b>13</b>

## PREMESSA

---

Il Progetto eolico di Borgo Fazio è situato nel comune di Trapani, in una regione a vocazione eolica.

Il nuovo impianto sarà composto da 8 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 6 MW per una potenza complessiva di 48 MW. A titolo esemplificativo, perché dipendente dalle condizioni di mercato, è stato considerato un modello di aerogeneratore caratterizzato da un diametro di rotore di 170 m e un'altezza al mozzo di 115 m, per un'altezza massima al tip (mozzo + pala) di 200 m.

Oltre al parco eolico di Borgo Fazio, il gruppo Edison ha realizzato anche altri parchi eolici nella provincia di Trapani (ad esempio Mazara 1 e Mazara 2) e nella regione Sicilia e ha sviluppato una conoscenza approfondita della zona allargata che si conferma essere caratterizzata da buona ventosità.

## 1. MATERIALE UTILIZZATO

---

Il materiale utilizzato ai fini della presente valutazione di produzione attesa si compone dei seguenti elementi:

- dati di vento, raccolti da rete satellitare rielaborati con modello LES del fornitore Vortex. La proponente ha intenzione di effettuare una campagna di misura tramite stazione anemometrica tralicciata o mediante strumento LIDAR (disponibile anche di proprietà). Inoltre, la proponente ha potuto considerare i dati delle stazioni anemometriche e di produzione degli impianti di proprietà di Mazara 1 e Mazara 2, in zona prossima a quella in esame
- layout d'impianto composto da n°8 posizioni
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quale realizzare la stima di produzione, ovvero, a titolo esemplificativo, modello Siemens-Gamesa SG170 da 6 MW con altezza mozzo pari a 115 m
- modello tridimensionale del terreno con curve di livello equidistanti 10m e rugosità del terreno.

## 1.1 DATI DI VENTO

I dati di vento in possesso e utili per la valutazione della produzione attesa dell'impianto sono serie temporali della rete satellitare ERA5 portate nel punto di progetto sottoindicato tramite modello fluidodinamico LES (Large Eddy Simulation). Questi dati sono riferiti a un punto a una distanza tra 1,3 e 5,6 km dalle posizioni previste per gli aerogeneratori del layout di impianto.

Di seguito la denominazione dei punti di misura, con codice e posizione:

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre m s.l.s.	Coordinate UTM-WGS84- Fuso 33		Altitudine s.l.m.
			Longitudine E	Latitudine N	
LES (Vortex) - BORGO FAZIO	LES	100	295488	4194036	185

I dati di vento sopra indicati sono già intrinsecamente storicizzati, in quanto derivati da serie di dati pluriennali.

Qui sotto sono presentate le velocità medie delle fonti di dati considerate per l'analisi e per definire la climatologia nel modello.

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	V <sub>media</sub> m/s
LES BORGO FAZIO	LES	100	6,5

La proponente ha intenzione di effettuare una campagna di misura tramite stazione anemometrica tralicciata o mediante strumento ottico LIDAR (disponibile anche di proprietà). Potranno essere quindi disponibili ulteriori dati misurati in sito.

## 1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto in progetto (Borgo Fazio, in giallo le posizioni degli aerogeneratori previsti) e i punti di misura sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



In rosso sono indicati gli aerogeneratori in esercizio di terzi entro la distanza di 1,5-2 km dalle posizioni del layout di Borgo Fazio in oggetto. Questi sono gli aerogeneratori considerati nei calcoli per i calcoli di scia e la stima della produzione. Oltre questa distanza, maggiore di 10 diametri di rotore, gli effetti di scia sono stati considerati trascurabili.

### 1.3 AEROGENERATORI

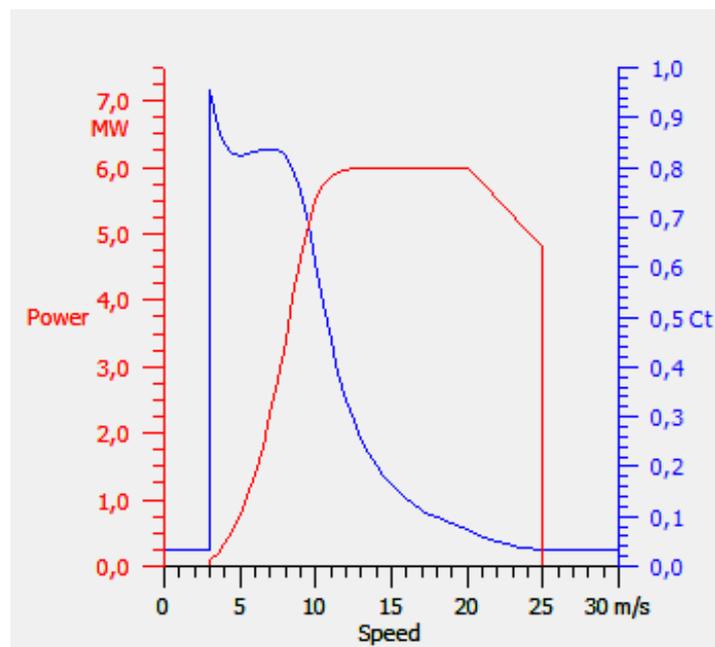
A titolo esemplificativo, il modello di aerogeneratore utilizzato per la valutazione della produzione attesa dell'impianto è il seguente:

Costruttore	Modello	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (MW)	H di mozzo (m)	Classe IEC
Siemens-Gamesa	SG170	170	6	115	IIIA / S

La curva di potenza utilizzata è relativa alla densità dell'aria di 1.225 Kg/m<sup>3</sup> corrispondente alla quota altimetrica del mare. Successivamente il codice di calcolo WAsP calcola la densità dell'aria nelle posizioni del layout di impianto.

Nelle figure sottostanti sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la curva di spinta (Ct) per la determinazione delle perdite per effetto scia al variare della velocità del vento.

Velocità (m/s)	Potenza (MW)	Ct
3	0,089	0,953
4	0,328	0,847
5	0,759	0,824
6	1,393	0,833
7	2,272	0,837
8	3,405	0,825
9	4,628	0,754
10	5,498	0,607
11	5,867	0,451
12	5,972	0,335
13	5,995	0,256
14	5,999	0,202
15	6,000	0,163
16	6,000	0,135
17	6,000	0,113
18	6,000	0,097
19	6,000	0,085
20	6,000	0,075
21	5,760	0,059
22	5,520	0,049
23	5,280	0,042
24	5,040	0,036
25	4,800	0,031



**Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Siemens-Gamesa SG170 6MW**

## **2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI**

---

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per il progetto eolico sono quelli del punto di misura LES nella zona dell'impianto. In futuro potranno essere disponibili anche dati provenienti da una stazione anemometrica tralicciata o da strumento LIDAR, che la proponente ha intenzione di installare in sito.

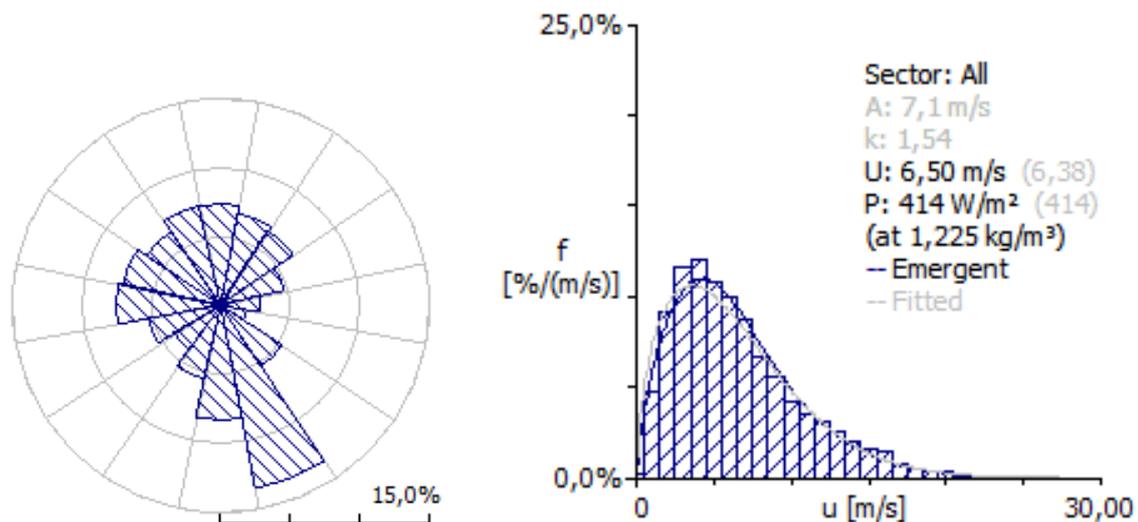
Per l'analisi del gradiente del vento con l'altezza dal suolo si sono potuti analizzare i valori di misura a varie altezze delle serie di dati LES. I dati LES forniscono valori fino ad altezze superiori all'altezza di punta pala.

## 2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

La valutazione di produzione attesa è stata effettuata sulla base dei dati anemometrici, disponibili già all'altezza di mozzo dell'aerogeneratore considerato per la stima della produzione energetica.

I dati LES sono intrinsecamente storicizzati, pertanto non è necessario eseguire una correlazione di lungo periodo.

Sotto è rappresentata la rosa del vento a 100 metri dal suolo nella posizione del punto di misura LES Borgo Fazio.



## **2.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO**

È stato considerato un valore di densità dell'aria pari a  $1,18 \text{ kg/m}^3$ , sulla base dei dati LES.

È stato usato un modello per l'estrapolazione orizzontale dei valori di ventosità a partire dai punti di misura, che considera l'orografia e la rugosità del terreno.

La stima della produzione è stata effettuata utilizzando la curva di potenza dell'aerogeneratore di riferimento di cui al paragrafo 1.3.

Sono stati stimati gli effetti di scia utilizzando modelli standard, e gli altri parametri di simulazione sono stati impostati sui valori standard secondo lo stato dell'arte del settore eolico.

### 3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato nel paragrafo 1.3.

La produzione attesa tiene conto delle perdite per la densità dell'aria alla quota del sito, delle perdite per effetto scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto e a causa dei parchi eolici limitrofi.

#### 3.1 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE

Il valore di produzione netta attesa viene ottenuto dal processo di calcolo illustrato nei paragrafi precedenti e tiene conto, oltre alle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori e alla densità dell'aria alla quota del sito, (i) delle perdite elettriche, (ii) delle perdite di performance degli aerogeneratori (ad esempio per effetti ambientali, quali la temperatura), (iii) della disponibilità di rete, (iv) delle perdite per *noise and wind sector management* e (v) della disponibilità di aerogeneratori e Balance of Plant (BoP).

Costruttore	Potenza AG	Numero AG	Potenza impianto	H mozzo	Perdite medie scia	Produzione netta (incl. WTG/BoP Av.)		Incertezza - periodo 10 anni
	(MW)	(N)	(MW)	(m)	%	(GWh/y)	(ore/y)	%
Siemens-Gamesa SG170	6	8	48	115	2,1%	132,5	2761	15
<i>Riferimento modello Atlante Eolico V136</i>	3,45	8	27,6	100	1,5%	75,7	2744	15

Nella tabella sopra è presentata anche la stima di produzione - nelle medesime posizioni di progetto e con la stessa base di dati di vento - ipotizzando il modello di aerogeneratore Vestas V136 da 3,45MW, il quale è tra i modelli teorici di riferimento, utilizzati dall'Atlante Eolico RSE per la stima delle ore equivalenti indicative di un'area geografica (ore equivalenti net P50). Le ore equivalenti non sono un valore misurato ma rappresentano un parametro dipendente dal modello di aerogeneratore considerato, dalla sua curva di potenza e dal rapporto tra il suo diametro e il valore di potenza nominale. Il progetto di Borgo Fazio si attesta su valori di ore equivalenti net P50 superiori a 2150, anche utilizzando nel calcolo il modello di aerogeneratore V136 3,45MW con riferimento all'Atlante Eolico RSE.

I valori delle perdite elettriche, di performance degli aerogeneratori e delle altre perdite sono basati su valori medi relativi a impianti in esercizio della proponente di simile potenza elettrica complessiva.

**La valutazione nella presente relazione è soggetta a significativa incertezza in quanto al momento è basata su dati satellitari. Una campagna di misura strumentale in sito tramite stazione anemometrica o sistema LIDAR potrà affinare l'analisi.**

Nella tabella sotto sono indicate le stime di produzione annua lorda di ogni singolo aerogeneratore, e i medesimi valori decurtati delle perdite di scia.

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Produzione annua lorda [GWh]</b>	<b>Produzione annua lorda - scie [GWh]</b>	<b>Perdite di scia [%]</b>
BorFaz_01	18,7	18,3	2,1
BorFaz_02	18,6	18,2	2,4
BorFaz_03	18,9	18,3	3,0
BorFaz_04	20,8	20,3	2,8
BorFaz_05	18,1	17,6	2,4
BorFaz_06	17,9	17,4	2,7
BorFaz_07	19,0	18,8	1,1
BorFaz_08	20,1	20,0	0,5
<b>Parco eolico</b>	<b>152,1</b>	<b>148,9</b>	<b>2,1%</b>

## 4 CONCLUSIONI

---

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di preliminare stima della produzione attesa dell'impianto eolico di Borgo Fazio, ubicato in Sicilia, nel Comune di Trapani.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati disponibili. Come prossimo passaggio potranno essere disponibili dati rilevati dalla stazione di misura (stazione anemometrica o LIDAR) da installare in sito. È stata verificata la ventosità di lungo periodo mediante correlazione con serie pluriennali di dati ed è stato messo a punto un modello di calcolo per l'estrapolazione verticale ed orizzontale della ventosità nell'area del layout di progetto.

Il calcolo della produzione attesa media ( $P_{50\%}$ ) è stato effettuato sulla base di tutti i dati disponibili, utilizzando al meglio il codice di calcolo numerico e, nel caso in cui il processo offriva la possibilità di più scelte alternative, adottando i criteri di calcolo ritenuti più verosimili per le caratteristiche specifiche del sito e/o maggiormente conservativi, allo scopo di ridurre il rischio di sopravvalutazione della produzione.