

# RWE

## **Impianto Eolico Offshore *Puglia 1***

**Istanza di avvio della consultazione per la  
definizione dei contenuti dello Studio di  
Impatto Ambientale**

**Stima preliminare delle opere e  
quadro economico**

Codice elaborato: Rel\_04



## **Impianto Eolico Offshore Puglia 1**

Istanza di avvio della consultazione per la definizione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale

### **Stima preliminare delle opere e quadro economico**

Codice elaborato: Rel\_04

Preparato e approvato da: RWE Renewables Italia S.r.l.

Verificato da Tecnoconsult Engineering Construction S.r.l.

Data: 16 marzo 2023

Testo: © RWE Renewables Italia S.r.l., 2023

Mappe e disegni schematici: © RWE Renewables Italia S.r.l., 2023, eccetto dove specificato

Immagini: © RWE AG, 2023, eccetto dove specificato

#### **RWE Renewables Italia S.r.l.**

Sede legale:

Via Andrea Doria 41/G

00192 Roma, Italia

Telefono: +39 0695056362

Fax: +39 0695056108

Sito web: [it.rwe.com](http://it.rwe.com)

PEC: [rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it](mailto:rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it)

Capitale Sociale: € 20.000.000,00 interamente versato

Partita IVA / Codice Fiscale: 06400370968

R.E.A. RM 1284519



## Indice

1. Premessa.....	1
2. Introduzione .....	1
3. Stima dei costi.....	3
3.1 Stima dei costi delle piattaforme galleggianti.....	3
3.2 Stima dei costi delle piattaforme per sottostazione elettrica di trasformazione flottante .....	4
3.3 Stima dei costi delle opere marine .....	5
3.4 Stima dei costi per le opere terrestri .....	6
4. Quadro economico complessivo e conclusioni.....	7
5. Bibliografia.....	8



# 1. Premessa

La presente relazione di stima delle opere e corrispondente quadro economico si riferisce alla proposta progettuale preliminare di un impianto eolico offshore denominato **Impianto Eolico Offshore "Puglia 1"** (o anche "Progetto") e proposto dalla società RWE Renewables Italia S.r.l.

Il sito (o area d'interesse) del Progetto si trova a circa 37 km (punto più vicino) dalla costa di Santa Maria di Leuca, frazione di Castrignano del Capo (LE) in Puglia. Nell'area di interesse insistono gli aerogeneratori e la sottostazione di trasformazione off-shore 275/66 kV.

La successiva stazione di trasformazione onshore 380/275 kV sarà realizzata nei pressi della stazione elettrica ("SE") a 380 kV della RTN denominata "Galatina", punto di consegna richiesto a TERNA S.p.A. ("TERNA").

Le opere di connessione insistono in diversi comuni tutti in provincia di Lecce, su cui è previsto la realizzazione di un cavidotto interrato a 275 kV ed una sottostazione di trasformazione elettrica su terra ferma, in prossimità del nodo TERNA, che prevede l'elevazione di tensione 275/380 kV.

La scelta del sito del Progetto 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) e minimizzando il più possibile le aree di maggior interferenza a livello ambientale.

# 2. Introduzione

Per la realizzazione della presente stima delle opere necessarie alla realizzazione del Progetto del suddetto impianto eolico off-shore galleggiante di potenza complessiva di 900 MW, sono state prese in considerazione diverse fonti tra cui:

- Dati a consuntivo di progetti analoghi raccolti in database proprietario;
- Dati di letteratura scientifica;
- Dati di costo per progetti simili.

La tecnologia flottante per l'eolico offshore è ancora ad oggi considerata innovativa e non esistono ancora dati di mercato consolidati, ne' per quanto riguarda le opere di fondazione, ne' per quanto concerne i cavi elettrici dinamici.

Come per ogni innovazione, la situazione del prezzo di mercato in fase di forte sviluppo della tecnologia stessa è estremamente dinamico e volatile negli anni e fare previsioni a lungo termine risulta molto difficile. In particolare i dati consuntivi a oggi disponibili sono relativi a potenze installate molto inferiori e non contemplano potenziali economie di scala che sono gioco forza destinate a presentarsi nel corso dei prossimi anni quando il livello di maturità della tecnologia flottante salirà significativamente.

## Impianto Eolico Offshore *Puglia 1* - Stima preliminare delle opere e quadro economico

Il costante scambio di informazioni commerciali con la supply chain di settore e il database proprietario di cui dispone RWE consente tuttavia già adesso in una valutazione e una stima dei costi delle opere abbastanza dettagliata.

Per quanto riguarda la letteratura scientifica invece sono disponibili alcuni gli articoli che trattano delle possibilità di stima del quadro economico per un'innovativa piattaforma flottante. In particolare, la presente analisi considera quanto illustrato all'interno degli studi di recente pubblicazione denominati *Platform Optimization and Cost Analysis in a Floating Offshore Wind Farm* e *Floating Offshore Wind: Economic and Ecological Challenges of a TLP Solution*. Si veda, a riguardo, la sezione bibliografica al Capitolo 5.

L'esame dei progetti preliminari disponibile pubblicamente presso il sito del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ("MASE") ha consentito, infine, un raffronto relativo alle voci di costo nei limiti delle diverse condizioni al contorno.

Infine, sono stati considerati numerosi dati a consuntivo di progetti eolici offshore non galleggianti, di piattaforme galleggianti adibite ad altri fini, di grandi impianti elettrici in AT in generale.

In particolare, i dati di letteratura suggeriscono una suddivisione delle *CAPital EXpenditure* ("CAPEX"), vale a dire le spese in conto capitale per un impianto eolico offshore flottante, come riportato nella seguente tabella:

<b>Componente dell'impianto eolico offshore</b>	<b>CAPEX (quota)</b>
Fondazioni flottante per aerogeneratori (comprehensive di ancoraggi e ormeggi)	51%
Aerogeneratori (comprensivi di torre)	23%
Fondazioni offshore flottanti per sottostazioni elettriche di trasformazione (comprehensive di ancoraggi e ormeggi)	7%
Sottostazione elettrica di trasformazione (comprese opere ausiliarie)	4%
Cavi inter-array (collegamento tra aerogeneratori)	3%
Cavi di esportazione di potenza AAT verso terra	9%
Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna a terra	1%
Altre opere di terra	2%

È evidente che Il CAPEX, rispetto ad un offshore tradizionale, siano fortemente spostati e incentrati sulla piattaforma galleggiante. Come in passato per altre componenti, il consolidarsi di una supply chain nei prossimi anni porterà ad un inevitabile abbassamento dei costi di produzione che oggi è difficile stimare.

Lo studio identificherà il costo capitale atteso per il Progetto, fornendo una stima dei costi sufficientemente dettagliata per la presentazione nell'ambito di una procedura di istanza di concessione demaniale marittima.

Con l'avanzamento delle fasi progettuali si procederà al progressivo affinamento delle stime che potranno essere definitive solo dopo aver espletato le procedure di appalto delle singole componenti.

## 3. Stima dei costi

### 3.1 Stima dei costi delle piattaforme galleggianti

In questo paragrafo si riportano le ipotesi sulle quali RWE ha basato la stima dei costi per quanto riguarda le piattaforme galleggianti, sia per gli aerogeneratori, che per la sottostazione elettrica flottante comprendente fondazione galleggiante, ancoraggio e ormeggi.

Per la fondazione galleggiante è stata considerata una struttura tipologica a tre colonne semi sommergibile, che da dati di letteratura risulta una delle tecnologie più consolidate in ambito eolico flottante.

Il peso della struttura galleggiante varia anche significativamente in funzione della tecnologia scelta. Secondo le informazioni a nostra disposizione (consuntivo progetti dimostrativi, e offerte in corso di negoziazione su altri siti) il peso della struttura può variare indicativamente da 3.000 a 8.000 tonnellate.

Per quanto riguarda l'ormeggio, è stata ipotizzata una catenaria caratterizzata secondo i seguenti parametri progettuali:

- Profondità media fondale ipotizzata: 668 m;
- Lunghezza linee per struttura galleggiante:  $668 \times 3 \text{ m} = 2000 \text{ m}$ ;
- Numero catenarie: 3;
- Costo unitario catenaria: 800 €/m (assunzione secondo tipico di mercato);
- Numero ancoraggi: 3;
- Costo medio ancoraggio: 400.000 €/unità;
- Per quanto riguarda gli ancoraggi, mediamente il costo di un'ancora (comprensivo dell'installazione) è di 400.000 €, all'interno di un range 200.000 €–1.000.000 €, variabile in funzione della tipologia di fondale e di ormeggio. In questa fase si valuta adeguata la scelta di assumere il costo medio come riferimento, riservandosi un certo grado di incertezza che andrà valutato successivamente;
- In aggiunta a quanto sopra detto, è stato stimato un costo per il trasporto della struttura galleggiante assemblata dall'area portuale al sito. Sono stati ipotizzati 3 rimorchiatori per le turbine (costo medio di noleggio: 60.000 €/giorno/rimorchiatore);

## Impianto Eolico Offshore *Puglia 1* - Stima preliminare delle opere e quadro economico

- Per la stima delle tempistiche è stato preliminarmente considerato 1 giorno per ogni trasporto.

Riassumendo:

<b>Voce di costo</b>	<b>Costo (€)</b>
Struttura galleggiante dell'aerogeneratore	30.000.000
Aerogeneratore	17.600.000
Ormeggio	1.600.000
Ancoraggio	1.200.000
Logistica (3 rimorchiatori, 1 giorno)	180.000
<b>Totale</b>	<b>48.580.000</b>

### **3.2 Stima dei costi delle piattaforme per sottostazione elettrica di trasformazione flottante**

I componenti dei quali RWE ha tenuto conto per la stima dei costi sono i seguenti: struttura galleggiante, ancoraggio, ormeggio, i vari componenti elettrici e le strutture necessarie per la sottostazione.

Per la struttura galleggiante è stata ipotizzata una base quadrata.

Il costo specifico per un galleggiante tipologico utilizzato per le sottostazioni offshore può essere stimato in circa di 30.000.000 €, dato economico medio caratteristico di soluzioni progettuali similari.

Per quanto riguarda l'ormeggio, è stata ipotizzata una catenaria, caratterizzata secondo i seguenti parametri progettuali:

- Profondità media fondale ipotizzata: 668 m;
- Lunghezza linee per struttura galleggiante:  $668 \times 4 \text{ m} = 2.672 \text{ m}$ ;
- Numero catenarie: 4;
- Costo unitario catenaria: 800 €/m (assunzione secondo tipico di mercato)
- Numero ancoraggi: 4;
- Costo medio ancoraggio: 400.000 €/unità.

Infine, la sottostazione, comprensiva di tutti i componenti per una potenza di 900 MW, ha un costo stimabile secondo i prezzi di mercato delle sottostazioni galleggianti di 40.000.000 €.

In aggiunta a quanto sopra detto, è stato stimato un costo per il trasporto della struttura galleggiante assemblata dall'area portuale al sito. È stato ipotizzato 3 rimorchiatore (costo medio di noleggio: 60.000 €/giorno/rimorchiatore). Per la stima delle tempistiche è stato preliminarmente considerato 1 giorno per ogni trasporto.

## Impianto Eolico Offshore *Puglia 1* - Stima preliminare delle opere e quadro economico

Riassumendo:

<b>Voce di costo</b>	<b>Costo (€)</b>
Struttura galleggiante	35.000.000
Componenti elettrici sottostazione	40.000.000
Ormeggio	2.138.000
Ancoraggio	1.600.000
Logistica	180.000
<b>Totale</b>	<b>78.918.000</b>

I valori riscontrati sono coerenti con l'analisi dei costi indicati dalla letteratura scientifica e sono comprensivi di costi di progettazione ed installazione.

### **3.3 Stima dei costi delle opere marine**

Relativamente alle parte marina delle opere da realizzare, ai costi relativi alle piattaforme galleggianti, come esposti nel capitolo precedente, vanno aggiunti i costi relativi alle interconnessioni da realizzare tra gli aereogeneratori ("WTG") e la sottostazione offshore ("OSS"), così come le interconnessioni tra le OSS e terra.

Di seguito le specifiche progettuali:

- Tensione del cavidotto tra le WTG e la OSS: 66 kV;
- Lunghezza del cavidotto inter-array: 125 km;
- Tensione del cavidotto tra la sottostazione e terra: 275 kV;
- Lunghezza del cavidotto verso terra: 52 km.
- Posa sul fondale in trench o soluzione alternativa con inter-distanziamento 50 metri.

Per i cavidotti "inter-array" le stime economiche preliminari basate su dati ricavati da esperienze pregresse definiscono un prezzo budgettario di 900.000 €/km per cavidotti sommersi eserciti a questo livello di tensione, comprensivo dei costi di posa e trasporto.

Per la parte di cavidotto per l'interconnessione a terra a 275 kV sono previste due conduttore tripolari in partenza. Le stime economiche preliminari basate su dati ricavati da esperienze pregresse definiscono un prezzo budgettario di 1.500.000 €/km per cavidotti sommersi eserciti a questo livello di tensione, comprensivo dei costi di posa e trasporto.

## Impianto Eolico Offshore *Puglia 1* - Stima preliminare delle opere e quadro economico

<b>Voce di costo</b>	<b>Importo unitario (€)</b>	<b>Quantità</b>	<b>Costo totale (€)</b>
Aerogeneratore flottante (includere la fondazione, ormeggio e ancoraggi)	48,580.000	60 unità	2.914.800.000
Sottostazione galleggiante	78.918.000	1 unità	78.918.000
Cavidotti inter-array	900.000	125 km	112.500.000
Cavidotti esportazione marini	1.500.000	52 km	78.000.000
<b>Totale</b>			<b>3.184.218.000</b>

### 3.4 Stima dei costi per le opere terrestri

In questo paragrafo si analizzano le voci di costo relative alle apparecchiature di terra necessarie per il collegamento alla RTN.

Si tratta delle seguenti voci:

- Giunzione terra-mare;
- Cavidotto esportazione terrestre
- Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna.

Per la sottostazione di collegamento alla RTN è possibile utilizzare come fonte di stima dei costi quella di sottostazioni elettriche “tradizionali”, che scalano come prezzo quasi linearmente con la potenza di trasformazione.

Quindi per la sottostazione 275/380 kV sono stati stimati circa 50.000 €/MW, pertanto circa 40.5 milioni di euro per la sottostazione (900 MW). Il prezzo definito è comprensivo di tutte le opere accessorie, di progettazione, trasporto ed installazione.

Per la voce del cavidotto si assume un costo di 1.400.000 €/km, considerando di includere in questa voce tutte le spese necessarie dall'autorizzazione fino alla messa in opera. Il cavidotto terrestre si sviluppa con le seguenti specifiche progettuali:

- Tensione del cavidotto: 275 kV;
- Lunghezza del cavidotto: 38 km.

Riassumendo:

## Impianto Eolico Offshore Puglia 1 - Stima preliminare delle opere e quadro economico

<b>Voce di costo</b>	<b>Importo unitario (€)</b>	<b>Quantità</b>	<b>Costo totale (€)</b>
Giunzione terra-mare	2.000.000	1 unità	2.000.000
Cavidotto di esportazione in- terrato	1.200.000	38 km	45.600.000
Sottostazione elettrica di tra- sformazione e consegna	45.000.000	1 unità	45.000.000
<b>Totale</b>			<b>92.600.000</b>

## 4. Quadro economico complessivo e conclusioni

Nella seguente tabella vengono riassunti in maniera indicativa i costi complessivi di CAPEX attesi per la costruzione del Progetto, che si attestano attorno ai 3,27 miliardi di Euro:

<b>Voce di costo</b>	<b>Costo (€)</b>
Opere offshore complessive	3.184.218.000
Opere di terra (onshore) complessive	96.200.000
<b>Totale</b>	<b>3.276.818.000</b>

Il quadro economico complessivo porta, quindi, ad una stima di circa 3.641.000 €/MW di costi attesi per il Progetto.

Si tratta di un valore coerente con tutti i dati macroeconomici, in termini di valori medi, e con tutti i dati a consuntivo disponibili per progetti analoghi.

## 5. Bibliografia

- *Platform Optimization and Cost Analysis in a Floating Offshore Wind Farm*. Ghigo, Alberto *et al.*, 2020. Disponibile all'URL: <https://iris.polito.it/handle/11583/2853990>
- *Floating Offshore Wind: Economic and Ecological Challenges of a TLP Solution*. Kausche, Michael *et al.*, 2018. Disponibile all'URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148118303690>

**RWE Aktiengesellschaft**

RWE Platz 1  
45141 Essen  
Germany  
[www.rwe.com](http://www.rwe.com)