



# Odra Energia S.r.l.

## Progetto preliminare per la realizzazione di un parco eolico offshore - Lecce- Odra Energia

### Relazione tecnica analisi di producibilità

Doc. No. P0025305-2-LCC- H14 Rev.02 - Dicembre 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
00	Commenti Interni	S. Macri'	F.D. Xavier	S. Sadowski/R.Zaccone	06/08/2021
01	Commenti Interni	S. Macri'	F.D. Xavier	S. Sadowski/R.Zaccone	30/11/2021
02	Prima Emissione	F.D. Xavier	N.Nobile	S. Sadowski/R.Zaccone	10/12/2021

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.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>2</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>3</b>
<b>1   PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2   IL PARCO EOLICO</b>	<b>5</b>
2.1   DESCRIZIONE DEL SITO	5
2.2   IL PARCO EOLICO	6
<b>3   ANALISI E RISULTATI</b>	<b>7</b>
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 Odra Energia	5
Figura 2:2: Curva di potenza turbina 15 MW ipotizzata	6
Figura 3:1: Distribuzioni di Weibull analizzate	7

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>LE</b>	Lecce
<b>S.r.l</b>	Società a responsabilità limitata
<b>S.p.A</b>	Società per azioni
<b>RTN</b>	Rete di Trasmissione Nazionale
<b>PNIEC</b>	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima
<b>PNRR</b>	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
<b>SLM</b>	Sul livello di mare
<b>OWF</b>	Offshore wind farm
<b>PDF</b>	Probability density function
<b>DTU</b>	Technical University of Denmark

## 1 PREMESSA

La presente relazione è stata commissionata da Odra 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 90 aerogeneratori, per una taglia totale di 1350 MW, di fronte alla costa sud-orientale della Regione Puglia, in particolare nello specchio di mare antistante la città di Tricase (LE).

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. Nella Figura 1:1 è possibile individuare la posizione del sito.

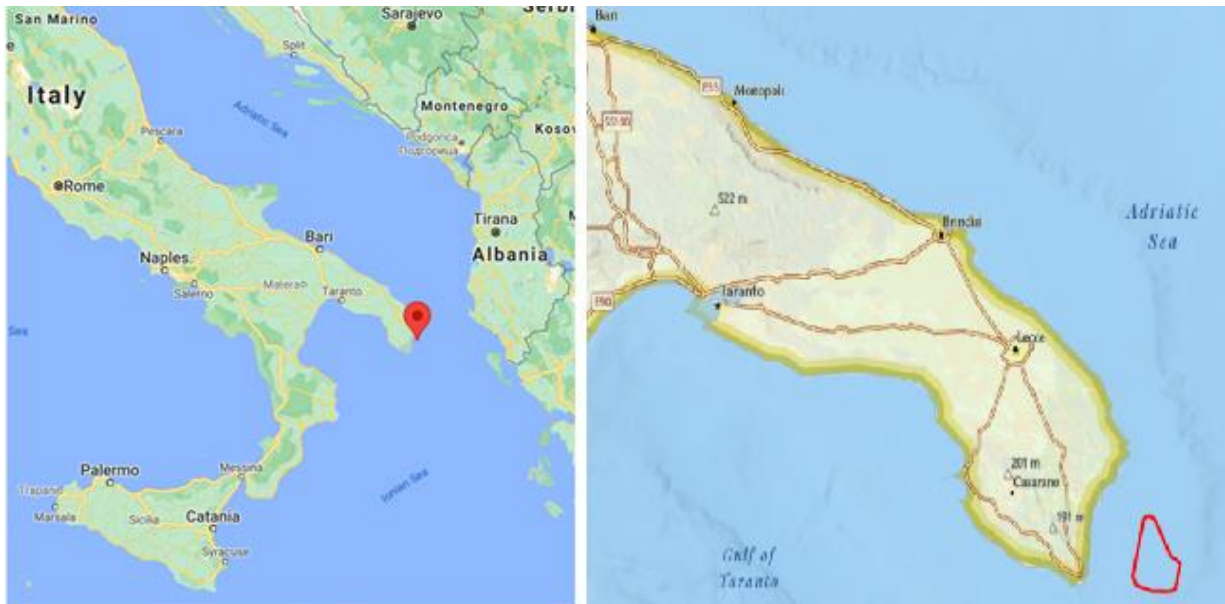


Figura 1:1 Posizione del sito

## 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 Tricase. L'estensione del sito parte da circa 14 km di distanza dalla costa fino a circa 26 km dal litorale. L'ingombro del campo eolico lungo l'asse nord ovest – sud est è di circa 20 km.

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

- ✓ Odra Energia A;
- ✓ Odra Energia B;
- ✓ Odra Energia C;
- ✓ Odra Energia D;

Per le coordinate della posizione degli aerogeneratori si rimanda alla relazione elettrica Doc. No. P0025305-2-LCC-H12-Relazione Elettrica REV01.docx. 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.

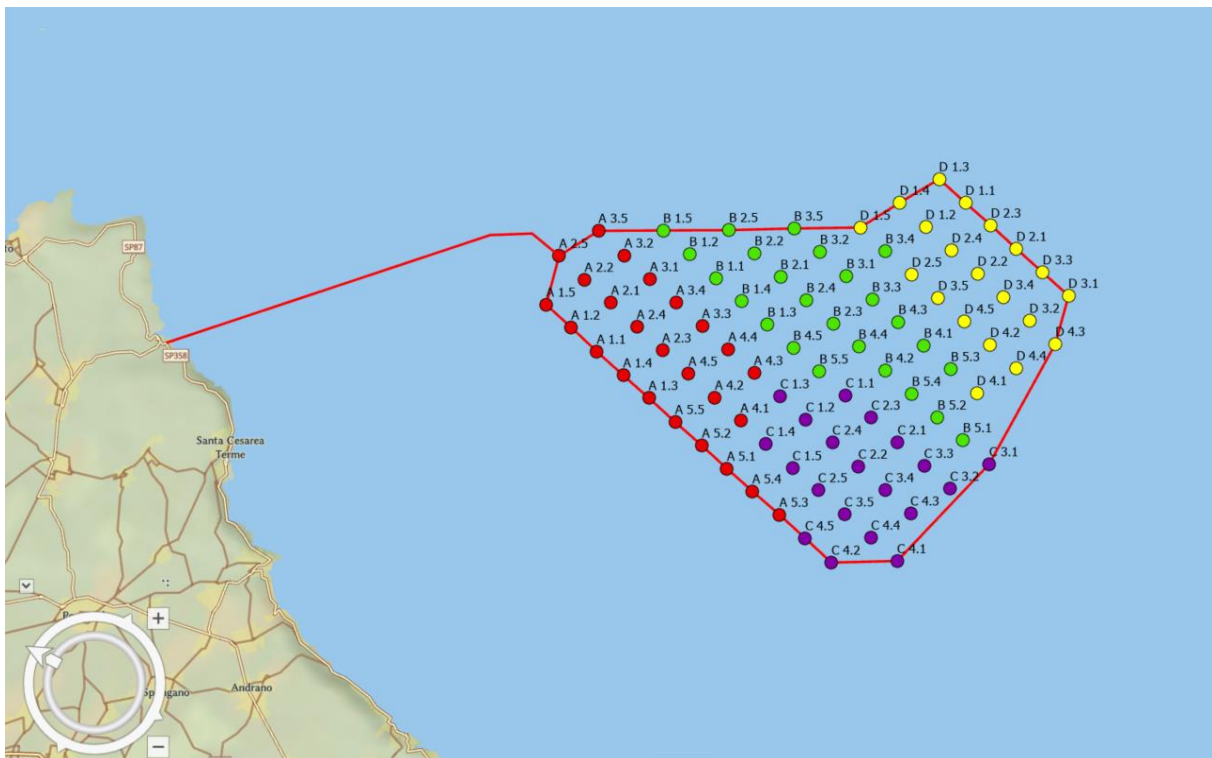


Figura 2:1 Vista globale del parco Odra Energia

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

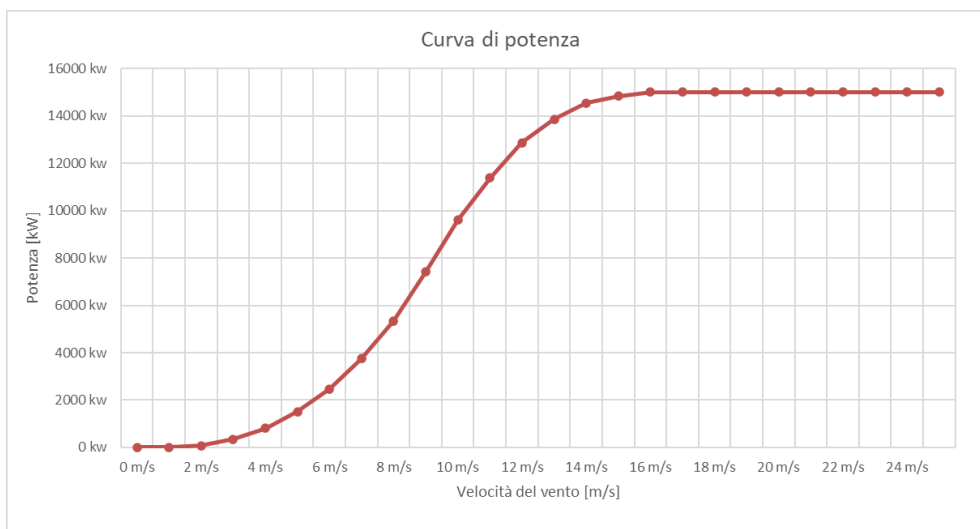
**Tabella 2:1: Caratteristiche principali del sito**

	<b>Lecce Odra Offshore Wind Farm</b>
Posizione	14 km Est nel mare antistante la città di Tricase
Velocità media approssimativa all'altezza del mozzo	8 m/s
Direzione predominante del vento	Nord/Nord-Ovest – Sud/Sud-Est
Range di profondità media	80m e 800m, con un'area molto ampia nel range 100÷200m
Distanza approssimativa dal punto di connessione	Circa 25 km dal centro del parco
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 90 aerogeneratori da 15 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 6MW. 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 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 15 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 Orda 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. Questo 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.

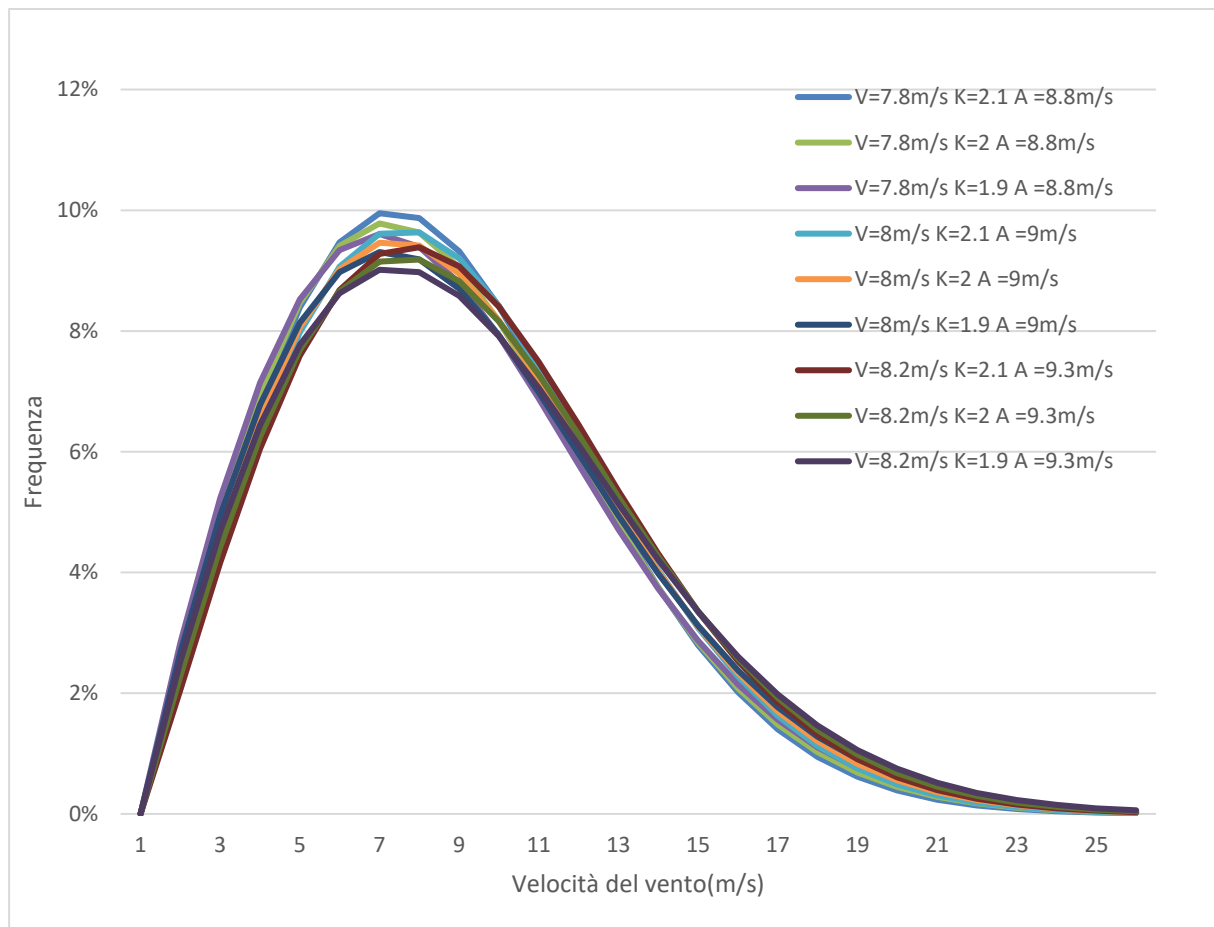


Figura 3:1: Distribuzioni di Weibull analizzate



### 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 15 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 annual lorda (GWh/anno)	Produzione annual netta (GWh/anno)	Ore equivalenti	Capacity Factor (%)
Velocità minima e k minimo	8.8	1.94	7.8	4554.8	3871.6	2867.8	32.7%
Velocità minima e k medio	8.8	2.0	7.8	4562.5	3878.1	2872.7	32.8%
Velocità minima e k massimo	8.8	2.06	7.8	4568.1	3882.9	2876.2	32.8%
Velocità media e k minimo	9.0	1.94	8.0	4768.1	4052.9	3002.2	34.3%
Velocità media e K medio	9	2.0	8.0	4781.2	4064.0	3010.4	34.4%
Velocità media e K massimo	9	2.06	8.0	4791.9	4073.1	3017.1	34.4%
Velocità massima e k minimo	9.3	1.94	8.2	4975.4	4229.1	3132.7	35.8%
Velocità massima e K medio	9.3	2.0	8.2	4993.9	4244.8	3144.3	35.9%
Velocità massima e k massimo	9.3	2.06	8.2	5009.8	4258.3	3154.3	36%

### 3.2 CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi considerate in questo studio si può stimare una producibilità del sito tra i 3871.6 GWh/anno e i 4258.3 GWh/anno corrispondenti a fattori di capacità compresi tra il 32.7 % e il 36 %. 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.



**RINA Consulting S.p.A.** | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.  
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org) | [www.rina.org](http://www.rina.org)  
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.