



Kailia Energia S.r.l.

Progetto preliminare per la realizzazione di un parco eolico offshore - Brindisi - Kailia Energia

Relazione tecnica analisi di producibilità

Doc. No. P0025305-1-BRD-H14 Rev.00 - Agosto 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	S. Macri'	F.D.Xavier	S.Sadowski/R.Zacone	06/08/2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
1 PREMESSA	4
2 IL PARCO EOLICO	5
2.1 DESCRIZIONE DEL SITO	5
2.2 IL PARCO EOLICO	6
3 ANALISI E RISULTATI	7
3.1 STIMA DELLA RISORSA EOLICA	7
3.2 CONCLUSIONI	9

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2:1: Caratteristiche principali del sito	6
Tabella 3:1: Produzione preliminare stimata	8

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1:1 Posizione del sito	4
Figura 2:1 Vista globale del parco Kailia Energia	5
Figura 2:2: Curva di potenza turbina 12 MW ipotizzata	6
Figura 3:1: Distribuzioni di Weibull analizzate	7

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

S.r.l	Società a responsabilità limitata
S.p.A	Società per azioni
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
PNIEC	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
SLM	Sul livello del mare
OWF	Offshore wind farm
PDF	Probability Density Function
DTU	Technical University of Denmark

1 PREMESSA

La presente relazione è stata commissionata da Kailia Energia S.r.l. (la Committente), operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita.

La Committente è intenzionata a realizzare un parco eolico offshore composto da 98 aerogeneratori, per una taglia totale di 1176 MW, di fronte alla costa nord-orientale della Regione Puglia, in particolare nello specchio di mare antistante la città di Brindisi.

Questo sito è stato individuato basandosi su uno studio di prefattibilità eseguito da SENER Ingenieria y Sistemas S.A. sotto incarico della Committente.

Nel dettaglio la scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di maggior interferenza a livello ambientale. In Figura 1:1 è possibile vedere il posizionamento del sito.

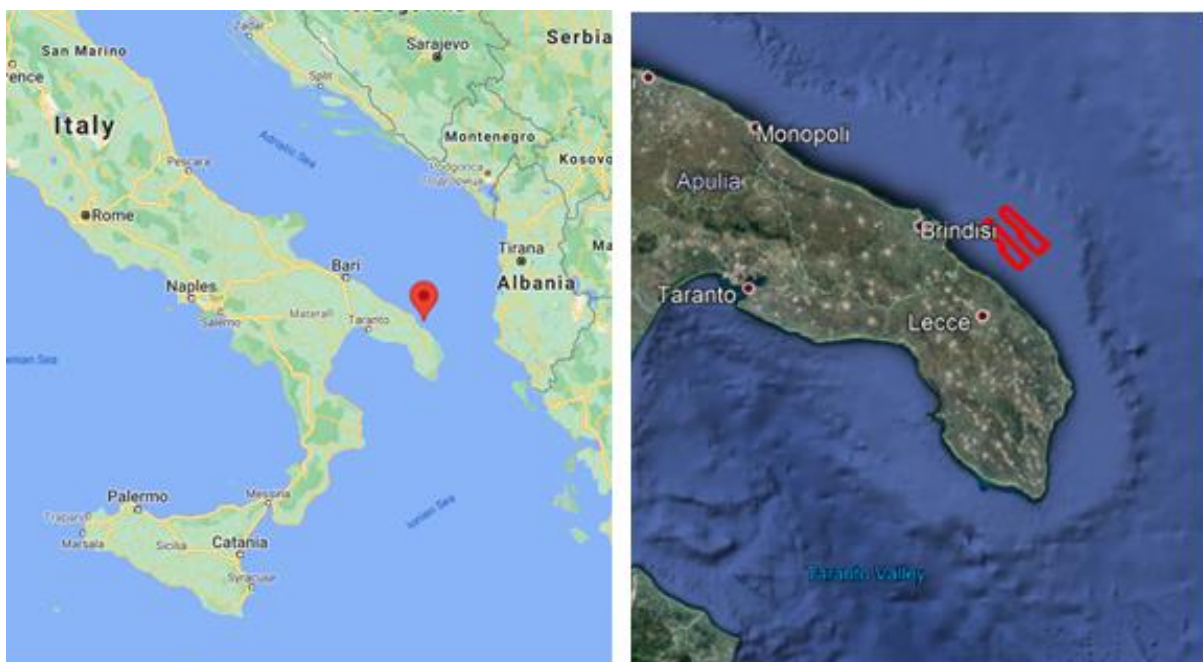


Figura 1:1 Posizione del sito

2 IL PARCO EOLICO

I dati anemologici sono di primaria importanza per una valutazione della producibilità di un sito dove si intende progettare un parco eolico. L'analisi di producibilità è basata su dati anemologici disponibili sul sito del Global Wind Atlas (<https://globalwindatlas.info>), sviluppato dal Dipartimento di Energia Eolica dell'Università Tecnica della Danimarca (DTU Wind Energy) e dal Gruppo della Banca Mondiale. A partire da questi dati è stato possibile stimare la produzione lorda e netta del parco e il fattore di capacità.

2.1 DESCRIZIONE DEL SITO

Nella Figura 2:1 è rappresentato lo schema dell'area di studio situata al largo della città di Brindisi. L'estensione del sito parte da circa 10 km di distanza dalla costa fino a circa 23 km dal litorale. L'ingombro del campo eolico lungo l'asse nord ovest – sud est è di circa 20 km.

L'OWF in analisi (KAILIA ENERGIA) è suddivisa in n.4 sezioni:

- ✓ KAILIA ENERGIA A;
- ✓ KAILIA ENERGIA B;
- ✓ KAILIA ENERGIA C;
- ✓ KAILIA ENERGIA D;

Per le coordinate della posizione degli aerogeneratori si rimanda alla relazione elettrica Doc. No. P0025305-1-BRD-H12. La costruzione di questi impianti permetterebbe di garantire un surplus di produzione elettrica da fonte rinnovabile, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima (PNIEC) e del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) nell'ambito della de-carbonizzazione, crescita delle energie rinnovabili ed efficienza energetica.



Figura 2:1 Vista globale del parco Kailia Energia

La Tabella 2:1 mostra le caratteristiche principali del sito.

Tabella 2:1: Caratteristiche principali del sito

Brinisi Kailia Offshore Wind Farm	
Posizione	32 km Sud-est al largo della città di Brindisi
Velocità media approssimativa all'altezza del mozzo	7.54 m/s
Direzione predominante del vento	Nord/Nord-Ovest – Sud/Sud-Est
Range di profondità media	50:200 m con picchi di 500m
Distanza approssimativa dal punto di connessione	30 km
Tipo di terreno	Offshore Wind Farm
Classificazione del suolo	Piatto (essendo un progetto Offshore)
Altitudine SLM	0 m

2.2 IL PARCO EOLICO

Il parco eolico del quale si vuole fare una stima della producibilità sarà composto da 98 aerogeneratori da 12 MW di 236 m di diametro e altezza del mozzo dal pelo libero dell'acqua di 150 m. Gli aerogeneratori saranno distanziati tra di loro di almeno 1500 m (nella direzione prevalente del vento) corrispondenti a circa 6.3 diametri del rotore.

In Figura 2:2 è possibile vedere la curva di potenza utilizzata per definire la produzione del parco. Questa curva è stata ottenuta normalizzando una curva di potenza di una turbina commerciale da 6 MW. Si fa presente che in questa fase preliminare, l'utilizzo di una curva di potenza dedotta da curve generiche di potenza è considerato un approccio tipico in quanto è difficile in questa fase avere dati di turbine che spesso devono ancora entrare in produzione. Si sono quindi ipotizzate una potenza e una taglia la cui presenza sul mercato sia ragionevole all'epoca della fase esecutiva di questo progetto.

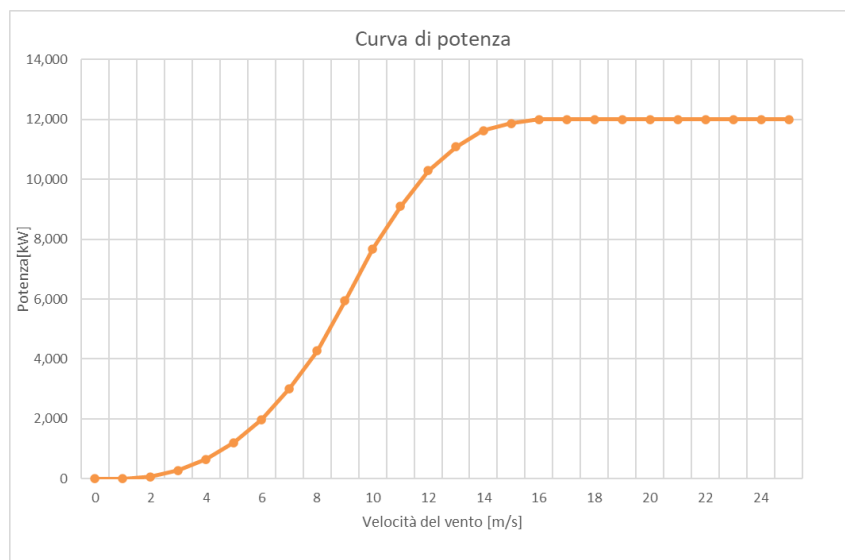


Figura 2:2: Curva di potenza turbina 12 MW ipotizzata

3 ANALISI E RISULTATI

3.1 STIMA DELLA RISORSA EOLICA

Poiché non è stata effettuata alcuna valutazione della risorsa eolica specifica dell'area dove è prevista l'installazione della OWF Kailia energia, come detto nel capitolo 2, le informazioni sono state dedotte da dati del Global wind Atlas. Da questo database è stato quindi possibile dedurre i dati anemologici necessari alla stima preliminare della producibilità del sito. Vista la natura di questa fase di progetto e dei dati disponibili non sono state fatte considerazioni dettagliate sulla incertezza della stima di producibilità.

La procedura applicata per ottenere un'analisi preliminare della producibilità di questo sito si compone dei seguenti passaggi:

Determinazione dei coefficienti della distribuzione di Weibull

La distribuzione delle velocità del vento è stata fatta a partire dall'assunzione che la probabilità di distribuzione di velocità del vento tipica (PDF- Probability Density Function), sia una curva di Weibull. In particolare, a partire dalla velocità media del vento fornita dai dati anemologici è stato scelto un fattore di forma $k=2$ (tipico della distribuzione di Rayleigh) e si è determinato un fattore di scala A in modo tale che il valor medio ricavato dalla distribuzione di velocità fosse uguale alla velocità media del sito. Questa procedura è stata fatta assumendo un'incertezza sia sul valore di K sia sul valore della velocità media del vento del 3%; in questo modo sono state ricavate nove possibili distribuzioni di velocità con approcci più o meno conservativi. Ciò per dare un'idea della variabilità di questo tipo di approccio di studio di producibilità preliminare. Nella Figura 3:1 è possibile vedere le distribuzioni ottenute.

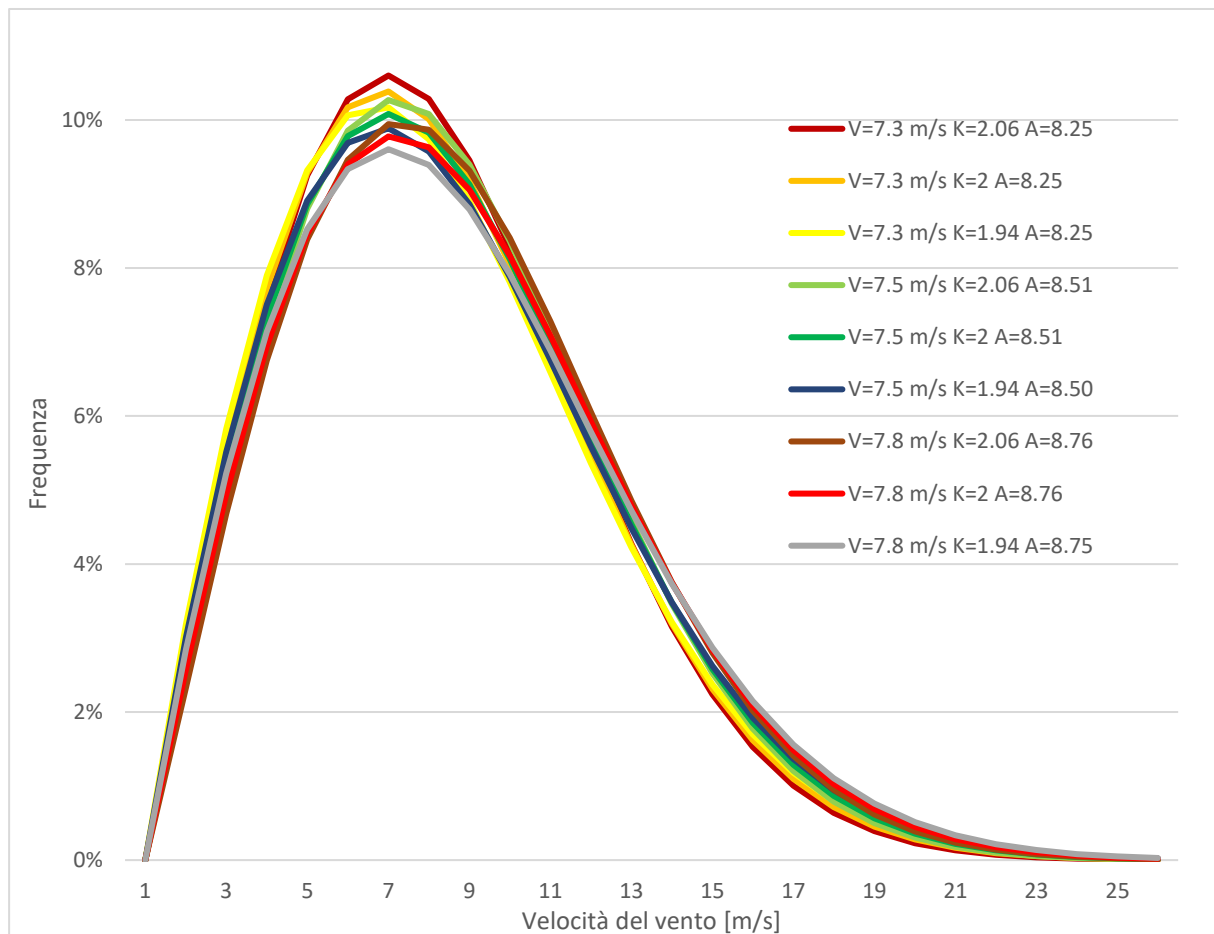


Figura 3:1: Distribuzioni di Weibull analizzate

Determinazione della producibilità del sito

La stima della produzione lorda del sito è stata ottenuta incrociando la curva di potenza di un'ipotetica turbina da 12 MW (Figura 2:2) con le distribuzioni di vento precedentemente descritte in Figura 3:1. In questo modo è stato possibile determinare l'energia annuale prodotta da ogni singolo aerogeneratore e quindi, moltiplicando per il numero totale degli aerogeneratori, la produzione lorda annuale del parco. Questa producibilità può essere espressa in ore equivalenti di funzionamento su base annua (fattore di capacità). È necessario applicare alla produzione lorda (che considera l'energia massima che l'aerogeneratore può produrre) una riduzione per le perdite di energia (associate all'effetto scia tra gli aerogeneratori, tempi di fermo e di manutenzione, perdite elettriche nella trasmissione, restrizioni di rete, ecc.). Questi elementi sono stati tenuti in conto considerando un fattore di perdita del 15 % per la stima della produzione netta. I risultati ottenuti sono riassunti in Tabella 3:1.

Tabella 3:1: Produzione preliminare stimata

Scenari	Weibull A (m/s)	Weibull K	Vm (m/s)	Produzione annuale lorda (GWh/anno)	Produzione annuale netta (GWh/anno)	Ore equivalenti	Fattore di capacità (%)
Velocità minima e k minimo	8.2	1.9	7.3	3609.5	3068	2608.9	29.8%
Velocità minima e k medio	8.3	2.0	7.3	3608.2	3067	2608.0	29.8%
Velocità minima e k massimo	8.3	2.1	7.3	3605.3	3065	2605.9	29.7%
Velocità media e k minimo	8.5	1.9	7.5	3792.8	3224	2741.4	31.3%
Velocità media e K medio	8.5	2.0	7.5	3795.6	3226	2743.4	31.3%
Velocità media e K massimo	8.5	2.1	7.5	3796.6	3227	2744.1	31.3%
Velocità massima e k minimo	8.8	1.9	7.8	3972.1	3376	2871.0	32.8%
Velocità massima e K medio	8.8	2.0	7.8	3979.2	3382	2876.1	32.8%
Velocità massima e k massimo	8.8	2.1	7.8	3984.3	3387	2879.8	32.9%

3.2 CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi considerate in questo studio si può stimare una producibilità del sito tra i 3065 GWh/anno e i 3387 GWh/anno corrispondenti a fattori di capacità compresi tra il 29.7 % e il 32.9 %. Questi valori di fattori di capacità sono generalmente considerati accettabili dal punto di vista dei rischi economici e finanziari di questo tipo di progetti. Si fa presente però che, per una conferma di questi risultati, si rimanda a ulteriori studi più approfonditi che stimino in maniera più dettagliate le possibili cause di perdite di produzione e possibilmente si avvalgano di misure in sito, o comunque di ulteriori dati anemologici, per fare un controllo incrociato su più fonti di dati.

