



REGIONE
SICILIANA



LIBERO CONSORZIO
COMUNALE DI PALERMO



COMUNE DI
CORLEONE



COMUNE DI
CONTESSA
ENTELLINA



COMUNE DI
MONREALE



COMUNE DI
PIANA DEGLI
ALBANESEI



COMMITTENTE:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM)
P.IVA/C.F. 06400370968
pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO CORLEONE-CONTESSA

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

PELE-INT.1.1.c.

ID PROGETTO: **PELE**

DISCIPLINA: **P**

TIPOLOGIA:

R

FORMATO:

A4

TITOLO:

Studio anemologico e di producibilità

FOGLIO:

1/1

SCALA:

FILE:

PELE-INT.1.1.c._00.dwg

Progetto:

ing. Riccardo Cangelosi



REWIND ENERGY S.R.L.S.
viale Europa, 249 - 91011 ALCAMO (TP)
P.IVA/C.F. 02785820818
pec: rewindenergy@pec.it

ing. Gaetano Scurto



Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	19.02.2024	PRIMA EMISSIONE	AB	GS	REWIND ENERGY

Sommario

1	Premessa	2
2	La politica aziendale di RWE per le misurazioni anemometriche	2
3	I criteri di ottimizzazione del layout	3
4	Metodo di lavoro per la valutazione preliminare del potenziale eolico	4
4.1	I dati anemometrici presi in considerazione	4
4.2	Analisi dei dati anemometrici	6
4.3	L'anemometro virtuale Vortex ERA-5 series	7
4.4	L'integrazione tra i dati degli anemometri reali e virtuali: il Preliminary Wind Resource Assesment 8	
5	Conclusioni: la valutazione preliminare del potenziale eolico suggerisce la realizzazione del Parco eolico Leo.....	9

1 Premessa

Oggetto del presente documento è la valutazione preliminare di ventosità e produzione dell'impianto eolico denominato "LEO", della potenza complessiva di 79,2 MW MW, da realizzarsi nei comuni di Contessa Entellina (PA) e Corleone (PA) con impianti per la connessione che interessano i comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA), di proprietà della RWE Renewables Italia S.r.l. (di seguito la "Società").

L'impianto è costituito da 12 aerogeneratori eolici tripala, di potenza nominale da 6,60 MW ciascuno, con altezza al mozzo pari a 115 m ed un diametro del rotore di 170 m, il tutto per un'altezza massima (TIP) di 200 m dal suolo.

L'area oggetto di studio è caratterizzata da una complessità orografica media, con quote medie che vanno dai 465 ai 595 m s.l.m.

2 La politica aziendale di RWE per le misurazioni anemometriche

RWE Renewables Italia S.r.l. parte del Gruppo RWE leader mondiale nella produzione eolica e come noto è uno dei principali operatori del settore in Italia (quarto operatore), con il suo patrimonio di diciassette parchi eolici in esercizio dislocati in Sardegna, Sicilia, Campania, Basilicata, Toscana, Molise, Puglia e Calabria per un totale di oltre 500 MW, in grado di soddisfare il fabbisogno energetico annuale di circa 400,000 famiglie, e di due parchi in procinto di essere costruiti, entrambi in Puglia (Parco Eolico San Severo e Parco Eolico Mondonuovo), per una potenza complessiva di ulteriori 108 MW, ha come politica aziendale imprescindibile l'avvalersi di misurazioni anemometriche per un periodo di misurazione di almeno un anno, prima della costruzione di un impianto eolico.



Figura 1 – Impianti eolici RWERI in Italia – NB: l'immagine, esemplificativa della localizzazione degli impianti RWE non riporta l'ultimo impianto realizzato nel comune di Castelvetro della potenza di 25,2 MW

Il tema dell'importanza della valutazione della risorsa vento prima della costruzione di un impianto eolico afferisce, ad avviso di RWE, all'insieme più ampio delle casistiche in cui l'interesse pubblico

per un'infrastruttura utile alla collettività (impianto a fonte rinnovabile per il contrasto al surriscaldamento globale) coincide con l'interesse privato volto a ottenere ricavi economici per l'impresa.

L'interesse pubblico del Gruppo RWE a livello mondiale, che si esplica principalmente nel contrasto al surriscaldamento globale, già oggi a livelli molto critici, con investimenti importantissimi per il raggiungimento della cosiddetta neutralità carbonica al 2050, in linea con l'Accordo di Parigi del 2015, come potenziato dalla recente Conferenza delle Parti (COP) di Glasgow del 2021 e con numerosissimi ulteriori impegni nazionali e internazionali (Legge Europea sul Clima, programma Next Generation EU, PNRR, SEN ecc.) è profondamente radicato nella mission di RWE che in Italia sviluppa, costruisce ed esercisce solo impianti a fonte rinnovabile.

È proprio tale coincidenza dell'interesse pubblico/privato relativa al tema in questione **che è a garanzia di una approfondita valutazione della risorsa vento da parte di RWE, a seguito della campagna anemometrica sopra descritta, che verrà effettuata prima della costruzione dell'impianto.**

Tanto premesso per l'impianto in argomento, in questa fase di progettazione:

- si è già provveduto con un'importante valutazione preliminare, che di seguito si illustra, che ha fornito risultati ottimali circa la presenza della risorsa vento nel sito interessato;
- è stato installato in data 13/10/2023 un ulteriore anemometro nel Comune di Corleone, oltre a quello già presente nel Comune di Contessa Entellina, per ulteriori approfondimenti con una campagna anemometrica on site, utile per la fase di micrositing e che si concluderà ad novembre 2024, ad integrazione dei dati già in nostro possesso. Si riporta in allegato alla presente relazione, il Report di installazione dell'Anemometro da parte della ditta installatrice con tutte le informazioni del caso.

3 I criteri di ottimizzazione del layout

Come ampiamente illustrato nell'intero progetto relativo alla presente istanza, RWE adotta in tutti i suoi progetti le migliori pratiche progettuali in tutti gli ambiti e, chiaramente, anche quello relativo all'ottimizzazione ed efficientamento dell'utilizzo della risorsa vento presente in sito. Tale ottimizzazione riguarda ogni aspetto progettuale a partire dalla scelta del sito, in relazione in primis alla presenza della risorsa eolica, ma anche ad ulteriori criteri quali la morfologia, il posizionamento dei singoli aerogeneratori per evitare interferenze e perdite di scia tra gli stessi, la scelta dell'aerogeneratore (ottimizzato sulla base della classe di vento del sito).

In relazione al posizionamento degli aerogeneratori si è pertanto cercato di rispettare alcuni criteri base, come ad esempio il posizionamento tra aerogeneratori a una distanza non inferiore a cinque volte il diametro del rotore nella direzione prevalente del vento e a una distanza non inferiore a tre volte nelle direzioni non prevalenti del vento, il tutto correlato alla morfologia dei terreni che incide sostanzialmente sul rendimento delle macchine.

4 Metodo di lavoro per la valutazione preliminare del potenziale eolico

Il metodo di lavoro alla base della valutazione preliminare del potenziale eolico (nel seguito, valutazione preliminare) ha previsto l'integrazione tra dati anemometrici rilevati da anemometri di proprietà di RWE, installati entro un raggio utile a consentirne l'utilizzo ai fini della stima per l'impianto eolico Leo, con dati presenti all'interno di *data base* (Vortex ERA-5 series) e interpolati attraverso software di comprovata affidabilità da società specializzata in questo tipo di analisi.

Il risultato ottenuto è stato confrontato con la produzione eolica di impianti di proprietà di RWE, già in esercizio e installati entro un raggio distanziale utile allo scopo. Tale confronto ha fornito un'ulteriore indicazione di affidabilità della valutazione preliminare effettuata.

4.1 I dati anemometrici presi in considerazione

I dati anemometrici utilizzati per la valutazione preliminare sono stati raccolti da 2 anemometri di proprietà di RWE installati entrambi nel Comune di Contessa Entellina (PA) e in particolare:

1. un anemometro, tipo Televes mod. M78/450, alto 78 metri, installato in località Casalbianco, nel foglio catastale 16, particelle 296 e 535 (nel seguito, anemometro Casalbianco);
2. un anemometro, tipo Televes mod. M78/450, alto 99 metri, installato in località Carruba di Caccia, nel foglio catastale 10, particella 303 (nel seguito, anemometro Carruba).

Le due torri anemometriche sono installate rispettivamente da dicembre 2018 e da marzo 2019; per entrambi le stazioni anemometriche si può quindi affermare di essere in possesso di un periodo consistente di misurazioni a garanzia della qualità dei dati in possesso della Società.

Le torri utilizzate, tipo Televes M78/450, sono alte 78 e 99 metri e sono caratterizzate da struttura in acciaio costituite da elementi reticolari a base triangolare di lato pari a 45 cm ed altezza di 3 m; l'anemometro e relativa "veletta" (riportati in figura sotto) sono installati nella parte terminale, sì da misurare i dati del vento all'altezza massima possibile.



Figura 2 – Anemometro e veletta

I due anemometri, Casalbianco e Carruba, sono installati rispetto al punto baricentrico degli aerogeneratori del Parco eolico Leo a una distanza di circa 13,5 km e di circa 14,6 km, come evidenziato nella figura che segue.

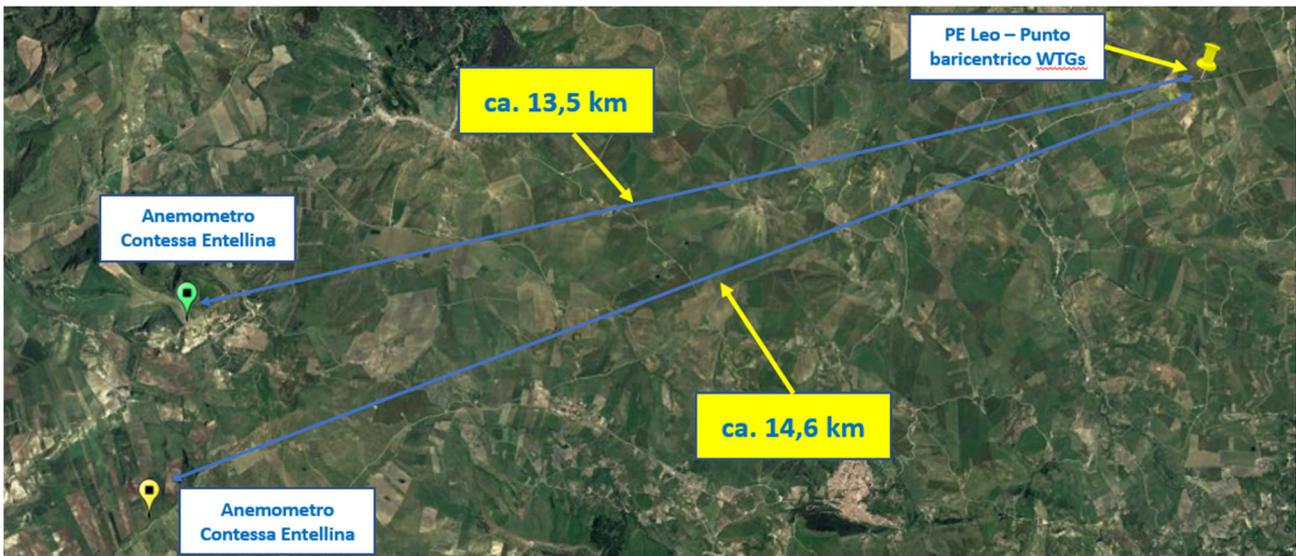


Figura 3 – Distanza anemometro Casalbianco dal baricentro del Parco Eolico Leo

Tali distanze, come noto nell'ampia letteratura relativa alle misurazioni anemologiche, consentono l'utilizzo dei dati anemometrici rilevati dagli anemometri in argomento anche per il Parco eolico Leo, in linea generale per una buona stima della ventosità della zona e, come effettuato nella valutazione preliminare, nel particolare come ottima base per l'integrazione tra misurazioni reali e le misurazioni dell'anemometro virtuale (in inglese "virtual met mast") che nel caso di specie è costituito dal data base Vortex ERA-5 series, per cui si rimanda al paragrafo successivo.

Le medie registrate sono di 6,1 m/s per l'anemometro a 99 m e di 5,9 m/s per l'anemometro ad 80 m. Sono inoltre stati registrati valori bassi di wind shear (variazione improvvisa del vento in intensità e direzione), tipici di questa parte della Sicilia, che suggeriscono una probabile media al mozzo di circa 6,3 m/s.

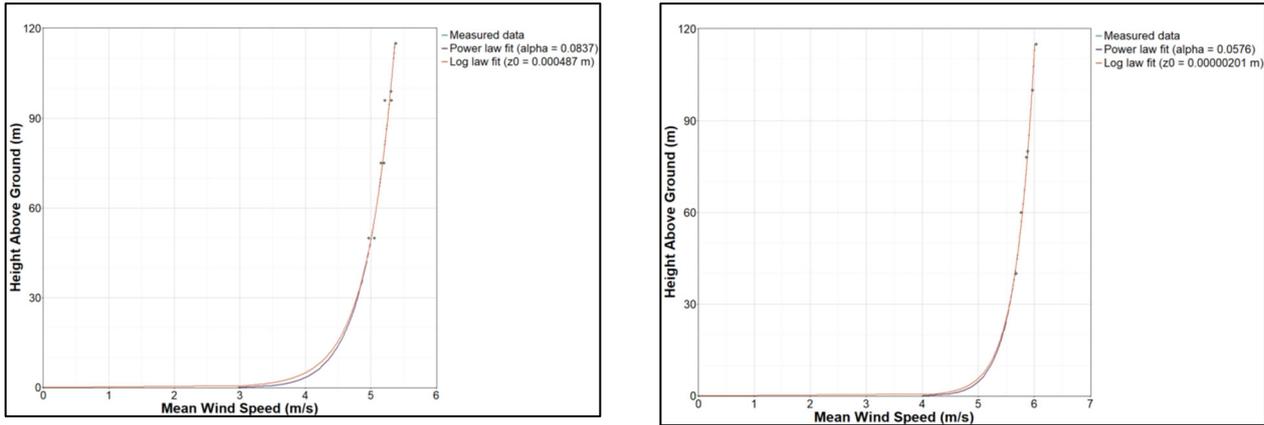


Figura 5 - Wind Shear ottenute dagli anemometri a 99m (sx) ed 80 m (dx)

Sulla base delle temperature registrate dalle stazioni metereologiche (circa 16° di media annuale) ci si aspetta una densità dell'aria variabile tra 1.14 - 1.18 kg/m³.

4.2 Analisi dei dati anemometrici

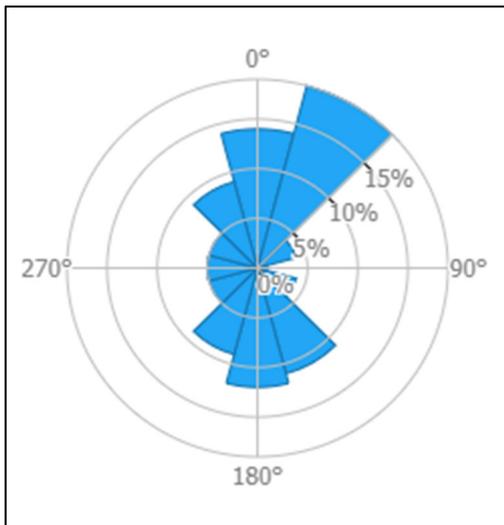
Prima della modellazione, i dati del vento sono stati "puliti" (i dati non validi per via di valori non allineati con quelli registrati dagli anemometri montati a diverse altezze sulle stesse stazioni metereologiche sono stati rimossi), mentre calibrazione ed offset di anemometri e banderuole sono stati verificati sulla base dei certificati di calibrazione (allegati al presente studio insieme ai report d'installazione dei MM). Il lavoro di pulizia è stato eseguito mediante un'ispezione visiva e grafica dei dati di vento disponibili utilizzando il software *Windographer 3.0*.

I set di dati registrati in sito sono stati inoltre corretti e correlati a lungo termine utilizzando un set di dati virtuali a 20 anni (Vortex ERA5 e Vortex MERRA2). Le serie temporali dei due MM sono stati correlati usando il metodo dei minimi quadrati lineari su base giornaliera. La correlazione ha portato ad un R² di 0,8 e ad una correzione a lungo termine di 0,97. Il fattore di scala di 0,97 è stato quindi applicato alle serie temporali all'altezza del mozzo.

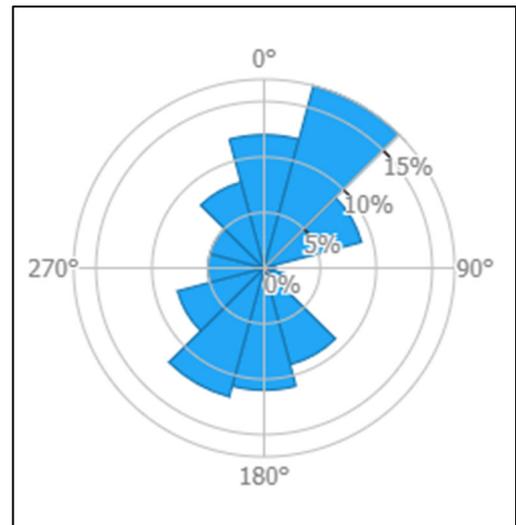
La media della velocità nel lungo periodo risultante dalle precedenti considerazioni è mostrata nella tabella seguente.

Mast	Site	Main sensor [m]	Mean wind speed [m/s]	Shear	HH LT Speed [m/s]
MM1	Contessa	99	6.1	0.072	5.92
MM2	Contessa	80	5.9	0.038	5.89

La direzione prevalente del vento è NE-N, così come mostrato nelle immagini seguenti.



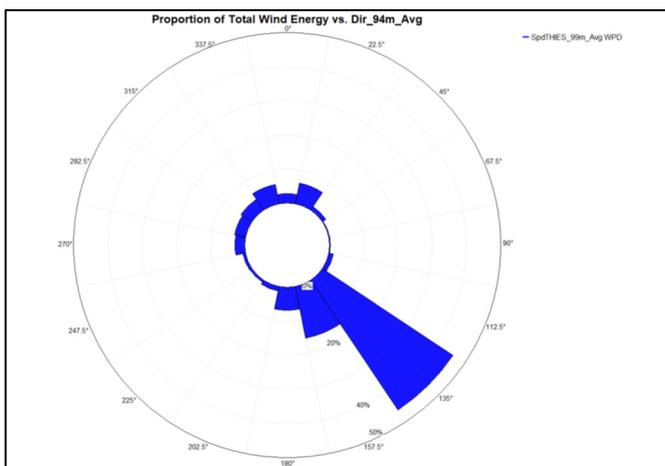
Wind rose anemometro 99m



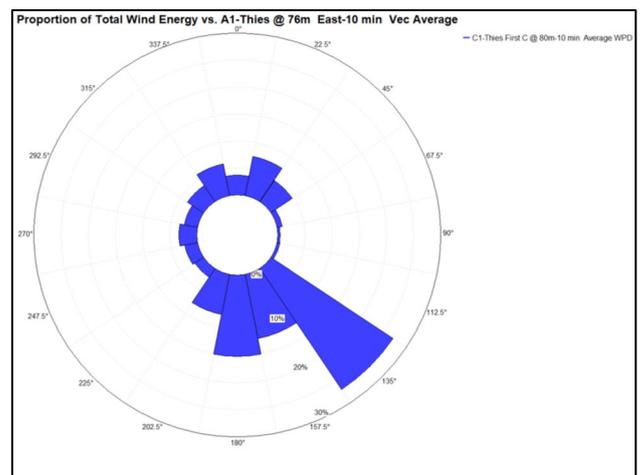
Wind rose anemometro 80m

Figura 5 - Wind Shear ottenute dagli anemometri a 99m (sx) ed 80 m (dx)

La distribuzione dell'energia è invece mostrata nelle immagini seguenti:



anemometro 99m



anemometro 80m

Figura 6 – Distribuzione dell'energia degli anemometri

4.3 L'anemometro virtuale Vortex ERA-5 series

Il Vortex ERA-5 series è una base di dati che, attraverso specifici software, di fatto fornisce un anemometro virtuale (in inglese "virtual met mast") grazie al quale si possono ottenere i dati anemometrici a diverse altezze e in tutte le direzioni del vento.

È giusta l'occasione di precisare che i dati Vortex (<https://vortexfdc.com/>) hanno comprovata valenza e affidabilità come anche confermato sulla pagina ufficiale del Copernicus Climate Change Service (C3S) (servizio specifico, nell'ambito del progetto "Copernicus" dell'Unione Europea,

sull'adattamento e contrasto ai cambiamenti climatici) come possibile verificare al seguente link <https://climate.copernicus.eu/vortex> (nella figura successiva si riporta uno *screen shot* della pagina web raggiungibile dal link riportato).

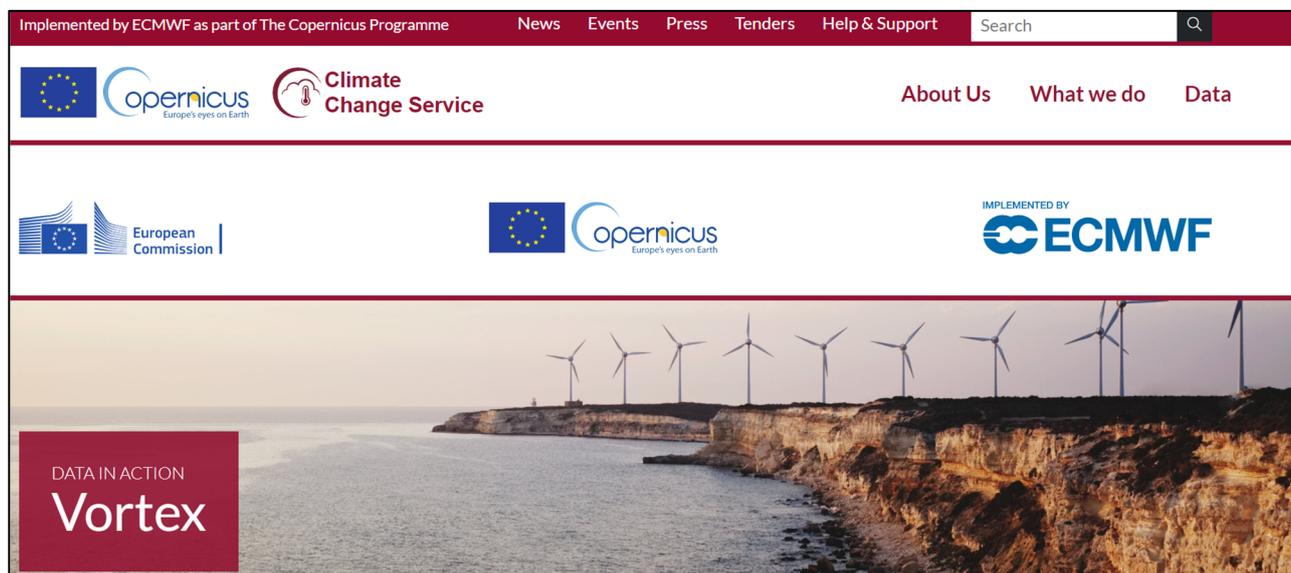


Figura 7 – Pagina web relativa ai dati Vortex del sito internet del Copernicus Climate Change Service (C3S)

4.4 L'integrazione tra i dati degli anemometri reali e virtuali: il Preliminary Wind Resource Assesment

È una buona pratica nell'ambito delle analisi anemometriche dei siti, in attesa dell'installazione dell'anemometro esattamente nel sito in cui è previsto il Parco eolico in progetto e relativi primi risultati della campagna anemometrica, integrare i dati reali di anemometri installati entro una distanza massima di 20 km con quelli dell'anemometro virtuale con i dati dell'anemometro virtuale (Vortex ERA-5 series) localizzato esattamente nel sito in cui è prevista l'installazione del Parco eolico in progetto. Tale attività prende il nome di valutazione preliminare della risorsa vento o, in inglese, di Preliminary Wind Resource Assesment.

L'attività di integrazione, anche denominata interpolazione, dei dati reali e del Vortex ERA-5 series viene svolta da ditte e/o tecnici specializzati attraverso l'utilizzo di software specifici grazie ai quali si possono ottenere dati, calibrati sul sito di installazione, assolutamente attendibili come comprovato, ormai, da anni in cui tale buona prassi è applicata da società come RWE che, come si specificava in premessa, in ogni caso prima di installare un parco eolico, verifica il Preliminary Wind Resource Assesment anche attraverso la campagna anemometrica in sito.

Nel caso in esame i dati degli anemometri Casalbianco e Carrubba sono stati integrati/interpolati e validati con l'anemometro Vortex ERA-5 series relativo a una serie di dati di 10 anni con informazioni relative alla velocità del vento a intervalli di 10 metri a partire dall'altezza di 50 metri fino alla conclusiva di 150 metri.

5 Conclusioni: la valutazione preliminare del potenziale eolico suggerisce la realizzazione del Parco eolico Leo

Considerando una posizione baricentrica degli aerogeneratori del Parco eolico Leo, ovvero sia quella avente le seguenti coordinate (UTM-WGS84 Zone 33):

- Longitudine: 344269;
- Latitudine: 4183387;
- Elevazione: 490 m.s.l.m.

si è proceduto alla stima dell'energia prodotta utilizzando il software openWind[®] e il wake model Deep Array Eddy Viscosity.

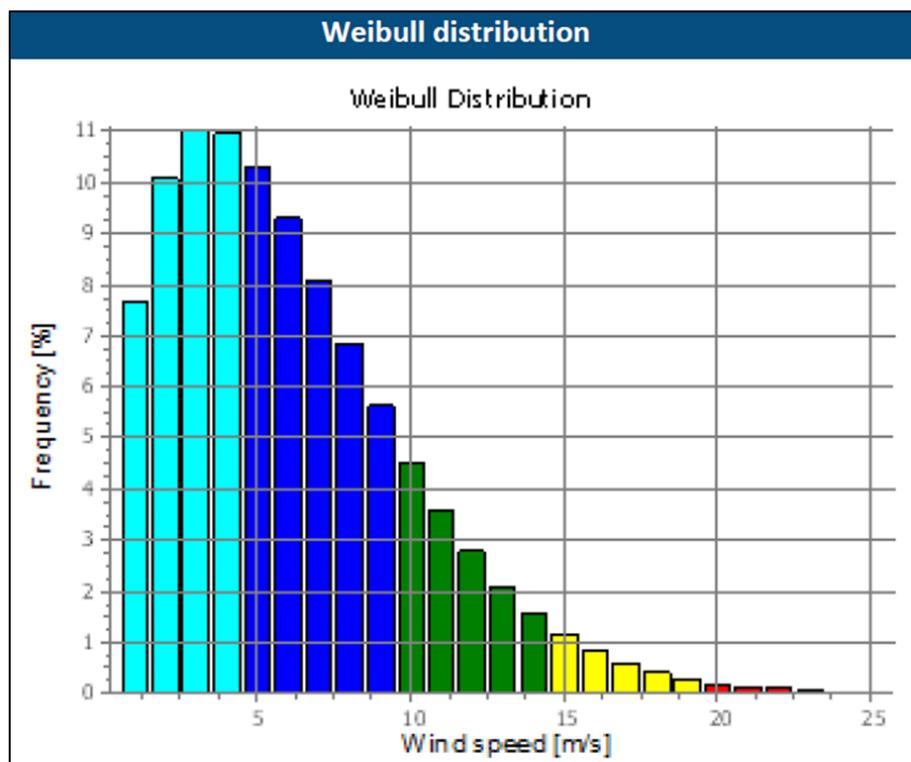


Figura 9 – Distribuzione di Weibull

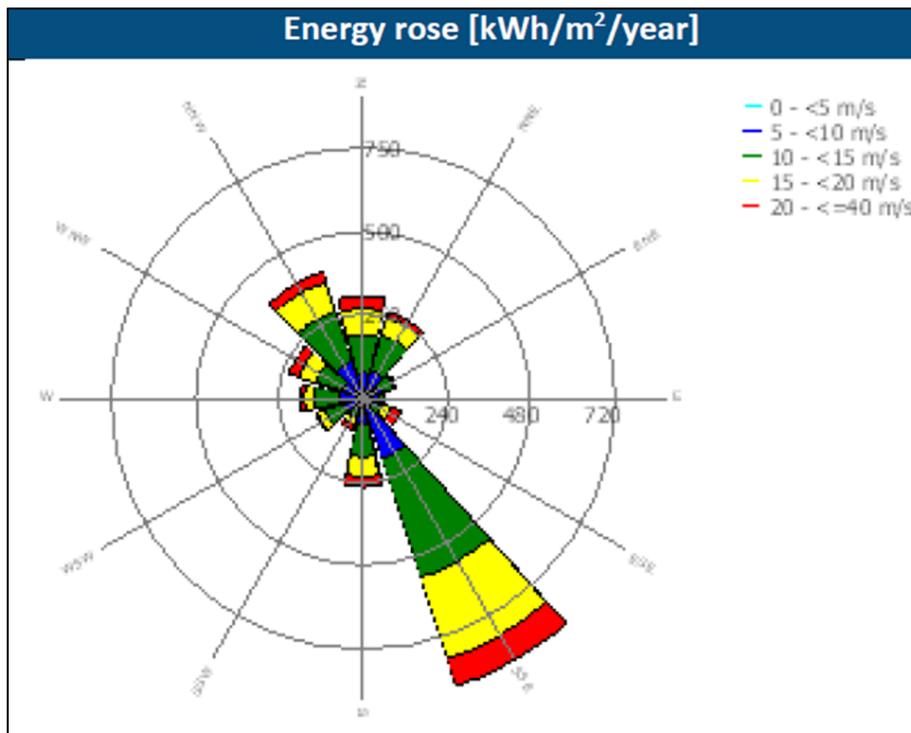


Figura 10 – Rosa dell'energia

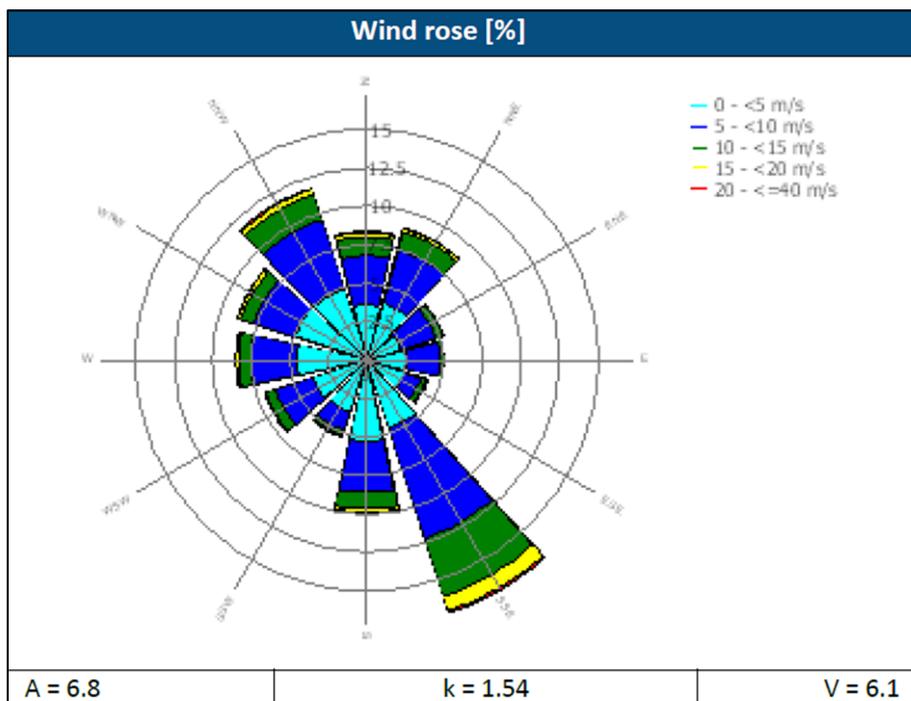


Figura 11 – Rosa dei venti

Ai risultati della Gross Production sono state inoltre applicate le seguenti perdite (in aggiunta a quanto già calcolato dal software per turbolenze, perdite di scie interne ed esterne al parco, etc.):

- Efficienza elettrica → 2%

- Turbine performance → 2%
- Performance degradation → 1%
- Disponibilità → 1%

La Distribuzione di Weibull e le Rose dell'energia e utilizzate, si ribadisce ottenute dall'integrazione/interpolazione tramite software specifici e dedicati degli anemometri RWE installati nel Comune di Contessa Entellina a distanze, rispettivamente di 13,5 km e 14,6 km, con l'anemometro virtuale localizzato nel sito del Parco eolico Leo Vortex ERA-5 series, forniscono quale dato di ore annue di produzione equivalenti pari a **2.633** che, considerata, la potenza del Parco eolico Leo di 79,2 MW restituiscono un dato di produzione annua pari a 208.534 MWh/anno.

I risultati ottenuti dalla valutazione preliminare possono ritenersi ottimali per il sito previsto per la realizzazione del Parco Eolico Leo e ne suggeriscono in maniera netta la realizzazione.